

脑瘫患儿合并关节面移位型跟骨横行骨折

——基于特殊病例的文献回顾

党宇泽¹, 颀 强^{2*}

¹西安医学院研究生工作部, 陕西 西安

²西安交通大学附属红会医院儿童骨病医院损伤修复病区, 陕西 西安

收稿日期: 2026年1月6日; 录用日期: 2026年1月30日; 发布日期: 2026年2月10日

摘要

目的: 介绍一例合并关节面移位跟骨横行骨折的脑瘫患儿, 分析其损伤机制, 总结治疗方法及临床效果。方法: 回顾1例我院收治的跟骨骨折的脑瘫患儿资料, 结合文献回顾, 对患者的一般情况、受伤机制及治疗情况进行分析。结果: 13岁男孩因跳绳致右足跟肿痛、活动受限6小时后就诊, 既往有脑瘫病史, 跟腱挛缩, 入院后予以消肿止痛等对症支持治疗后择期行微创闭合撬拨联合钳夹复位内固定术, 术后随访显示患儿恢复良好, 未出现感染等并发症。本例在治疗方案上与文献报道经验一致, 但损伤机制及分型上存在差异。结论: 本例为骨折线走向累及距下关节的跟骨横行骨折, 目前此类分型没有学者提出, 因此, 本病例的发现对于未来的研究具有重要意义, 能够促进儿童跟骨骨折分类的完善, 为骨科医生提供参考。针对患儿跟腱紧张问题, 后期可考虑实施跟腱松解术, 减轻跟腱张力并增强运动功能。

关键词

跟骨骨折, 脑瘫, 损伤机制, 分型, 治疗

Transverse Calcaneal Fracture with Articular Surface Displacement in a Child with Cerebral Palsy

—A Literature Review Based on a Special Case

Yuze Dang¹, Qiang Jie^{2*}

¹Postgraduate Office, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Injury Repair, Pediatric Orthopedic Hospital, Honghui Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi

Received: January 6, 2026; accepted: January 30, 2026; published: February 10, 2026

*通讯作者。

文章引用: 党宇泽, 颀强. 脑瘫患儿合并关节面移位型跟骨横行骨折[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 2000-2008.
DOI: 10.12677/acm.2026.162596

Abstract

Objective: To present a case of a child with cerebral palsy who sustained a displaced transverse calcaneal fracture involving the articular surface, and to analyze the injury mechanism while summarizing the treatment methods and clinical outcomes. **Methods:** Review of data from a child with cerebral palsy and a calcaneal fracture admitted to our hospital. Combined with a literature review, the patient's general condition, injury mechanism, and treatment were analyzed. **Results:** A 13-year-old boy presented with right heel pain and limited movement after jumping rope for 6 hours. He had a history of cerebral palsy and Achilles tendon contracture. After admission, he received symptomatic treatment such as anti-inflammatory and analgesic therapy. Subsequently, he underwent minimally invasive closed reduction and clamp reduction internal fixation surgery. Follow-up showed good recovery in the child, with no complications such as infection. The treatment plan in this case was consistent with reported experiences in the literature, but there were differences in the injury mechanism and classification. **Conclusion:** This case involved a transverse calcaneal fracture with a fracture line extending to the subtalar joint. To date, no scholars have proposed such a classification. Therefore, the discovery of this case is of significant importance for future research, as it can contribute to the refinement of pediatric calcaneal fracture classification and provide valuable reference for orthopedic surgeons. Considering the child's Achilles tendon tension in the later stages, an Achilles tendon release surgery could be considered to reduce tendon tension and enhance motor function.

Keywords

Calcaneal Fracture, Cerebral Palsy, Injury Mechanism, Classification, Treatment

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

跟骨是人体最大的跗骨, 主要参与人体的负重及行走。成人跟骨骨折约占所有骨折的 2%, 且 60%~75% 的跟骨骨折是关节内移位骨折[1]。相对于成人, 儿童跟骨骨折的发生率较低, 研究报道只占儿童全身骨折的 0.005%~0.41% [2] [3], 随着数据的不断更新, 儿童跟骨骨折的发生率也发生变化。根据文献报道, 现有跟骨骨折类型中, 舌型跟骨骨折占所有跟骨骨折的 25%~35% [4] [5], 但横行跟骨骨折涉及关节面移位的类型较为罕见。本文报道了我院收治的一例跟骨横行骨折合并关节面移位的特殊患儿, 结合患儿脑瘫病史, 分析其损伤机制, 总结治疗方法及临床效果。

