

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

卢宜哲 洪庆南 郑耿阳 柯清辉

[摘要] 目的 探讨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。方法 自2012年6月至2020年1月,中国人民解放军联勤保障部队第910医院小儿骨科共收治低龄儿童跟骨关节内骨折21例。其中,男17例,女4例;年龄3~7岁,平均 (4.85 ± 1.46) 岁。受伤至手术时间3~48h,平均 (23.05 ± 13.14) h。骨折Sanders分型:II型16例,III型5例。术前跟骨Böhler角 $7.1^\circ \sim 11.7^\circ$,平均 $(9.44\pm 1.53)^\circ$;术前跟骨Gissane角 $153^\circ \sim 170^\circ$,平均 $(160.62\pm 5.26)^\circ$ 。所有患者均采用克氏针撬拨复位内固定治疗,根据术中引导方式分为:超声组11例,采用术中超声引导下跟骨闭合复位;透视组10例,采用术中透视下跟骨闭合复位。记录手术时间、术中出血量、X线透视次数、VAS评分和AOFAS评分,测量跟骨Böhler角和Gissane角及关节软骨塌陷高度。结果 超声组手术时间和透视次数均少于透视组($P<0.01$),而出血量与透视组相似($P>0.05$)。超声组的术后Böhler角、Gissane角、VAS评分和AOFAS评分与透视组比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。超声组的关节软骨塌陷高度为 (1.91 ± 1.14) mm,透视组为 (2.90 ± 1.45) mm,两组间比较差异有统计学意义($t=2.353$, $P<0.05$)。结论 超声引导下经皮撬拨复位内固定,应用在低龄儿童跟骨关节内骨折具有辐射损伤小、手术时间短、复位效果满意的优点,可以作为该骨折类型的可选手术方式之一。

[关键词] 超声; 低龄儿童; 跟骨骨折; 撬拨复位; 辐射损伤

[中图分类号] R683.42

[文献标识码] B

Ultrasound-guided percutaneous reduction by leverage and pin internal fixation for calcaneal intraarticular fracture in young children

Lu Yizhe, Hong Qingnan, Zheng Gengyang, Ke Qinghui. Department of Orthopedics, the 910th Hospital of Chinese PLA, Quanzhou Fujian, 362000, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the effect of ultrasound-guided percutaneous reduction by leverage and pin internal fixation for calcaneal intraarticular fracture in young children. **Methods** Between June 2012 and January 2020, there were 21 children were treated in the Department of Orthopedics, the 910th Hospital of Chinese PLA. There were 17 males and 4 females. The average age was (4.85 ± 1.46) years [range 3 to 7 years]. The average time from trauma to surgery was (23.05 ± 13.14) h [range 3-48 h]. According to Sanders fracture classification, there were 16 cases in type II, and 5 cases in type III. The average preoperative Böhler angle was $(9.44\pm 1.53)^\circ$ [range 7.1° to 11.7°], and Gissane angle was $(160.62\pm 5.26)^\circ$ [range 153° to 170°]. All children were underwent percutaneous reduction by leverage and pin internal fixation. According to type of guidance, 11 children in ultrasound group were ultrasound-guided and 10 children in X-ray group were X-ray guided. The time of operation, loss of bleeding, number of X-ray, VAS score, AOFAS score, Böhler angle, Gissane angle and compression height of articular surface were recorded. **Results** Time of operation and number of X-ray in ultrasound group were less than X-ray group ($P<0.01$), but there was no significant difference about loss of bleeding between two groups ($P>0.05$). There was no significant difference between two group about postoperative Böhler angle, Gissane angle, VAS score and AOFAS score ($P>0.05$). The compression height of articular surface in ultrasound group was (1.91 ± 1.14) mm, and (2.90 ± 1.45) mm in X-ray group, and there was significant difference between two groups ($t=2.353$, $P<0.05$). **Conclusion** Ultrasound-guided percutaneous reduction by leverage and pin internal fixation for calcaneal intraarticular fracture in young children, has advantages of low radiation damage, short time of operation and good reduction, and it could be an optional surgery method.

