

· 临床论著 ·

儿童跟骨骨折超声引导闭合复位经皮克氏针固定

于佳^a, 袁馨^a, 赵璐^a, 李绚璇^{a*}, 杨浩^b

(青岛大学附属青岛市中医医院, a: 功能检查科; b: 骨科, 山东青岛 266033)

摘要: [目的] 探究超声引导闭合复位经皮克氏针固定儿童跟骨骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析本院2020年1月—2022年8月收治的100例跟骨骨折患儿的临床资料, 均接受闭合撬拨复位克氏针内固定治疗, 根据医患沟通结果, 超声引导下操作55例(超声组), 透视下操作45例(透视组)。对比两组患儿围手术期、随访及影像资料。[结果] 超声组手术时间[(35.0±6.8) min vs (58.2±10.4) min, $P<0.001$]、影像检查时间[(325.0±25.6) s vs (600.5±73.5) s, $P<0.001$]、术中透视次数[(2.7±0.8)次 vs (10.2±2.8)次, $P<0.001$]、下地行走时间[(3.0±0.5) d vs (3.5±1.0) d, $P=0.002$]及住院时间[(4.5±1.6) d vs (5.4±2.0) d, $P=0.014$]均显著优于透视组。与术后1个月相比, 末次随访时两组VAS评分、AOFAS评分、踝背伸-跖屈及内-外翻ROM均显著改善($P<0.05$); 术后1个月, 超声组VAS评分显著优于透视组[(2.0±0.6) vs (2.3±0.7), $P=0.023$], 其他相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。影像方面, 随时间推移, 两组Bohler角、Gissane角、关节软骨塌陷高度均显著改善($P<0.05$)。术后1个月超声组关节软骨塌陷高度[(2.0±0.7) mm vs (2.5±0.6) mm, $P<0.001$]显著小于透视组, 相应时间点, 两组间其他影像指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。[结论] 超声引导闭合复位内固定治疗儿童跟骨骨折疗效较好, 相比透视下操作具有手术时间短、辐射损伤小、术中出血量少的优点。

关键词: 儿童, 跟骨骨折, 超声, 闭合复位, 经皮克氏针固定

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 14-1273-06

Ultrasound-guided closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation for calcaneal fractures in children // YU Jia^a, YUAN Xin^a, ZHAO Lu^a, LI Xuan-xuan^a, YANG Hao^b. a. Department of Functional Examination, b. Department of Orthopedics, Qingdao Hospital of Traditional Chinese Medicine, Qingdao University, Qingdao 266033, China

Abstract: [Objective] To explore the clinical efficacy of ultrasound-guided closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation for calcaneal fractures in children. [Methods] A retrospective study was conducted on 100 children admitted into our hospital for calcaneal fractures from January 2020 to August 2022. All of them received closed prying reduction and percutaneous Kirschner wire fixation. According to preoperative doctor-patient communication, 55 cases had operation performed under ultrasound guidance (ultrasound group), while other 45 cases were under fluoroscopy (fluoroscopy group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] The ultrasound group proved significantly superior to the fluoroscopy group in terms of operation time [(35.0±6.8) min vs (58.2±10.4) min, $P<0.001$] and imaging check time [(325.0±25.6) s vs (600.5±73.5) s, $P<0.001$], intraoperative fluoroscopy times [(2.7±0.8) times vs (10.2±2.8) times, $P<0.001$], walk time [(3.0±0.5) days vs (3.5±1.0) days, $P=0.002$] and hospital stay [(4.5±1.6) days vs (5.4±2.0) days, $P=0.014$]. Compared with those 1 month after surgery, the VAS score, AOFAS score, ankle dorsal-plantar flexion and inversion-eversion range of motions (ROMs) significantly improved in both groups at the last follow-up ($P<0.05$). One month after surgery, the VAS score in the ultrasound group was significantly better than that in the fluoroscopy group [(2.0±0.6) vs (2.3±0.7), $P=0.023$], whereas at other corresponding time points, there was no statistical significance in the above indexes between the two groups ($P>0.05$). Regarding imaging, the Bohler's angle, Gissane's angle and articular cartilage collapse height were significantly improved over time in both groups ($P<0.05$). The articular cartilage collapse height in the ultrasound group was significantly lower than that in the fluoroscopy group one month after surgery [(2.0±0.7) mm vs (2.5±0.6) mm, $P<0.001$], regardless of no statistically significant differences in other imaging indicators between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). [Conclusion] Ultrasound-guided closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation has the advantages of shorter operation time, less radiation damage and less intraoperative bleeding over the fluoroscopy-guided counterpart for calcaneal fractures in children.