2. 临床资料

患儿, 男, 13 岁。以“跳绳致右足跟肿痛, 活动受限 6 小时余”为主诉来我院就诊。患儿 6 小时前因跳绳致右足受伤, 伤后即感右足跟肿胀, 疼痛, 外院 X 线检查显示右跟骨骨质连续性中断, 断端移位明显, 骨折线累及关节面。我院急诊以“右跟骨骨折”收治住院。患儿既往有脑瘫病史, 平素行走时双侧跟腱紧张, 下蹲受限。无肝炎、结核等传染病史, 家族中无遗传病史。

专科查体: 右足跟部明显肿胀, 局部可见皮肤淤青, 足跟增宽, 局部压痛明显, 局部软组织肿胀, 张力增高, 后足轻度内翻畸形, 足背伸活动受限, 活动时足跟部疼痛加剧, 双侧足背动脉波动均可触及,

末梢感觉及血运良好。辅助检查: X 线片显示右侧跟骨骨折伴关节面移位(图 1(A)), CT 平扫及三维成像提示右侧跟骨骨折断端移位明显, 骨折线累及关节面, 周围软组织肿胀(图 1(B)~(D))。



(A): 患者术前跟骨侧位 X 线片; (B)~(D): CT 扫描显示跟骨多发透亮骨折线, 伴骨折块明显移位、关节面受累及周围软组织肿胀, 三维重建显示跟骨骨皮质多处连续性中断。

Figure 1. Preoperative imaging examination of the patient

图 1. 患者术前影像学检查

根据病史、症状、体征, 结合辅助检查结果可诊断为: 1) 右足跟骨骨折, 2) 脑瘫后遗症, 3) 双足跟腱挛缩。患儿诊断明确, 入院后予以消肿止痛等对症支持治疗, 完善术前相关检查, 未见绝对手术禁忌症, 择期在全麻联合神经阻滞下行右跟骨骨折闭合撬拨联合钳夹复位内固定术。

手术过程: 麻醉生效后, 患儿取侧卧位, 术中在 C 型臂透视下进行复位, 先于跟骨结节处打入 1 枚 3.0 mm 直径的克氏针, 作为操纵杆, 牵引恢复跟骨长度, 纠正内翻畸形; 再使用点式复位钳进行临时钳夹固定, 透视下见骨折复位满意(术前 Bolher 角、Gissane 角分别为 35.4° 和 112.8° , 术后 Bolher 角、Gissane 角分别为 43.5° 和 119.2°), 使用 4 枚金属骨针经皮交叉固定。再次透视检查复位及固定效果满意, 内固定长短合适, 处理针尾。无菌辅料包扎, 支具外固定。患儿手术顺利。

术后复查及随访: 术后第一天复查 X 线片显示骨折复位满意, 内固定位置良好(图 2(A)和图 2(B)); 出院后嘱患儿适当锻炼, 维持支具固定, 避免剧烈活动, 以免造成再次骨折。术后 6 周复查 X 线片提示骨折断端骨痂生长满意(图 2(C)和图 2(D)), 达到临床愈合, 予以拔除钢针内固定; 术后 8 周复查 X 线提示骨折愈合良好, 有连续性骨痂形成, 骨折线模糊, 关节活动度评估显示: 踝关节背屈达到 15° , 跖屈 45° , 距下关节活动度恢复至正常范围的 80%。AOFAS 评分从术后 4 周的 75 分提升至术后 8 周的 82 分, 表明功能恢复呈现持续改善趋势(图 2(E)和图 2(F))。随访过程中均未出现感染及其他异常情况。通过标准化的 AOFAS 评分系统, 我们能够更加客观、量化地评估手术疗效, 为临床决策提供可靠依据。



((A)和(B)): 术后第一天跟骨轴位、侧位片; ((C)和(D)): 术后 6 周跟骨轴位、侧位片, 提示骨折断端骨痂生长满意, 达到临床愈合, 予以拔除内固定钢针; ((E)和(F)): 术后 8 周跟骨轴位、侧位片, 提示骨折断端愈合良好, 骨折线模糊, 骨折愈合良好, 关节活动良好。