[Key words] Ultrasound; Young children; Calcaneal fracture; Reduction by leverage; Radiation damage

跟骨骨折在低龄儿童中罕见,临床上多采用透视下或造影透视下克氏针撬拨的方法进行复位,但反复的X线暴露对低龄儿童的损伤较大,而且由于关节面下大量软骨的存在,术中透视难以达到关节面的满意复位^[1]。目前肌骨超声已逐步应用于低龄儿童骨关节损伤的诊断,超声在儿童软骨的显影效果优于透视,而且可以达到实时骨软骨成像^[2],但超声应用于未骨化软骨的复位尚未见文献报道。中国人民解放军联勤保障部队第910医院小儿骨科自2012年6月至2020年1月应用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,效果满意,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

自2012年6月至2020年1月,本院小儿骨科共收治低龄儿童跟骨关节内骨折21例。其中,男17例,女4例;年龄3~7岁,平均(4.85±1.46)岁。受伤原因均为高处坠落伤。受伤至手术时间3~48 h,平均(23.05±13.14) h。骨折Sanders分型:II型16例,III型5例。术前跟骨Böhler角7.1°~11.7°,平均(9.44±1.53)°;术前跟骨Gissane角153°~170°,平均(160.62±5.26)°。所有患者均采用克氏

针撬拨复位内固定治疗,根据术中引导方式分为超声组和透视组:超声组11例,采用术中超声引导下跟骨闭合复位;透视组10例,采用术中透视下跟骨闭合复位。两组患者在年龄、性别、受伤时间、骨折Sanders分型、术前Böhler角和Gissane角比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

1.2 手术方法

所有患者均在全麻下手术,取侧卧位,患肢朝上,术野常规消毒铺无菌巾。

1.2.1 超声组

选择高频线性超声探头,探头涂抹耦合剂,置入无菌薄膜套中,并与彩色超声诊断仪(型号:Philips iU-22型)连接,频率设置为7~12 MHz。探头平行跟距关节,并自上向下与皮肤呈45°,将探头紧压于皮肤上,显影跟骨关节面,探查关节塌陷情况(见图1A、图1C)。经跟骨结节下钻入1枚直径3.0 mm不锈钢克氏针,超声引导下针尖直至塌陷骨折端。超声监视下向上撬拨复位骨折端,直到超声影像下跟骨关节面满意复位(见图1B),继续钻入克氏针直至远侧骨折端。同时经骨折端置入2~3枚直径1.5 mm不锈钢克氏针固定,术后X线C臂机下透视确定骨折复位情况和克氏针位置。处理针尾,无菌敷料包扎。

表1 两组患者术前一般情况比较

分组	例数(n)	年龄(岁)	性别(男/女)	受伤时间(h)	Böhler角(°)	Gissane角(°)	Sanders分型(II/III)
超声组	11	4.82±1.54	9/2	23.27±13.12	9.50±1.57	160.45±5.75	8/3
透视组	10	4.90±1.45	8/2	22.80±13.86	9.38±1.58	160.80±4.96	8/2
统计值	—	$t=0.125$	—	$t=0.080$	$t=0.175$	$t=0.147$	—
P值	—	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05



图1 患儿,男,5岁,右跟骨关节面塌陷性骨折,Sanders II型。A. 超声探查见外侧关节面塌陷(☆:未骨化关节面下软骨;□:骨化中心);B. 克氏针撬拨复位后,关节软骨及骨化中心均获得满意复位(小箭头:骨化中心复位;大箭头:关节软骨复位);C. 经跟骨扫描跟骨内侧关节面,内侧关节面完整(☆:跟骨软骨;□:跟骨内侧骨化中心;小箭头:关节软骨)。

1.2.2 透视组

C臂机垂直足跟,必要时经跟距关节外侧注入碘海醇1 mL行跟距关节造影。X线连续监测下行跟骨塌陷关节面克氏针撬拨复位,复位方法同超声组。

1.3 术后处理

术后踝关节石膏制动4周。术后2 d、4周、8周、12周复查X线片,术后第2天复查踝关节MRI。术后4周复查X线片,骨折愈合后取出克氏针,开始行踝关节功能锻炼。术后12周开始完全负重行走。

1.4 评价指标

记录手术时间、术中出血量和X线透视次数。根据术前、术后X线片,测量跟骨Böhler角和Gissane角。根据术后踝关节MRI,记录骨折端关节软骨塌陷高度。根据疼痛视觉模拟评分标准(visual analogue scale, VAS)评估疼痛程度,根据美国骨科协会足踝评分量表(American orthopaedic foot & ankle society questionnaire, AOFAS)评估足踝功能。

1.5 统计学方法

采用SPSS 20.0统计软件包进行统计分析。计量资料采

用均数±标准差表示,两组间计量资料比较采用两独立样本 t 检验;两组间计数资料比较,采用卡方检验,样本量小于 5 时,采用 Fisher 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