Key words: children, calcaneal fracture, ultrasound, closed reduction, percutaneous Kirschner wire fixation

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.100639

作者简介: 于佳, 主治医师, 研究方向: 临床与超声诊断, (电子信箱)yujia27@163.com

* 通信作者: 李绚璇, (电子信箱)343247320@qq.com

跟骨骨折在跗骨骨折中占3/5,其中大多数属于关节内骨折,其发生与高能量损伤密切相关,好发于成人,儿童少见^[1,2]。有报道称,儿童跟骨骨折分别占同期儿童全身骨折、足部骨折的0.87%、15.26%,以11~15岁高发^[3]。国外研究称,儿童骨折中,跟骨骨折仅占0.005%~0.41%,且以8~12岁为主^[4,5]。既往处理儿童跟骨骨折多选择保守治疗,随着医疗技术与社会经济的不断发展,人们对功能恢复、美观度的要求日益增高,手术治疗儿童跟骨骨折的报道有所增多,特别是大龄儿童^[6]。褚祥军等^[7]研究发现,闭合撬拨复位克氏针与切开复位钢板内固定治疗大龄(10~14岁)儿童跟骨关节内骨折效果相当,前者在儿童足踝功能改善上有明显优势。对低龄(3~7岁)儿童跟骨骨折来说,临床多行克氏针撬拨复位治疗,既往多选择透视下复位,但多次X线暴露可能给患儿造成伤害,且受关节面下软骨多的影响,术中透视下关节面复位可能不满意,由此超声引导复位出现且临床应用逐渐增多。卢宜哲等^[8]研究表明,超声引导下经皮撬拨复位内固定用于3~7岁跟骨骨折治疗具有辐射损伤少、复位良好等优点,可作为此类骨折的重要术式之一。儿童跟骨解剖与成人存在一定的差异,其治疗有争议,尚无统一标准,国内外对于儿童跟骨骨折的外科治疗报道不多。本院于2020年1月—2022年8月,采用超声引导下或透视下闭合撬拨复位克氏针内固定治疗儿童(6~15岁)跟骨骨折,两组临床疗效报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)年龄6~15岁;(2)Sanders分型II或III型^[9];(3)新鲜的跟骨关节内骨折;(4)能耐受手术者。

排除标准:(1)病理性或陈旧性骨折;(2)存在神经关节损伤;(3)不能配合治疗的患者;(4)中途退出或失访者。

1.2 一般资料

回顾性分析本院2020年1月—2022年8月收治的儿童跟骨骨折患者的临床资料,共100例满足上述标准,纳入本研究。依据医患沟通结果,将患儿分为超声组55例与透视组45例。两组患儿术前一般资料见表1。两组患儿年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、损伤侧别、Sanders分型等一般资料的差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会批

准,患儿家长均知情同意。

表1. 两组患儿术前一般资料对比
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	超声组 (n=55)	透视组 (n=45)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	10.5±2.3	10.2±2.0	0.755
性别(例,男/女)	40/15	31/14	0.674
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	17.5±1.8	17.2±1.6	0.696
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$)	3.8±1.0	4.0±1.2	0.722
侧别(例,左/右/双侧)	23/30/2	17/27/1	0.821
Sanders分型(例,II/III)	42/13	33/12	0.728

1.3 治疗方法

超声组:超声引导下闭合复位内固定。选择侧卧位,全麻,常规消毒铺巾,患肢在上。超声仪器为飞利浦iU-22(频率7~12MHz),探头与患儿跟距关节平行,从上往下与皮肤呈45°,探头紧贴皮肤以显影跟骨关节面,观察关节塌陷情况(图1a)。经患儿跟骨结节钻入1枚克氏针(材料为不锈钢,直径3mm),超声下针尖钻到塌陷骨折端,超声视野下往上对骨折端撬拨复位,以超声下显示关节面复位满意为宜,关节软骨及骨化中心均复位(图1b,1c),随后克氏针继续钻到远侧骨折端;同时经骨折端置入2或3枚克氏针固定,C形臂X线机透视下确定克氏针位置、骨折复位情况(图1d),处理针尾后无菌敷料包扎。

