

关节腔注射布比卡因对肱骨髁上骨折 患儿术后疼痛的影响

王乾¹, 赵景新¹, 何曼², 曹海营¹, 姚五一¹, 王瑜¹

1. 承德医学院附属医院创伤骨科, 河北 承德 067000; 2. 承德医学院附属医院康复医学科, 河北 承德 067000

摘要: **目的** 评估关节腔注射 0.25% 布比卡因对肱骨髁上骨折患儿闭合复位经皮克氏针内固定 (CRPP) 术后疼痛的影响。**方法** 对 2015 年 1 月至 2020 年 1 月在承德医学院附属医院接受 CRPP 手术的 65 例 Gartland II 和 III 型肱骨髁上骨折儿童进行前瞻性研究。将 65 例随机分为注射组 (注射 0.25% 布比卡因, $n=29$) 和对照组 (不行注射, $n=36$)。记录并比较两组患儿一般资料、骨折分型、穿针数量以及从入院到手术的时间等情况。所有患儿 CRPP 术后口服布洛芬常规镇痛, 记录术后 24 h 内布洛芬的用药次数和首次用药时间。术后第 1 天使用修订版面部疼痛量表 (FPS-R) 进行疼痛评分。并进一步比较不同年龄、不同肱骨髁上骨折 Gartland 分型以及穿针数量的患儿术后疼痛的差异。**结果** 注射组术后首次服用布洛芬的时间显著高于对照组 [(2.76 ± 0.64) h vs (1.84 ± 0.84) h, $t=4.866$, $P<0.01$], 同时术后 24 h 内应用布洛芬的次数明显低于对照组 ($P<0.05$)。注射组患儿 FPS-R 评分较同一骨折类型、同一克氏针使用数量的对照组有所降低, 但差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。注射组所有患儿未出现关节腔注射相关并发症。**结论** 关节腔注射 0.25% 布比卡因能够减少肱骨髁上骨折患儿 CRPP 术后对止痛药布洛芬的需求, 但对 FPS-R 疼痛评分的降低尚未达有统计学意义的获益, 有待扩大样本量继续探讨。

关键词: 肱骨髁上骨折, 儿童; 关节腔注射; 布比卡因; 术后疼痛; Gartland 分型; 闭合复位; 经皮穿针内固定
中图分类号: R683.41 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2023)10-1550-05

Effects of intra-articular injection of bupivacaine on postoperative pain in children with supracondylar fracture of humerus

WANG Qian*, ZHAO Jingxin, HE Man, CAO Haiying, YAO Wuyi, WANG Yu

* Department of Orthopaedic Trauma, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei 067000, China

Corresponding author: WANG Yu, E-mail: myfishandpig@126.com

Abstract: Objective To evaluate the effects of intra-articular injection of 0.25% bupivacaine on pain after closed reduction and percutaneous pinning (CRPP) in children with supracondylar fracture of the humerus. **Methods** A prospective cohort study was conducted on 65 children with Gartland II and III supracondylar humerus fractures who underwent CRPP surgery in the Affiliated Hospital of Chengde Medical College from January 2015 to January 2020. The children were randomly divided into injection group (0.25% bupivacaine injection, $n=29$) and control group (without injection, $n=36$). The general information, fracture classification, number of punctures, and time from admission to surgery were recorded and compared between the two groups of children. After CRPP operation, ibuprofen was taken orally for routine postoperative analgesia. The medication frequency and time of the first administration of ibuprofen within 24 hours after operation were recorded. On the first day after surgery, the revised Facial Pain Scale (FPS-R) was used to score the pain. And further comparison of the differences in postoperative pain among children of different ages, Gartland classification of supracondylar humerus fractures and the number of punctures were carried on. **Results**

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.10.022

基金项目: 河北省医学科学研究课题计划 (20210846); 河北省承德市科学技术研究与发展计划项目 (202109A075, 202204A063)

通信作者: 王瑜, E-mail: myfishandpig@126.com

出版日期: 2023-10-20

Compared with control group, the first medication time of ibuprofen was longer $[(2.76 \pm 0.64) \text{ h vs } (1.84 \pm 0.84) \text{ h}, t = 4.866, P < 0.01]$, and the medication frequency within 24 hours after operation was lower in injection group ($P < 0.05$). The FPS-R score of injection group was slightly lower than that of control group with the same fracture type and the same number of Kirschner needles, but the difference was not statistically significant ($P > 0.05$). All patients of injection group did not experience complications related to intra-articular injection. **Conclusion** Intra-articular injection of 0.25% bupivacaine can reduce the demand for ibuprofen after CRPP in children with supracondylar fracture of humerus, but the reduction of FPS-R pain score has not achieved statistical benefits, which needs to be further explored by expanding the sample size.