Figure 2. Postoperative review and follow-up

图 2. 患者术后复查及随访

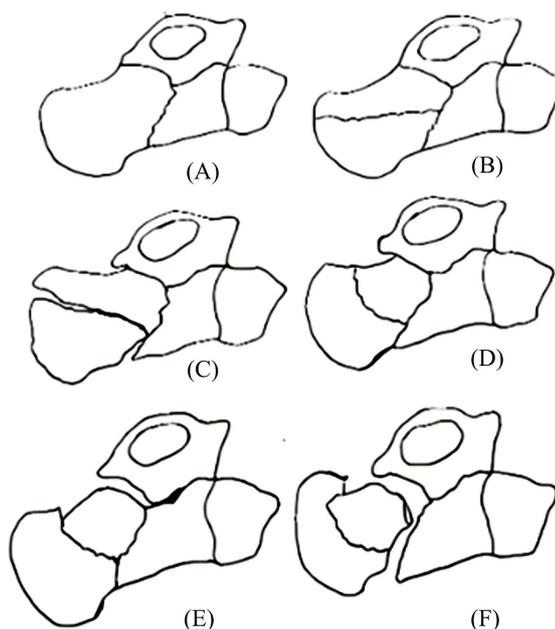
3. 讨论及文献回顾

3.1. 儿童跟骨骨折流行病学

成人跟骨骨折约占所有骨折的 2% [1], 相对于成人, 儿童骨骼软骨成分及有机质较多, 柔韧性好, 且骨骼的相对强度与儿童体重相关, 因此儿童跟骨骨折发病率较低[6]。有研究报道儿童跟骨骨折仅占儿童全身骨折的 0.005%~0.41% [2] [3]。此外, Schmidt 等[7]研究发现不同年龄段骨折发生率不同: 在不满 7 岁儿童中, 92%为关节外骨折; 8 到 14 岁儿童, 61%发生在关节外; 15 岁以上的儿童, 则类似于成人骨折, 62%为关节内骨折。随着流行病学数据的不断累积与更新, 儿童跟骨骨折的发生率呈现出动态变化的特征。张英泽等[8]研究报道了 10 年期间 164 例儿童跟骨骨折流行病学特征及变化趋势: 儿童跟骨骨折占儿童足部骨折的 15.26%, 占儿童全身骨折的 0.87%, 研究还发现儿童跟骨骨折多发生于 11~15 岁的大龄儿童, 原因可能是随着年龄的增长, 儿童活动范围和活动量逐渐增加, 更容易暴露于多种危险因素下, 受伤几率增大。

3.2. 儿童跟骨骨折分型

跟骨骨折临床分型主要依据 X 线和 CT 表现。目前临床常用的 Essex-Lopresti (见图 3) Sanders 分型 (见图 4) [9]-[11]。Essex-lopresti 分型基于 X 线表现, 根据是否累及距下关节面分为两型, 具体特征见表 1 [9] [11] [12]。Sanders 分类系统是一种依据冠状面和轴位 CT 扫描结果, 对跟骨关节内骨折进行细致分型的方法。该系统根据后关节面的骨折特征, 借助 A、B、C 三条线(A、B 线与跟骨纵轴平行, C 线与跟骨后部距下关节的内侧边缘对齐[13]), 将骨折细致划分为四种主要类型, 见表 2 所示[10] [11]。这种分型方法通过细致划分跟骨后关节面的损伤程度, 为临床治疗提供精确指导, 并显著影响患者的预后评估。



(A): 作用于距下关节的外力导致初始骨折线形成; (B): 舌状骨折, 继发骨折线延伸至跟骨结节的后侧, 骨折块的移位并不显著; (C): 舌状骨折, 骨折的前部嵌入跟骨的松质骨内, 后部则向上抬起, 导致骨折块出现明显分离和移位; (D): 凹陷型骨折, 继发骨折线穿过跟骨体部, 延伸至关节后方, 骨折块的移位并不明显; (E): 凹陷型骨折, 关节面的骨折块发生移位, 嵌入跟骨体的松质骨内; (F): 凹陷型骨折, 原始骨折线处骨折块分离。

Figure 3. Essex-Lopresti classification

图 3. Essex-Lopresti 分型



Figure 4. Sanders classification
图 4. Sanders 分型

Table 1. Essex-Lopresti classification of calcaneal fractures
表 1. 跟骨骨折 Essex-Lopresti 分型