所有患者均获得随访,随访时间 6 ~ 13 个月,平均 (10.31±2.11) 个月。所有患者均未出现钉道感染,克氏针松动、折断等并发症。

2.1 术中情况比较

超声组手术时间和透视次数均少于透视组 ($P<0.01$),而出血量与透视组相似 ($P>0.05$),见表 2。

表 2 超声组与透视组术中情况比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	例数(n)	手术时间(min)	出血量(mL)	透视次数(次)
超声组	11	28.73±5.95	5.55±3.86	2.64±0.81
透视组	10	59.90±10.09	5.60±3.30	10.40±2.55
t 值	—	8.723	0.035	9.611
P 值	—	<0.01	>0.05	<0.01

2.2 术后功能比较

超声组的术后 Böhler 角、Gissane 角、VAS 评分和 AOFAS 评分与透视组比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 3。

表 3 超声组与透视组术后功能比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	例数(n)	Böhler 角(°)	Gissane 角(°)	VAS 评分(分)	AOFAS 评分(分)
超声组	11	37.26±2.46	128.24±5.22	1.27±0.65	86.55±4.57
透视组	10	36.03±2.66	128.04±4.00	1.30±0.48	85.80±4.21
统计值	—	1.104	0.096	0.109	0.387
P 值	—	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

2.3 术后关节软骨复位情况比较

超声组的关节软骨塌陷高度为 (1.91±1.14) mm,透视组为 (2.90±1.45) mm,两组间比较差异有统计学意义 ($t=2.353$, $P<0.05$)。

3 讨论

3.1 低龄儿童跟骨关节内骨折复位面临的困难

与成人不同的是,低龄儿童跟骨关节面下充斥大量软骨, Dudda 等^[3]报道 6 ~ 7 岁以下儿童跟骨仅有 32% ~ 53% 存在骨化。Guterres 等^[4]也报道低龄儿童跟骨骨折大部分为累及软骨的骨折。大量软骨的存在影响跟骨骨折的闭合复位,虽然跟距关节造影可显影关节软骨,但造影剂在骨折线内的弥散也会影响透视效果,撬拨复位过程中难以满意地观察关节软骨的复位情况,可能存在复位不足的情况。虽然透视组内术后 X 线侧位片上的跟骨 Böhler 角和 Gissane 角在正常范围内,骨位已在可接受范围,但 MRI 影像上关节软骨的塌陷高度仍超过 2 mm,达到 (2.90±1.45) mm,关节面复位效果仍有所欠缺。如何更为有效地进行术中跟骨软骨显影是小儿骨科面临的难题,虽然随着技术的发展,高分辨率的术中 CT 已应用于临床,可以在术中进行关节软骨的显影,但操作复杂^[5],而且儿童面临的 X 射线量显著增加,难以有效解决这个难题。

3.2 超声在骨软骨显影中的优势

虽然超声对骨组织的穿透性差,在骨折复位中的使用受到很大的限制,但超声尤其是高频超声对软组织的成像非常好,分辨率高,而软骨属于软组织成分,超声对累及关节的软骨骨折可以获得满意的实时影像^[6]。Turk 等^[7]采用高频超声诊断肋软骨骨折获得满意效果,可以发现隐匿性骨折,

敏感度高于 CT 和 MRI。Scheier 等^[8]在应用 B 超进行肱骨近端辅助复位时,通过超声实时成像可以满足骨折复位需要,可以形成近端软骨和骺板清晰的断层图像。但超声对骨与软骨的成像是通过不同组织对超声波的反射获得的,与 X 线或 MRI 成像差异较大,对影像的判读需要较长时间的学习。同时由于超声波通过组织后会产生衰减,对于深部组织的成像能力较弱,但对于浅表骨软骨组织还是可以获得满意的实时成像。

3.3 超声在低龄儿童跟骨关节内骨折的应用

儿童跟骨关节面下大部分为软骨覆盖,软骨在超声影像下表现为均匀无回声层,而骨化中心则表现为强回声区^[9],由于跟骨骨折主要表现为矢状位的骨软骨塌陷,常用的侧位扫描由于外侧骨皮质的阻挡,难以扫描到塌陷关节软骨。本研究中笔者采用自上而下与皮肤呈 45°扫描的方式可以获得跟骨外侧关节面的无阻挡影像,但该角度无法直接将超声波打到跟骨内侧关节面,值得庆幸的是,在该年龄段距骨骨化中心较小,外侧由大量的软骨组成,在 45°扫描方式下,距骨外侧软骨对超声波的能量衰减较小,仍可以获得清晰的跟骨内侧关节面的软骨影像,表现为均匀无回声区下方的另一均匀无回声区,而两个区之间由略高回声的关节液相隔。