Keywords: Supracondylar fracture of humerus, child; Intra-articular injection; Bupivacaine; Postoperative pain; Gartland typing; Closed reduction; Percutaneous pinning

Fund program: Hebei Medical Science Research Project Plan (20210846); Science and Technology Research and Development Program of Chengde, Hebei Province (202109A075, 202204A063)

肱骨髁上骨折是儿童常见的骨折,约占儿童肘部骨折的60%,占儿童全部骨折的20%^[1]。肱骨髁上骨折可分为伸直型和屈曲型两类,97%~99%为伸直型骨折^[2]。伸直型骨折通常按照改良的Gartland分型,对于Gartland II和III型的儿童肱骨髁上骨折,通常建议手术治疗^[3]。目前手术方法有多种,被认为“金标准”的手术方法是骨折闭合复位经皮克氏针内固定(closed reduction and percutaneous pinning, CRPP)^[4-7]。然而,CRPP术后的患儿通常会出现较严重的疼痛^[8]。儿童骨科研究的焦点和热点多集中于肱骨髁上骨折的流行病学、损伤机制、治疗和并发症方面,关于如何缓解儿童肱骨髁上骨折术后疼痛的研究却很少。

关节内注射是骨科的一个常规操作。目前,在成人骨科如关节外科和运动医学领域的手术中,关节内注射止痛药物在缓解术后疼痛方面已显示出良好的效果^[9-11]。而较少研究探讨关节腔止痛药物注射对儿童肱骨髁上骨折的疗效^[12]。本研究通过在儿童肱骨髁上骨折术中使用0.25%布比卡因行肘关节腔注射,观察对肱骨髁上骨折患儿CRPP术后疼痛控制的效果。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2015年1月至2020年1月在承德医学院附属医院接受CRPP手术的65例Gartland II和III型肱骨髁上骨折儿童进行前瞻性研究。患儿年龄范围为4~14岁。排除开放性骨折、屈曲型肱骨髁上骨折、同时合并其他部位的骨折和其他器官的损伤。患者家长均签署知情同意书,研究获得医院伦理委员会的批准(CYFYLL2021110)。

1.2 分组及手术方法 65例患儿被随机分为0.25%布比卡因注射组(简称注射组, $n=29$)和不行注射的对照组($n=36$)。两组患儿的年龄、性别、患

侧、Gartland分型等基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。所有患儿均在全麻下手术。常规使用咪达唑仑(0.05 mg/kg)、丙泊酚(2 mg/kg)和芬太尼(2 $\mu\text{g}/\text{kg}$)进行镇静和麻醉,同时静脉输入瑞芬太尼0.1 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 和七氟烷(1.2%)吸入麻醉,维持脑电双频指数(BIS)在40~60。患儿在C型臂X线机透视下接受CRPP手术。采用外侧穿针的置钉方式,所有手术由同一组高年资医生进行。其中注射组患儿完成CRPP后术中使用0.25%布比卡因进行肘关节注射(7岁以下儿童注射剂量为4 mL,7岁以上儿童注射5 mL),注射剂量参照文献[12]。注射位置位于肱骨外上髁、尺骨鹰嘴和桡骨头间的“软点”位置(图1)。注射时注意回抽,确定注射器针头位于肘关节腔内。注射完毕后局部再次消毒,敷料包扎注射位置和克氏针尾部,肘部屈曲90°,管型石膏固定。为减少患儿损伤和潜在并发症的风险,对照组未行注射。手术后患儿被送入麻醉复苏室。