类型	描述	骨折线位置	特征
I 型	关节外骨折	不涉及距下关节	包括跟骨结节骨折以及累及跟骰关节的骨折
II 型	关节内骨折	骨折线多经过距下关节后半部或内侧	根据骨折线延伸方向细分为舌状骨折和关节凹陷型骨折, 根据移位程度分为 I~III 度
II 型 I 度	舌状骨折	距下关节	外力通过距下关节作用, 导致初始骨折线的产生
II 型 II 度	舌状骨折	跟骨结节后缘	继发骨折线延伸至跟骨结节的后侧, 骨折移位不明显
II 型 III 度	舌状骨折	跟骨体松质骨内	骨折的部嵌入跟骨体内的松质骨中, 后部则向上抬起, 导致骨折块发生明显的分离和移位

Table 2. Sanders classification of calcaneal fractures
表 2. 跟骨骨折 Sanders 分型

类型	描述	骨折线数量	骨折块数量	移位情况	子类型
I 型	无移位的关节内骨折	不考虑	1	无	
II 型	后关节面为两部分骨折	1	2	≥2 mm	IIA、IIB、IIC
III 型	后关节面存在两条明显的骨折线, 导致骨折区域被分割成三个独立的部分。每个亚型均呈现出中央塌陷的骨折块特征	2	3	有	IIIAB、IIIAC、IIIBC
IV 型	后关节面骨折的复杂性体现在其损伤程度上, 骨折通常涉及四个或更多部分的移位, 包括严重的粉碎性骨折	≥2	≥4	有	

根据影像学分析, 特别是 CT 断层图像分析, 我们发现本例患儿的跟骨骨折展现出独特的特征, 与临床上常见的 Sanders II 型(舌型)骨折及跟骨结节撕脱骨折存在显著差异。该骨折在骨折线走向、关节面受累位置及骨折块形态上与 Sanders II 型舌状骨折明显不同, 其横行骨折线从跟骨外侧壁中后 1/3 交界处起

始, 并呈近水平方向延伸至后关节面的中央负重区, 形成的不规则四边形骨折块而非典型舌状; 同时, 与跟骨结节撕脱骨折相比, 本例骨折主要位于跟骨体部而非结节后上方, 且骨折线方向为横行而非纵行, 并明确累及距下关节面, 这些特点共同构成了此种罕见骨折类型的特殊性。

3.3. 损伤机制

儿童跟骨骨折多由高处坠落伤损伤所致, 损伤暴力包括轴向压缩力和剪切力[14]。跟骨的复杂解剖结构包括四个关节面: 后部由距下关节面和载距突构成的中关节面组成, 而前部则包括距下关节的前关节面以及与骰骨形成的鞍状关节面。这两部分之间, 由跗骨窦和跗骨管所分隔[15]。跟骨解剖结构的复杂性使其在承受轴向负荷时容易产生剪切和压缩骨折线。剪切骨折发生在矢状面, 穿过后关节面, 将其分成前内侧和后外侧碎片。骨折线可能向前延伸, 涉及距下关节面。骨折线的位置取决于剪切力作用时足的位置: 内翻位导致骨折线更多偏向前内侧; 外翻位导致骨折线更多偏向后外侧; 极度外翻位可能导致骨折线位于后关节面的外侧, 成为关节外骨折。压缩骨折由距骨前外侧突楔入 Gissane 角产生, 骨折线在穿过冠状面, 并向内侧延伸以分裂至中关节面和前内侧碎片, 压缩骨折在侧位视图上表现为倒“Y”形, 后支水平可延伸至结节部形成“舌型”骨折, 或者垂直延伸为“关节凹陷型”骨折[9][16][17]。张金利[15]等研究中进一步强调了牵拉力在骨折中的作用。当腓肠肌强烈收缩, 而足踝处于跖屈状态时, 若突然受到迫使足部背伸的外力, 可能会引起跟骨后结节的撕脱性骨折。同样, 足部在遭受突然内翻和跖屈力时, 分歧韧带的强力牵拉可能导致跟骨前突骨折。这类骨折往往是由于肌肉和韧带在特定方向上的剧烈牵拉作用于骨骼, 导致骨质在应力集中区域发生断裂。