透视组:透视下闭合复位内固定。卧位等前期工作同上。C形臂X线机与患儿足跟垂直,根据情况给予跟距关节造影。透视下对跟骨塌陷关节面进行撬拨复位内固定(图2a,2b),复位操作与超声组相同。

所有患儿术后石膏制动28d,术后第2d依据患儿身体状况开始康复训练,术后2周左右拆线,术后定期行X线片检查,评估跟骨愈合时间且确定患肢负重时间。

1.4 评价指标

记录围手术期情况,包括手术时间、影像检查时间、术中透视次数、是否有钉道感染、住院时间及拔除克氏针时间。采用下地行走时间、完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[10]、美国足踝外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝-后足功能评分^[11]、足内-外翻及踝背伸-跖屈活动度(range of motion, ROM)评定临床效果。并统计两组随访期间

有无再翻修手术等不良事件发生。行影像学检查，记录 Bohler 角、Gissane 角及软骨塌陷高度。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计分析。计量

资料满足正态分布时以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组内多个时间点行单因素方差分析，整体行重复测量方差分析；两组组间比较行独立样本 t 检验。计数资料行 χ^2 或 Fisher 精确概率检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

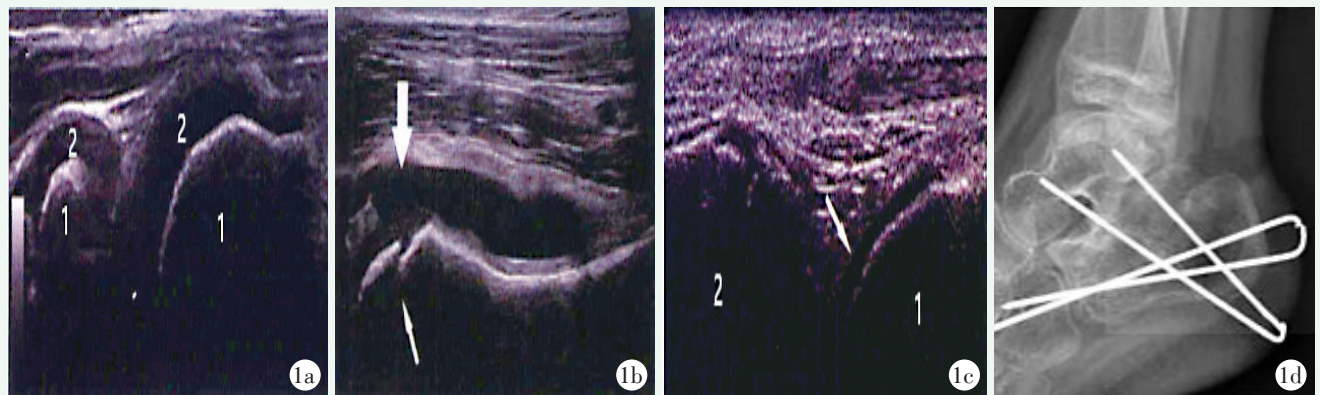


图 1. 患儿男性，6 岁，右跟骨 Sanders II 型骨折，行超声引导下闭合撬拨复位克氏针内固定治疗。1a: 术前超声探查可见外侧关节面塌陷：1 为骨化中心；2 为未骨化关节面下软骨；1b: 超声引导下撬拨复位后，关节软骨及骨化中心复位均满意；粗箭头示关节软骨复位，细箭头示骨化中心复位；1c: 经距骨软骨对跟骨内侧关节面超声探查，可见内侧关节面完整。1 为跟骨内侧骨化中心，2 为距骨软骨，箭头示关节软骨；1d: 术后 6 周复查 X 线片，可见骨折愈合好。

Figure 1. A 6-year-old male who underwent ultrasound-guided closed pry reduction and Kirschner's wires internal fixation for Sanders type II fractures of the right calcaneus. 1a. Preoperative ultrasonography revealed lateral articular surface collapse, 1 presenting the ossification center and 2 presenting non-ossified subarticular cartilage; 1b: Satisfactory reduction of articular cartilage and ossification center after ultrasound-guided reduction, the thick arrow indicating articular cartilage reduction and the thin arrow indicating ossification center reduction; 1c: Scanning the medial articular surface of calcaneus via talus cartilage showing complete articular surface, 1 representing medial ossification center of calcaneus, 2 representing the talus cartilage, and the arrowhead indicating the articular cartilage; 1d: X-ray 6 weeks after surgery showed that the fracture healed well.