1.3 观察指标及判定标准 记录患儿的一般资料,包括年龄、性别、身高、体重、患侧、骨折分型,穿针数量以及从入院到手术的时间等,并进行两组间比较。

患儿复苏完毕返回病房后采用口服布洛芬混悬液镇痛,按照药品说明书使用,4~6岁每次使用5 mL,7~9岁每次8 mL,10岁以上每次10 mL。记录两组患儿首次使用布洛芬的时间以及使用布洛芬的次数。术后布洛芬依据患儿监护人的要求使用,用药的最短间隔时间是4 h。在手术后第1天由对研究分组不知情的其他医师对药物使用情况进行统计,使用修订版面部疼痛量表(FPS-R)进行患儿术后疼痛程度的评估^[13]。FPS-R评分为0、2、4、6、8、10分,范围从无痛(0分)到可描述的最大疼痛(10分)。依据既往研究,以8岁为界,8岁及以下的为小龄儿童,8岁

以上为大龄儿童,进一步比较不同年龄儿童肱骨髁上骨折术后疼痛的差异^[14]。同时也比较不同 Gartland 分型以及不同穿针数量间患儿术后疼痛的差异。

所有患儿术后随访 1 年,观察注射部位感染、骨筋膜室综合征(OFCS)及软骨溶解以及有无其他与关节腔注射有关的并发症的发生。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件处理数据。计量资料符合正态分布的以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的用 $M(Q_L, Q_U)$ 表示,采用秩和检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验;等级资料的比较采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术后布洛芬应用情况 注射组术后至第一次服用布洛芬的时间间隔显著高于对照组($P < 0.01$),同时术后 24 h 内应用布洛芬的次数明显低于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 不同年龄 FPS-R 评分 两组组间及不同年龄间 FPS-R 评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

2.3 不同骨折类型的 FPS-R 评分 各组 Gartland II 型骨折患儿 FPS-R 评分稍低于 III 型骨折,同一骨折类型注射组患儿 FPS-R 评分稍低于对照组,但差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

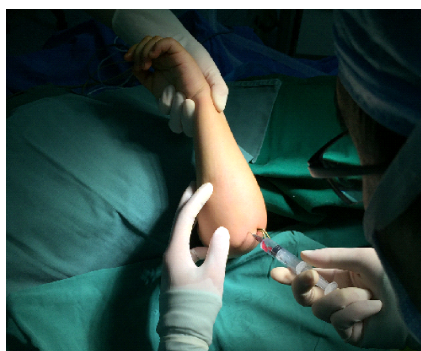


图 1 肘关节注射布比卡因
Fig. 1 Bupivacaine injection in the elbow joint

2.4 不同穿针数量 FPS-R 评分 各组使用 2 枚克氏针患儿 FPS-R 评分稍低于使用 3 枚克氏针患儿,同一穿针数量的注射组患儿 FPS-R 评分稍低于对照组,但差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

2.5 随访情况 随访期间没有观察到注射部位感染、软骨溶解的病例。对照组有 1 例患儿发生了 OFCS 和前臂缺血性肌挛缩,术后 3 个月进行了神经肌腱松解术。注射组未出现 OFCS 的病例。未出现其他医源性损伤。

表 1 两组患儿一般资料和临床资料比较

Tab. 1 Comparison of the general data and clinical data between two groups

项目	注射组 (n=29)	对照组 (n=36)	$t/\chi^2/U$ 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	7.72±2.60	6.50±2.30	2.011	0.051
年龄分布[例(%)]				
≤8 岁	14(48.30)	22(61.10)	1.071	0.301
>8 岁	15(51.70)	14(38.90)		
性别[例(%)]				
男	19(65.52)	21(58.33)	0.350	0.554
女	10(34.48)	15(41.67)		
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	30.79±10.25	25.69±9.71	2.053	0.046
患侧[例(%)]				
左	16(55.17)	18(50.00)	0.172	0.678
右	13(44.83)	18(50.00)		
住院到手术时间(h) ^a	5(3.5, 6)	4(3, 6)	1.666	0.096
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)	38.24±8.79	33.17±6.47	2.680	0.010
麻醉时间(min, $\bar{x} \pm s$)	47.59±4.99	48.33±4.43	0.639	0.456
住院时间(d, $\bar{x} \pm s$)	4.69±1.28	3.81±1.01	3.109	0.003
术前伴有神经损伤[例(%)]	3(10.34)	2(5.56)	0.064	0.801
Gartland 分型[例(%)]				
II 型	13(44.83)	18(50.00)	0.172	0.678
III 型	16(55.17)	18(50.00)		
外侧穿针数量[例(%)]				
2 枚	6(20.70)	15(41.67)	3.232	0.072
3 枚	23(79.30)	21(58.33)		