本例患儿合并脑瘫病史, 文献报道指出脑瘫可引起肌肉骨骼系统的继发性改变, 如肌肉无力, 关节活动范围受限, 关节僵硬增加等[18]。痉挛性脑瘫患儿的短肌肌腱单位问题是由于肌肉生长相对于骨骼生长缓慢, 继发肌肉和筋膜结构改变, 以及伸展性降低, 特别是双关节肌, 如腓肠肌、腓绳肌和股直肌, 最容易发生关节挛缩, 从而导致步态异常[19]。

该例发病机制为患儿跳绳时足尖着地, 腓肠肌突然收缩牵拉跟腱, 踝关节在跖屈位受到背伸的暴力, 同时患儿存在脑瘫病史, 跟腱挛缩, 肌肉肌腱的伸展性较低, 引起后侧跟腱附着点强烈的牵拉力量, 结合目前肌腱本身特性以及跟骨受到的牵拉力, 综合文献报道, 我们认为造成患儿跟骨骨折是二者共同作用产生的结果[15][18][19]。此例患儿与常见的牵拉力导致的跟骨结节撕脱骨折在骨折位置、形态及涉及关节面等方面明显不同, 类似报道也较少。

3.4. 儿童跟骨骨折治疗

儿童跟骨关节软骨具有较强的修复和塑形能力, 故经非手术治疗即可取得很好的疗效。但随着近年手术技术的改进及患儿家属对疗效要求的提高, 距下关节内移位型儿童跟骨骨折经手术治疗也取得了满意的临床疗效[20]。

非手术治疗适应征为无移位或轻微移位的儿童跟骨骨折及 Sanders I 型儿童跟骨骨折[21][22]; 非手术治疗方法主要包括消肿、制动、冰敷和抬高患肢等; 踝关节和距下关节功能锻炼; 根据骨折程度, 患肢逐步行部分负重、半负重及全负重锻炼[20]。此类骨折经非手术治疗大部分可获得满意疗效[23][24]。手术治疗常采用的内固定方法主要包括微创经皮撬拨复位钢针或螺钉内固定以及切开复位内固定。微创经皮撬拨复位钢针或螺钉内固定特别适用于 Sanders II 型儿童跟骨骨折, 尤其是当跟骨外侧壁无明显膨出且软组织条件较差时[23][25]; Rammelt S. [26]等人认为经皮微创固定和螺钉固定可用于治疗跟骨关节外骨折和单纯关节内骨折合并后关节突整体移位, 如 Sanders IIC 型跟骨骨折。该手术方法在改善骨折愈合和减少术后并发症方面有显著意义。根据文献报道, 切开复位内固定治疗的适应症包括以下几种情况:

距下关节外移位型骨折[27] [28]、距下关节内移位型骨折(跟骨距下关节内骨折移位 ≥ 2 mm 或 Bolher 角丢失 $> 5^\circ$ [21] [22])、Sanders II 型骨折中外侧壁明显膨出者以及复杂的 Sanders III 型和 IV 型骨折[27], 跟骨开放性骨折[29]。Petit 等[22]在其研究中报道了采用切开复位内固定治疗 13 例(14 足)距下关节内移位型儿童跟骨骨折, 平均随访 67 个月(11~130 个月)后, 术前、术后平均 Bolher 角分别为 11.8° 和 28.4° , 显示出显著的统计学差异, 术后平均美国骨科足与踝关节协会(AOFAS)足与踝关节评分为 64 分, 仅 4 例出现伤口浅部感染等轻微并发症。这些数据表明, 切开复位内固定治疗对于改善距下关节内移位型儿童跟骨骨折的疗效是显著的, 并且并发症较少。

针对儿童跟骨骨折, 手术治疗临床效果确切, 且可以显著降低非手术治疗可能引发的长期并发症的风险。在进行手术治疗时, 无论采用何种术式, 至关重要的一步是确保跟骨解剖结构的恢复, 不应因追求微创技术而降低标准, 随后则需实施牢靠的固定, 以确保复位状态的持久保持, 从而达到预期的治疗效果[30]。