图 2. 患儿男性，12 岁，左跟骨 Sanders II 型骨折，行常规闭合撬拨复位克氏针内固定治疗。2a: 术前侧位 X 线片可见左侧跟骨骨折，累及距下关节面；2b: 术后 1 个月 X 线片可见 Bohler 角与 Gissane 角均恢复正常，骨痂形成；2c, 2d: 末次随访侧位及轴位 X 线片显示 Bohler 角与 Gissane 角均无丢失。

Figure 2. A 12-year-old male who received conventional closed pry reduction and Kirschner's wire internal fixation for left calcaneal fractures. 2a: Lateral X-ray before operation showed fractures of the left calcaneus involving the subtalar joint; 2b: X-ray 1 month after operation showed that Bohler's angle and Gissane's angle both returned to normal with callus formed; 2c, 2d: The lateral and axial radiographs showed no loss of Bohler angle and Gissane angle at the last follow-up.

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患儿均顺利完成手术，术中无神经血管损伤等严重并发症。围手术期资料见表 2。超声组手术时

间、影像检查时间、术中透视次数、下地行走时间和住院时间均显著优于透视组 ($P<0.05$)，两组钉道感染发生率及拔除克氏针时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 2. 两组患儿围手术期资料与比较

Table 2. Perioperative data and comparison between the two groups			
指标	超声组 (n=55)	透视组 (n=45)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	35.0±6.8	58.2±10.4	<0.001
影像检查时间 (s, $\bar{x} \pm s$)	325.0±25.6	600.5±73.5	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	2.7±0.8	10.2±2.8	<0.001
钉道感染 (例, 否/是)	55/0	44/1	0.450
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.0±0.5	3.5±1.0	0.002
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.5±1.6	5.4±2.0	0.014
拔除克氏针时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	54.1±7.2	57.0±8.0	0.060

2.2 随访结果

所有患儿均获随访，随访时间 12~36 个月，平均 (17.5±4.5) 个月。两组患者随访资料见表 3。两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与术后 1 个月相比，末次随访时两组 VAS 评分较显著减少 ($P<0.05$)，AOFAS 评分、踝背伸-跖屈及内-外翻 ROM 均显著增加 ($P<0.05$)。术后 1 个月，超声组 VAS 评分显著优于透视组 ($P<0.05$)，其他相应时间点，两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随访期间均无骨折延期愈合、克氏针松动等不良事件发生，无患儿需再次手术翻修。

2.3 影像评估

患者影像学资料见表 4。随时间推移，两组 Bohler 角均显著增大 ($P<0.05$)，Gissane 角、关节软骨塌陷高度均显著减小 ($P<0.05$)。术前两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)，术后 1 个月超声组关节软骨塌陷高度显著小于透视组 ($P<0.05$)，术后相应时间点，两组间其他影像指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

3 讨论

儿童跟骨骨折生物力学等特点与成人存在差异，治疗上有所不同，通常 <10 岁患儿无需手术，≥10 岁患儿根据情况选择手术，以修复关节软骨塌陷高度 [12, 13]。有学者称，儿童跟骨骨折的手术适应证包括 [14]：(1) 跟骨开放性骨折；(2) 关节面移位超过 2 mm 或 Bohler 角丢失超过 5°，外侧壁明显膨出的 Sanders II 型、复杂的 III/IV 型骨折；(3) 距下关节外移位型骨折。本研究 100 例儿童跟骨骨折均行闭合