注:^a 表示数据为 $M(Q_L, Q_U)$ 。

表 2 两组术后布洛芬应用情况比较

Tab. 2 Comparison of postoperative ibuprofen application between two groups

组别	例数	术后至第一次应用 布洛芬间隔(h, $\bar{x} \pm s$)	术后 24 h 内应用布洛芬次数(例)			
			0 次	1 次	2 次	3 次
注射组	29	2.76±0.64	10	9	9	1
对照组	36	1.84±0.84	0	22	11	3
t/Z 值		4.866		2.000		
P 值		<0.001		0.045		

表 3 两组不同情况 FPS-R 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Comparison of FPS-R scores between two groups in different situations ($\bar{x} \pm s$)

项目	注射组(n=29)		对照组(n=36)		t 值	P 值
	例数	评分	例数	评分		
年龄						
≤8 岁	14	3.86±1.66	22	3.24±1.48	1.169	0.251
>8 岁	15	3.60±1.55	14	3.07±1.98	0.806	0.427
t 值		0.436		0.294		
P 值		0.666		0.770		
骨折类型						
Gartland II 型	13	2.46±0.88	18	2.89±1.23	1.075	0.291
Gartland III 型	16	2.88±1.03	18	3.56±2.12	1.165	0.253
t 值		1.164		1.160		
P 值		0.255		0.254		
穿针数量						
2 枚	6	2.50±0.93	15	2.67±0.99	0.358	0.724
3 枚	23	2.86±1.01	21	3.50±1.98	1.368	0.178
t 值		0.789		1.491		
P 值		0.437		0.145		

3 讨论

如何安全有效地处理患儿骨折术后的疼痛问题是临床上的一个难题。以儿童骨科中最为常见的CRPP术为例,大多数肱骨髁上骨折的患儿在CRPP术后出现严重的疼痛,疼痛在术后第1天最为剧烈,但疼痛持续时间较短,术后第3天基本消失^[15-16]。因此对于肱骨髁上骨折CRPP术后患儿的疼痛治疗主要集中在术后24h这一阶段,本研究选择了半衰期时间较长的布比卡因,它的半衰期约为8h。有研究显示,关节内注射布比卡因可在前交叉韧带重建手术后发挥显著的镇痛效果,作用最长可持续12h^[17]。将0.25%布比卡因应用于CRPP术后儿童肱骨髁上骨折的肘关节腔注射,一定程度降低患儿的疼痛程度。布洛芬是缓解儿童肌肉骨骼创伤后疼痛的良好选择^[18]。本研究将术后使用布洛芬的时间和次数作为评价关节内注射疗效的指标之一,结果显示,关节腔注射布比卡因可显著减少术后24h内患儿使用布洛芬的次数,同时首次使用布洛芬的时间被明显推迟,也从侧面证明了注射布比卡因的有效性。

Gartland分型是儿童肱骨髁上骨折最常用的分型,其分型的依据主要为骨折移位的程度。本研究中,Gartland III型骨折患儿术后的疼痛程度稍高于Gartland II型骨折患儿,这与致伤暴力较大导致骨折移位程度和周围软组织损伤程度增加有关。本研究采用目前儿童肱骨髁上骨折CRPP手术推荐的外侧穿针方法^[19]。结果显示穿针数量的增多会增加患儿的疼痛程度,使用3枚克氏针固定的肱骨髁上骨折患儿的疼痛程度稍高于使用两枚克氏针固定的患儿。

血肿阻滞是常用于骨折患儿局部给药的疼痛控制方法^[20]。Astacio等^[21]对肱骨髁上骨折的儿童在CRPP术后进行了0.25%布比卡因局部血肿阻滞,结果显示行血肿阻滞的患儿与对照组相比,术后使用吗啡的剂量和疼痛评分差异无统计学意义,他们认为血肿阻滞并不是缓解肱骨髁上骨折术后疼痛的有效方法,因此本研究寻求了其他局部用药方式。虽然关节腔注射在治疗成人骨科手术后的疼痛方面显示出良好的效果,但其较少用于儿童创伤领域。有研究指出,肱骨髁上骨折的骨折线位于肘关节囊内,注射到关节腔内的布比卡因可以作用于骨折部位发挥镇痛效果^[12,22]。本研究结果显示,在同一骨折类型和使用相同数量克氏针固定的肱骨髁上骨折中,关节腔注