本例患儿的手术采用微创治疗, 这种方法患者及家属容易接受, 降低了术后软组织并发症的发生率, 且患儿为脑瘫患儿, 康复训练尤为重要, 通过微创手术有利于其更早地进行下肢康复锻炼。患儿跟骨骨折术后基本达到解剖复位, Bolher 角和 Gissane 角较术前显著改善, 在术后随访期间未出现针道感染、内固定松动等情况, 拆除内固定后随访均提示骨折预后良好, AOFAS 评分从术后 4 周的 75 分提升至术后 8 周的 82 分, 提示关节功能恢复呈现持续改善趋势。根据患儿预后结果, 我们认为微创克氏针撬拨闭合复位固定治疗累及距下关节的跟骨横行骨折具有显著的临床疗效, 这一结果也为以后在此类儿童跟骨骨折的治疗方案选择上提供参考。考虑到患儿既往有脑瘫病史, 目前存在跟腱紧张、下蹲活动受限的体征, 建议患儿后期可行跟腱松解术, 以改善跟腱张力。通过跟腱松解术降低再骨折的风险, 从而提高患儿的运动能力。

4. 结论

综上所述, 我们认为: ① 儿童发生跟骨骨折且合并关节移位, 伤后足跟部症状及体征较明显, 应注意有无血管神经损伤并进行全面评估。② 脑瘫患儿一般存在肌肉骨骼系统的并发症, 痉挛肌肉的牵拉力都有可能造成骨折。本例患儿跟腱紧张、下蹲受限与跟骨骨折存在相关性。③ 本例患儿与常见的牵拉力导致的结节撕脱骨折在骨折位置、形态及涉及关节面等方面明显不同, 骨折线走向为累及距下关节的跟骨横行骨折, 这一分型尚未有学者提出, 因此值得我们后期继续研究, 以丰富和完善儿童跟骨骨折分型, 为骨科医生提供更有价值的参考。

声 明

该病例报道已获得家属的知情同意。

参考文献

- [1] Wang, J., Qin, S., Wang, T., Liu, J. and Wang, Z. (2021) Comparison of the Curative Effect of Percutaneous Reduction with Plastic Calcaneal Forceps Combined with Medial External Fixation in the Treatment of Intra-articular Calcaneal Fractures. *Orthopaedic Surgery*, **13**, 2344-2354. <https://doi.org/10.1111/os.13118>
- [2] van Frank, E., Ward, J.-C. and Engelhardt, P. (1998) Bilateral Calcaneal Fracture in Childhood. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **118**, 111-112. <https://doi.org/10.1007/s004020050326>
- [3] Landin, L.A. (1997) Epidemiology of Children's Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **6**, 79-83. <https://doi.org/10.1097/01202412-199704000-00002>
- [4] Sanders, R., Vaupel, Z.M., Erdogan, M. and Downes, K. (2014) Operative Treatment of Displaced Intraarticular Calcaneal Fractures: Long-Term (10-20 Years) Results in 108 Fractures Using a Prognostic CT Classification. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **28**, 551-563. <https://doi.org/10.1097/bot.000000000000169>