撬拨复位克氏针内固定治疗，该术式创伤小，术中恢复快，既往多采取 C 形臂 X 线机透视下操作，易引发辐射损伤，且透视难以清晰显现整体关节面，增加局部复位不满意概率。对此较多学者开始使用超声引导下复位内固定 [15-17]。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 3. Follow-up data of the two groups ($\bar{x} \pm s$) and comparison			
指标	超声组 (n=55)	透视组 (n=45)	P 值
完全负重活动时间 (d)	73.4±7.6	76.3±8.2	0.070
踝背伸-跖屈 ROM (°)			
术后 1 个月	16.6±2.3	15.7±2.6	0.070
末次随访	21.0±2.5	20.3±2.4	0.159
P 值	<0.001	<0.001	
内-外翻 ROM (°)			
术后 1 个月	8.0±1.4	7.5±1.6	0.099
末次随访	9.8±1.9	9.2±1.3	0.075
P 值	<0.001	<0.001	
VAS 评分 (分)			
术后 1 个月	2.0±0.6	2.3±0.7	0.023
末次随访	1.1±0.3	1.2±0.4	0.157
P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术后 1 个月	75.6±6.2	73.1±7.0	0.061
末次随访	87.3±6.7	86.0±7.4	0.359
P 值	<0.001	<0.001	

表 4. 两组患者影像学资料 ($\bar{x} \pm s$) 比较

Table 4. Comparison of imaging data of the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	超声组 (n=55)	透视组 (n=45)	P 值
Bohler 角 (°)			
术前	9.5±1.7	9.3±1.5	0.539
术后 1 个月	31.5±4.0	30.0±3.8	0.059
末次随访时	37.2±3.5	36.5±3.2	0.304
P 值	<0.001	<0.001	
Gissane 角 (°)			
术前	140.8±5.3	141.2±5.5	0.713
术后 1 个月	120.6±5.0	122.5±4.8	0.057
末次随访时	110.3±6.2	112.0±6.0	0.170
P 值	<0.001	<0.001	
软骨塌陷 (mm)			
术前	4.0±1.3	3.8±1.4	0.462
术后 1 个月	2.0±0.7	2.5±0.6	<0.001
末次随访时	1.6±0.5	1.8±0.6	0.366
P 值	<0.001	<0.001	

本研究中, 相比透视组, 超声引导组明显缩短手术时间, 减少透视次数, 显著缩短了下床行走及出院时间, 与朱立宁等^[18] 研究结果部分一致。分析原因: X线透视通常需多次定位以保证克氏针精确置入, 除了增加透视次数外, 还会延长手术时间, 而超声能实时对跟骨骨折状况清晰显示, 获取跟骨内外侧关节面图像, 为克氏针撬拨复位提供精确的指示, 同时能精确复位塌陷骨折, 无需反复透视, 进而缩短手术时长。两组钉道感染对比无显著差异, 且随访期间无克氏针松动等不良事件发生, 可见闭合撬拨复位克氏针内固定治疗儿童跟骨骨折较为安全。对跟骨骨折来说, 踝关节功能、足内外翻改善至关重要^[19]。本研究结果提示, 两组均能改善患儿踝关节功能及足踝活动度。而超声组术后1个月VAS评分、关节软骨塌陷高度显著优于透视组, 可能是因为超声引导下能更好地显示跟骨侧位, 降低局部关节面复位不佳的可能性, 透视次数少但复位精确, 有利于进一步降低塌陷高度^[8]。两组末次随访上述两指标对比无显著差异, 这可能与闭合撬拨复位克氏针内固定本身优势有关, 跟骨骨折患儿术后骨折愈合良好, 安全有效, 也可能受术后早期功能锻炼等其他因素影响。影像方面, Bohler角、Gissane角与跟骨骨折密切相关, 前者正常范围 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$, 后者为 $95^{\circ}\sim 105^{\circ}$, 两者其值减小或增大提示跟骨后关节面塌陷^[20, 21]。本研究中, 两组术后1个月、末次随访Bohler角、Gissane角较术前均显著改善, 而组间对比均无显著差异。可见两组均能有效纠正患儿关节面塌陷。超声具有无辐射、准确方便、无菌性好、动态监测等优势^[22, 23], 能实时、动态监测跟骨骨折复位, 提高临床疗效。临床需加强超声操作及安全管理, 避免耦合剂造成感染、克氏针针尖损伤神经血管等发生。