射布比卡因均能一定程度降低患儿的疼痛评分,但差异无统计学意义。

但是关节腔注射也有潜在的风险。(1)关节腔注射可能引起潜在的关节软骨损伤:有研究显示布比卡因、利多卡因、罗哌卡因均对软骨有毒性,布比卡因被证明是其中细胞毒性最小的^[23]。就目前的研究证据来看,在关节腔内单次注射布比卡因并不会对软骨细胞产生有害影响^[24]。本研究的随访结果显示,术后进行一次布比卡因关节腔注射是安全的。(2)术后发生OFCS的风险:OFCS是儿童骨折后少见但灾难性的并发症,常发生在肘关节周围骨折的患儿中,其发生率较低,文献报道低于0.5%^[25-26]。早期发现是避免OFCS发生的关键,但是儿童OFCS的临床症状并不典型,尤其是骨折合并神经损伤的患儿,更应当高度警惕OFCS发生的潜在危险,避免因此导致肢体残疾的严重后果^[27]。在本研究中,对照组有1例患儿发生了OFCS和前臂缺血性肌挛缩,术后3个月进行了神经肌腱松解术。注射组未出现OFCS的病例,因为关节腔内注射的剂量较小,所以可能不会额外增加患儿OFCS的风险。也有研究者采用超声引导下的区域神经阻滞和单次臂丛神经阻滞的方式来缓解肱骨髁上骨折患儿的术后疼痛,但因这些止痛方式作用范围较广,可能会增加患肢OFCS的发生风险^[28]。

本研究的主要局限性是进行关节腔注射的手术医生对患儿的情况是知情的。为了减少可能的偏差,应选择对治疗过程不知情的其他医务人员对患儿术后情况进行评价。另外,注射组较对照组FPS-R评分有所降低,但差异无统计学意义,今后本课题组将设计更加严谨的研究方案,以进一步评估关节腔注射布比卡因对儿童肘关节周围骨折疼痛的作用效果,并进一步扩大研究的样本量。

综上所述,关节腔注射布比卡因能够一定程度降低肱骨髁上骨折患儿CRPP术后的疼痛程度,是一种安全有效的镇痛方法。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Kropelnicki A, Ali AM, Popat R, et al. Paediatric supracondylar humerus fractures [J]. Br J Hosp Med (Lond), 2019, 80(6): 312-316.
- [2] Saarninen AJ, Helenius I. Paediatric supracondylar humeral fractures: the effect of the surgical specialty on the outcomes [J]. J Child Orthop, 2019, 13(1): 40-46.
- [3] He M, Wang Q, Zhao JX, et al. Lateral entry pins and Slongo's ex-