- [5] Lu, B., Liu, P., Wang, Y., *et al.* (2015) Minimally Invasive Manipulative Reduction with Poking K-Wire Fixation in the Treatment of Various Types of Calcaneal Fractures. *European Review of Medical and Pharmacological Sciences*, **19**, 4220-4226.
- [6] Ishikawa, S.N. (2005) Conditions of the Calcaneus in Skeletally Immature Patients. *Foot and Ankle Clinics*, **10**, 503-513. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2005.03.001>
- [7] Schmidt, T.L. and Weiner, D.S. (1982) Calcaneal Fractures in Children an Evaluation of the Nature of the Injury in 56 Children. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **171**, 150-155. <https://doi.org/10.1097/00003086-198211000-00027>
- [8] 张英泽, 杨宗酉, 杨延江, 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.
- [9] Essex-Lopresti, P. (1952) The Mechanism, Reduction Technique, and Results in Fractures of the OS Calcis. *Journal of British Surgery*, **39**, 395-419. <https://doi.org/10.1002/bjs.18003915704>
- [10] Sanders, R., Fortin, P., Dipasquale, T. and Walling, A. (1993) Operative Treatment in 120 Displaced Intraarticular Calcaneal Fractures. Results Using a Prognostic Computed Tomography Scan Classification. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **290**, 87-95. <https://doi.org/10.1097/00003086-199305000-00012>
- [11] 俞光荣, 燕晓宇. 跟骨骨折治疗方法的选择[J]. 中华骨科杂志, 2006, 26(2): 134-141.
- [12] 赖嘉恒. 跟骨 SandersIIB 型骨折双平行螺钉不同角度内固定模型的有限元分析[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建医科大学, 2021.
- [13] 黄诸侯, 张建新, 李俊, 等. 跟骨骨折的分型及治疗方法选择[J]. 中医正骨, 2009, 21(8): 70-74.
- [14] Ribbans, W.J., Natarajan, R. and Alavala, S. (2005) Pediatric Foot Fractures. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **432**, 107-115. <https://doi.org/10.1097/01.bl0.0000156451.40395.fc>
- [15] 张金利, 马宝通, 董强. 跟骨骨折的损伤机制与治疗新进展[J]. 实用骨科杂志, 2006, 12(1): 42-45.
- [16] Carr, J.B., Hamilton, J.J. and Bear, L.S. (1989) Experimental Intra-Articular Calcaneal Fractures: Anatomic Basis for a New Classification. *Foot & Ankle*, **10**, 81-87. <https://doi.org/10.1177/107110078901000206>
- [17] Eastwood, D.M. and Phipp, L. (1997) Intra-Articular Fractures of the Calcaneum: Why Such Controversy? *Injury*, **28**, 247-259. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(97\)00012-0](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(97)00012-0)
- [18] Barber, L., Barrett, R. and Lichtwark, G. (2011) Passive Muscle Mechanical Properties of the Medial Gastrocnemius in Young Adults with Spastic Cerebral Palsy. *Journal of Biomechanics*, **44**, 2496-2500. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2011.06.008>
- [19] Clewes, K., Hammond, C., Dong, Y., Meyer, M., Lowe, E. and Rose, J. (2024) Neuromuscular Impairments of Cerebral Palsy: Contributions to Gait Abnormalities and Implications for Treatment. *Frontiers in Human Neuroscience*, **18**, Article ID: 1445793. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1445793>
- [20] 张存, 张英民. 儿童跟骨骨折治疗进展[J]. 国际骨科学杂志, 2013, 34(1): 43-44+48.
- [21] 牟遐平, 孔建中, 郭晓山. 两种方法治疗大龄儿童跟骨关节内骨折的比较研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2010, 31(12): 924-927.
- [22] Petit, C.J., Lee, B.M., Kasser, J.R. and Kocher, M.S. (2007) Operative Treatment of Intraarticular Calcaneal Fractures in the Pediatric Population. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **27**, 856-862. <https://doi.org/10.1097/bpo.0b013e3181558ba2>
- [23] 季滢瑶, 黄忠胜, 李科伦, 等. 大龄儿童跟骨关节内骨折治疗方法的探讨[J]. 中华小儿外科杂志, 2011, 32(3): 210-213.
- [24] Buckingham, R., Jackson, M. and Atkins, R. (2003) Calcaneal Fractures in Adolescents. CT Classification and Results of Operative Treatment. *Injury*, **34**, 454-459. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(02\)00366-2](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(02)00366-2)
- [25] 余可和, 洪建军, 陈临炜, 等. 儿童跟骨关节内骨折两种术式疗效比较[J]. 中华小儿外科杂志, 2011, 32(11): 850-854.
- [26] Rammelt, S., Amlang, M., Barthel, S., Gavlik, J. and Zwipp, H. (2010) Percutaneous Treatment of Less Severe Intraarticular Calcaneal Fractures. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **468**, 983-990. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0964-x>
- [27] Imai, Y., Kitano, T., Nakagawa, K. and Takaoka, K. (2007) Calcaneal Apophyseal Avulsion Fracture. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **127**, 331-333. <https://doi.org/10.1007/s00402-007-0297-8>
- [28] Huri, G., Atay, A.O., Leblebicioğlu, G.A. and Doral, M.N. (2009) Fracture of the Sustentaculum Tali of the Calcaneus in Pediatric Age: A Case Report. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **18**, 354-356. <https://doi.org/10.1097/bpb.0b013e32832f0662>

- [29] Mayr, J., Peicha, G., Grechenig, W., Hammerl, R., Weiglein, A. and Sorantin, E. (2006) Fractures and Dislocations of the Foot in Children. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, **23**, 167-189. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2005.10.011>
- [30] Weng, Q., Dai, G., Tu, Q., Liu, Y., Lutchooman, V., Hong, J., *et al.* (2019) Comparison between Percutaneous Screw Fixation and Plate Fixation *via* Sinus Tarsi Approach for Calcaneal Fractures: An 8-10-Year Follow-Up Study. *Orthopaedic Surgery*, **12**, 124-132. <https://doi.org/10.1111/os.12597>