综上所述, 超声引导闭合复位内固定治疗儿童跟骨骨折具有手术时间短、辐射损伤小、术中出血量少等优点, 安全有效。本研究的不足: 本文系回顾性研究, 研究对象选取存在一定的主观性, 可能导致结果偏倚, 需日后通过大样本、多中心、前瞻性研究进一步验证本研究结论。

参考文献

- [1] Vosoughi AR, Borazjani R, Ghasemi N, et al. Different types and epidemiological patterns of calcaneal fractures based on reviewing CT images of 957 fractures [J]. *Foot Ankle Surg*, 2022, 28 (1) : 88-92. DOI: 10.1016/j.fas.2021.02.002.
- [2] 陈言智, 杨志强, 张元, 等. 两种入路开放复位内固定 Sanders II~III跟骨骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (8) : 694-699. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.05.
- [3] Chen YZ, Yang ZQ, Zhang Y, et al. Two approaches for open reduction and internal fixation of Sanders II-III calcaneal fracture [J]. *Orthopaedic Journal of China*, 2023, 31 (8) : 694-699. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.05.
- [4] 赵海涛, 苏艳玲, 陈伟, 等. 2003年至2012年河北医科大学第三医院儿童跟骨骨折的流行病学研究 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2015, 17 (11) : 977-981. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2015.11.013.
- [5] Zhao HT, Su YL, Chen W, et al. Epidemiological study of calcaneal fracture in children in the Third Hospital of Hebei Medical University from 2003 to 2012 [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2015, 17 (11) : 977-981. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2015.11.013.
- [6] Guterres LW, Ribeiro DA, Ribeiro TA. An atypical calcaneal fracture in a child: a literature review concerning the treatment [J]. *Clin Med Res*, 2015, 7 (1) : 52-55. DOI: 10.14740/jocmr1977w.
- [7] Rammelt S, Godoy-Santos AL, Schneiders W, et al. Foot and ankle fractures during childhood: review of the literature and scientific evidence for appropriate treatment [J]. *Rev Bras Ortop*, 2016, 51 (6) : 630-639. DOI: 10.1016/j.rboe.2016.09.001.
- [8] 程富礼, 王爱国, 景小博. 切开复位内固定治疗儿童跟骨骨折的临床体会 [C]. 第二十四届全国中西医结合骨伤科学术年会论文集, 2017: 580-580.
- [9] Cheng FL, Wang AG, Jing XB. Clinical experience of open reduction and internal fixation in the treatment of calcaneal fracture in children [C]. *Proceedings of the 24th Annual Conference of Orthopedics and Traumatology of Integrated Chinese and Western Medicine*, 2017: 580-580.
- [10] 褚祥军, 管之也, 马海龙, 等. 两种手术方法治疗大龄儿童跟骨关节内移位骨折的疗效比较 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36 (10) : 1255-1260. DOI: 10.7507/1002-1892.202204047.
- [11] Chu XJ, Guan ZY, Ma HL, et al. Comparison of two surgical methods in the treatment of calcaneal intra-articular displaced fracture in older children [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2022, 36 (10) : 1255-1260. DOI: 10.7507/1002-1892.2022 04047.
- [12] 卢宜哲, 洪庆南, 郑耿阳, 等. 超声引导下经皮撬拨复位克氏针内固定治疗低龄儿童跟骨关节内骨折 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2021, 18 (4) : 79-82. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2021.04.016.
- [13] Lu YZ, Hong QN, Zheng GY, et al. Treatment of calcaneal intra-articular fracture in young children with ultrasound-guided percutaneous prying reduction and Kirschner needle fixation [J]. *Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study*, 2021, 18 (4) : 79-82. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2021.04.016.
- [14] Sanders R. Displaced intraarticular fracture of the calcaneus [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2000, 82 (2) : 225-250. DOI: 10.2106/00004623-200002000-00009.
- [15] Myles PS, Myles DB, Galagher W, et al. Measuring acute postoper-