- ternal fixation: which method is more ideal for older children with supracondylar humeral fractures? [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 396.
- [4] Sinikumpu JJ, Pokka T, Sirviö M, et al. Gartland type II supracondylar humerus fractures, their operative treatment and lateral pinning are increasing: a population-based epidemiologic study of extension-type supracondylar humerus fractures in children[J]. *Eur J Pediatr Surg*, 2017, 27(5): 455-461.
- [5] Challa S, Agarwal-Harding KJ, Levy P, et al. Supracondylar humerus fractures in low-and lower middle-income countries: a scoping review of the current epidemiology, treatment modalities, and outcomes[J]. *International Orthopaedics (SICOT)*, 2020, 44(11): 2443-2448.
- [6] Schmucker A, Chen R, Vachhrajani S, et al. Radiation exposure in the treatment of pediatric supracondylar humerus fractures[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(4): 449-455.
- [7] Vaquero-Picado A, González-Morún G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children [J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3(10): 526-540.
- [8] Mariano ER, El-Boghdadly K, Ilfeld BM. Using postoperative pain trajectories to define the role of regional analgesia in personalised pain medicine [J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(2): 165-169.
- [9] Kurosaka K, Tsukada S, Ogawa H, et al. Addition of corticosteroid to periarticular injections reduces postoperative pain following total hip arthroplasty under general anaesthesia: a double-blind randomized controlled trial[J]. *Bone Joint J*, 2020, 102-B(10): 1297-1302.
- [10] Kazum E, Rath E, Shlaifer A, et al. Preemptive analgesia in hip arthroscopy: intra-articular bupivacaine does not improve pain control after preoperative peri-acetabular blockade[J]. *Hip Int*, 2022, 32(2): 265-270.
- [11] Oladeji LO, Stannard JP, Smith MJ, et al. Prospective randomized controlled clinical trial comparing hyperosmolar saline to standard isotonic irrigation fluid for arthroscopic knee surgery: initial clinical outcomes[J]. *J Knee Surg*, 2023, 36(10): 1087-1094.
- [12] Jung HS, Chun KJ, Kim JY, et al. Does surgical-site multimodal drug injection after palmar plating of distal radius fractures improve pain scores? [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2020, 478(11): 2663-2669.
- [13] Emmott AS, West N, Zhou GH, et al. Validity of simplified versus standard self-report measures of pain intensity in preschool-aged children undergoing venipuncture [J]. *J Pain*, 2017, 18(5): 564-573.
- [14] Bekmez S, Camp MW, Ling R, et al. Supracondylar humerus fractures in older children: success of closed reduction and percutaneous pinning[J]. *J Pediatr Orthop*, 2021, 41(4): 242-248.
- [15] Cozzi G, Cortellazzo Wiel L, Bassi A, et al. Need for pharmacological analgesia after cast immobilisation in children with bone fractures: an observational cross-sectional study[J]. *Emerg Med J*, 2022, 39(8): 595-600.
- [16] Nelson SE, Adams AJ, Buczek MJ, et al. Postoperative pain and opioid use in children with supracondylar humeral fractures: balancing analgesia and opioid stewardship[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2019, 101(2): 119-126.
- [17] Davey MS, Hurley ET, Anil U, et al. Pain management strategies after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with network meta-analysis[J]. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*, 2021, 37(4): 1290-1300.e6.
- [18] Parri N, Lazzeri S. Efficacy of ibuprofen in musculoskeletal post-traumatic pain in children: a systematic review [J]. *PLoS One*, 2020, 15(12): e0243314.
- [19] Marson BA, Ikram A, Craxford S, et al. Interventions for treating supracondylar elbow fractures in children [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2022, 6(6): CD013609.
- [20] Adams AJ, Buczek MJ, Flynn JM, et al. Perioperative ketorolac for supracondylar humerus fracture in children decreases postoperative pain, opioid usage, hospitalization cost, and length-of-stay[J]. *J Pediatr Orthop*, 2019, 39(6): e447-e451.
- [21] Astacio E, Echeagaray G, Rivera L, et al. Local hematoma block as postoperative analgesia in pediatric supracondylar humerus fractures [J]. *J Hand Surg Glob Online*, 2020, 2(3): 155-158.
- [22] Parikh SN, Lykissas MG, Roshdy M, et al. Pin tract infection of operatively treated supracondylar fractures in children: long-term functional outcomes and anatomical study [J]. *J Child Orthop*, 2015, 9(4): 295-302.
- [23] Gulihar A, Robati S, Twaij H, et al. Articular cartilage and local anaesthetic: a systematic review of the current literature[J]. *J Orthop*, 2015, 12: S200-S210.
- [24] Ravnihar K, Barlić A, Drobnić M. Effect of intra-articular local anesthesia on articular cartilage in the knee[J]. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*, 2014, 30(5): 607-612.
- [25] Diesselhorst MM, Deck JW, Davey JP. Compartment syndrome of the upper arm after closed reduction and percutaneous pinning of a supracondylar humerus fracture [J]. *J Pediatr Orthop*, 2014, 34(2): e1-e4.
- [26] Armstrong DG, MacNeille R, Lehman EB, et al. Compartment syndrome in children with a supracondylar fracture: not everyone has risk factors[J]. *J Orthop Trauma*, 2021, 35(8): e298-e303.
- [27] Lee C, Lightdale-Miric N, Chang E, et al. Silent compartment syndrome in children: a report of five cases[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2014, 23(5): 467-471.
- [28] Li J, Rai S, Liu RK, et al. One additional shot of brachial plexus block equates to less postoperative pain for younger children with elbow surgeries[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 246.

收稿日期: 2023-01-16 修回日期: 2023-03-23 编辑: 王宇