与 X 线透视相同的是,克氏针撬拨复位仍为低龄儿童跟骨骨折的主要复位方式。透视下需经过多次定位才能准确置入撬拨的克氏针,既增加射线暴露次数,也延长了手术时间。而超声对于进入软骨内克氏针显影为高回声的线样影像,通过这种方法,可以在无射线暴露的情况下准确将撬拨的克氏针置入最佳撬拨位置。并可在超声实时监测下复位塌陷的骨折,无需反复进行透视,大大节省了手术时间,本研

究中超声组的手术时间仅为 (28.73 ± 5.95) min, 明显少于透视组的 (59.90 ± 10.09) min。

在骨折复位过程中, 超声也体现了明显的优势, 在实时关节软骨影像引导下, 可以随时调整撬拨克氏针的方向和力度, 直至达到跟骨塌陷骨折的满意复位, 术后可以达到与透视相同的骨折复位效果与功能恢复, 虽然术后仍需通过 X 线透视来验证骨折内固定的具体位置, 但透视次数仅为 (2.64 ± 0.81) 次, 对儿童的辐射损伤尚可接受。而与此相反, 无论造影与否, 透视下仅能显示跟骨侧位的大体影像, 无法更进一步了解整个关节面的情况, 可能存在某个局部关节面复位不良的情况, 所以透视组的术后 MRI 关节软骨复位情况略差于超声组。同时在整个透视复位过程中, X 线暴露次数高达 (10.40 ± 2.55) 次, 显著高于超声组, 儿童术中射线损害不得不重视。

3.4 操作中的注意事项

①超声在软骨中的衰减速度虽然低于骨皮质, 但仍高于皮下组织、筋膜、肌腱等软组织, 所以在本研究中为了增加跟骨骨软骨的图像质量, 超声的频率应当调整至 $7 \sim 12$ MHz 的高频区间。②虽然笔者在跟骨关节软骨的超声扫查中, 发现探头自上而下与皮肤呈 45° 以获得满意的关节影像, 但由于不同年龄段距骨软骨含量的差异, 有时可能需要在术中反复调整超声发射角度来更好地扫查关节软骨。③骨折复位完成置入固定克氏针时, 应增加超声的跟骨侧位成像, 以确认克氏针的方向是否满意。

3.5 不足之处

①由于低龄儿童跟骨关节内骨折的发病率较低, 肌骨超声在该部位的应用经验较为有限; ②肌骨超声的应用需要术者具备超声诊断的技术和经验, 临床应用有所限制。

综上所述, 超声引导下经皮撬拨复位内固定, 应用在低龄儿童跟骨关节内骨折具有辐射损伤小、手术时间短、复位

效果满意的优点, 可以作为该骨折类型的可手术方式之一。

参考文献

- [1] Mora S, Thordarson DB, Zions LE, et al. Pediatric calcaneal fractures [J]. Foot Ankle Int, 2001, 22(6): 471-477.
- [2] Herren C, Sobottke R, Visel D, et al. Ultrasound-guided diagnosis of fractures of the distal forearm in children[J]. Orthop Thaumotol Surg Res, 2015, 101(4): 501-505.
- [3] Dudda M, Kruppa C, Seybold D, et al. Pediatric and adolescent intra-articular fractures of the calcaneus[J]. Orthop Eev(Pavia), 2013, 5(2): 82-85.
- [4] Guterres LW, Ribeiro DA, Ribeiro TA. An atypical calcaneal fracture in a child: A literature review concerning the treatment[J]. J Clin Med Res, 2015, 7(1): 52-55.
- [5] Halm JA, Beerekamp MSH, Schepers T, et al. Intraoperative effect of 2D vs 3D fluoroscopy on quality of reduction and patient-related outcome in calcaneal fracture surgery[J]. Foot Ankle Int, 2020, 41(8): 954-963.
- [6] Moritz JD, Hoffmann B, Meuser SH, et al. Is ultrasound equal to X-ray in pediatric fracture diagnosis[J]. Rofo, 2010, 182(8): 706-814.
- [7] Turk F, Kurt AB, Saglam S. Evaluation by ultrasound of traumatic rib fractures missed by radiography[J]. Emerg Radiol, 2010, 17(6): 473-477.
- [8] Scheier E, Balla U. Ultrasound-assisted reduction of displaced and shortened fractures by pediatric emergency physicians[J]. Pediatr Emerg Care, 2017, 33(9): 654-656.
- [9] Litrenta J, Masrouha K, Wasterlain A, et al. Ultrasound evaluation of pediatric orthopaedic patients[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2020, 28(16): e696-e705.

【作者简介】卢宜哲(1985-)男, 硕士, 主治医师。研究方向: 创伤骨科。

(收稿日期: 2020-09-28)