- ative pain using the visual analog scale:the minimal clinically important difference and patient acceptable symptom state [J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118 (3): 424-429. DOI: 10.1093/bja/aew466.
- [11] Alhadhoud M, Alsiri N, Alsaffar M, et al. Cross-cultural adaptation and validation of an arabic version of the american orthopedics foot and ankle score (AOFAS) [J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26 (8): 876-882. DOI: 10.1016/j.fas.2019.11.001.
- [12] 王新德, 明立功, 王自方, 等. 儿童双侧 Sanders II 型跟骨骨折 1 例 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35 (8): 889-890. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2020.08.041.
- Wang XD, Ming LG, Wang ZF, et al. A case study of bilateral Sanders II calcaneal fracture in children [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2020, 35 (8): 889-890. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2020.08.041.
- [13] 徐杨博, 魏代清, 邓勇, 等. 关节镜辅助下手术治疗儿童跟骨关节内移位骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22 (7): 587-591. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20191219-00462.
- Xu YB, Wei DQ, Deng Y, et al. Arthroscopy assisted surgery in treating children with joint displacement of fracture [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2020, 22 (7): 587-591. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20191219-00462.
- [14] 朱绍瑜, 张建方, 万俊明, 等. 微创手术治疗大龄儿童跟骨关节内骨折的疗效分析 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32 (2): 220-221. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2017.02.039.
- Zhu SY, Zhang JF, Wan JM, et al. Effect of minimally invasive surgery on intra-articular calcaneal fractures in older children [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2017, 32 (2): 220-221. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2017.02.039.
- [15] 郭美振, 黄濛乐, 覃佳强, 等. 超声引导下闭合复位内固定治疗儿童 Jakob II 型肱骨外髁骨折的疗效 [J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36 (9): 785-790. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2020.09.004.
- Guo MZ, Huang YL, Qin JQ, et al. Effect of ultrasound-guided closed reduction and internal fixation on Jakob II humerus lateral condylar fracture in children [J]. *Chinese Journal of Trauma*, 2020, 36 (9): 785-790. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2020.09.004.
- [16] Yuan S, Li ZC, Lyu SJ, et al. Ultrasound-guided closed reduction and kirschner wires internal fixation for the treatment of Kilfoyle II and III medial condylar fracture of humerus in children [J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2021, 34 (5): 437-441. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.05.008.
- [17] 孙勃, 刘士波, 薛鑫鑫, 等. 超声辅助定位载距突螺钉位置治疗跟骨骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (14): 1269-1273. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.05.
- Sun B, Liu SB, Xue XX, et al. Ultrasound-assisted placement of taloid screws for calcaneal fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (14): 1269-1273. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.05.
- [18] 朱立宁, 王静, 甘先民, 等. 超声引导下经皮撬拨复位克氏针内固定治疗低龄儿童跟骨关节内骨折的临床效果 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22 (4): 396-399. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2023.04.017.
- Zhu LN, Wang J, Gan XM, et al. Clinical effect of ultrasound-guided percutaneous pick-reduction Kirschner needle internal fixation in the treatment of calcaneal intra-articular fracture in young children [J]. *Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 2023, 22 (4): 396-399. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2023.04.017.
- [19] 王建伟, 吴晓峰, 姜兴华, 等. 3D 打印辅助 Sanders III 型跟骨骨折切开复位内固定 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (3): 199-204. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.02.
- Wang JW, Wu XF, Jiang XH, et al. 3D printing assisted open reduction and internal fixation of Sanders Type III calcaneal fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (3): 199-204. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.02.
- [20] Pombo B, Ferreira AC, Costa L. Bohler angle and the crucial angle of Gissane in paediatric population [J]. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskeletal Disord*, 2019, 12: 1179544119835227. DOI: 10.1177/1179544119835227.
- [21] 吴红军, 侯仁平, 迟涛胜, 等. 闭合复位改良空心撑开螺钉经皮固定跟骨骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (18): 1693-1696. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.13.
- Wu HJ, Hou RP, Chi TS, et al. Percutaneous fixation of calcaneal fracture with modified hollow stay screw [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (18): 1693-1696. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.13.
- [22] Ackermann O, Simanowski J, Eckert K. Fracture ultrasound of the extremities [J]. *Ultraschall Med*, 2020, 41 (1): 12-28. DOI: 10.1055/a-1023-1782.
- [23] Du MJ, Lin YH, Chen WT, et al. Advances in the application of ultrasound for fracture diagnosis and treatment [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26 (21): 7949-7954. DOI: 10.26355/eurrev_202211_30146.

(收稿:2023-09-11 修回:2023-12-21)
(同行评议专家:蔡振存, 苏郁)
(本文编辑:闫承杰)