

# 3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折

林秀琛, 李国梁, 沈润斌, 刘文东, 牛艺洁

(河北省沧州中西医结合医院, 河北 沧州 061001)

**摘要** 目的:探讨 3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折的临床疗效。方法:2022 年 1 月至 2023 年 1 月,采用 3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折患者 30 例。男 20 例,女 10 例。年龄 21~54 岁,中位数 38 岁。均为闭合性跟骨骨折患者,其中左侧 11 例、右侧 19 例。按照跟骨骨折的 Sanders 分型标准,II 型 23 例、III 型 7 例。病程 5~9 d,中位数 7 d。记录手术时间和术中出血量。在跟骨 X 线片上测量 Gissane 角和 Böhler 角。采用美国足与踝关节协会(American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足评分标准评价踝关节功能。结果:本组患者手术时间(57.75 ± 5.23)min。术中出血量(10.80 ± 4.12)mL。所有患者均获随访,随访时间 6~10 个月,中位数 7.5 个月。Gissane 角,术前 130.87° ± 5.89°、术后 2 d 97.66° ± 6.11°、术后 6 个月 97.12° ± 6.01°。Böhler 角,术前 17.41° ± 2.18°、术后 2 d 28.35° ± 3.46°、术后 6 个月 28.17° ± 3.03°。AOFAS 踝与后足评分,术前(29.44 ± 6.67)分、末次随访时(88.39 ± 7.19)分。结论:3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折,手术时间短、术中出血量少,有利于患足功能恢复。

**关键词** 跟骨;骨折固定术,内;打印,三维;骨钉

跟骨骨折临床较为常见,其在所有足部骨折中占比较高<sup>[1]</sup>。高处坠落或交通事故是引起跟骨骨折的常见原因,其中垂直暴力可导致跟骨后关节面塌陷,并伴随剧烈疼痛<sup>[2]</sup>。跟骨骨折引起的足弓塌陷会对患者的日常生活造成影响,并可能使其难以恢复至受伤前的运动水平<sup>[3-4]</sup>。由于跟骨骨折后的软组织状况和骨折端的粉碎程度不同,治疗方法也存在差异。跟骨骨折的治疗方法较多,主要包括传统 L 形切开复位钢板内固定、经皮螺钉内固定、球囊扩张复位骨水泥固定,以及关节镜下复位内固定等<sup>[5-9]</sup>。切开手术能够直视下进行复位,但手术创伤较大,术后容易出现切口感染等并发症<sup>[10]</sup>。跟骨骨折后,局部软组织的张力会急剧增高,严重时会出现张力性水泡。在这种情况下进行大切口手术,皮肤更容易坏死。微创手术治疗跟骨骨折,无需广泛剥离软组织,可降低切口感染和神经损伤的风险以及术后疼痛程度<sup>[11-12]</sup>;但是单纯采用微创技术置入内固定物,手术时间可能会更长,且透视次数也相对较多<sup>[13]</sup>。3D 打印技术能将虚拟模型转换为实体模型,从而实现内固定物的精准置入<sup>[14-15]</sup>。为了探讨跟骨骨折的最佳治疗方法,我

们采用 3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折患者 30 例,并对其临床疗效进行了观察,现报告如下。

## 1 临床资料

本组 30 例,其中男 20 例、女 10 例。年龄 21~54 岁,中位数 38 岁。均为 2022 年 1 月至 2023 年 1 月在河北省沧州中西医结合医院住院治疗的闭合性跟骨骨折患者。左侧 11 例,右侧 19 例。均符合跟骨骨折的诊断标准<sup>[16]</sup>。按照跟骨骨折的 Sanders 分型标准<sup>[16]</sup>,II 型 23 例、III 型 7 例。致伤原因:高处坠落伤 20 例,交通事故伤 10 例。排除合并传染性疾病、严重内科疾病、陈旧性或病理性跟骨骨折、下肢神经或血管损伤及足跟部皮肤破溃患者。病程 5~9 d,中位数 7 d。

## 2 方法

### 2.1 治疗方法

术前评估患者的受伤机制,并对患足进行 CT 扫描。将 CT 扫描获得的原始数据导入 Mimics21.0 软件中,生成患足骨骼的 3D 图像。从 3D 图像中提取跟骨模型,模拟使用克氏针进行骨折块的分离和复位[图 1(1)、图 1(2)],并记录复位前后的针道轨迹。通过布尔运算将克氏针与塌陷的骨块进行合并,并根据患者的足部皮肤数据设计进针导板[图 1(3)]。

基金项目:河北省卫生健康委科研基金项目(20232141)

通讯作者:李国梁 E-mail:doclgl@163.com

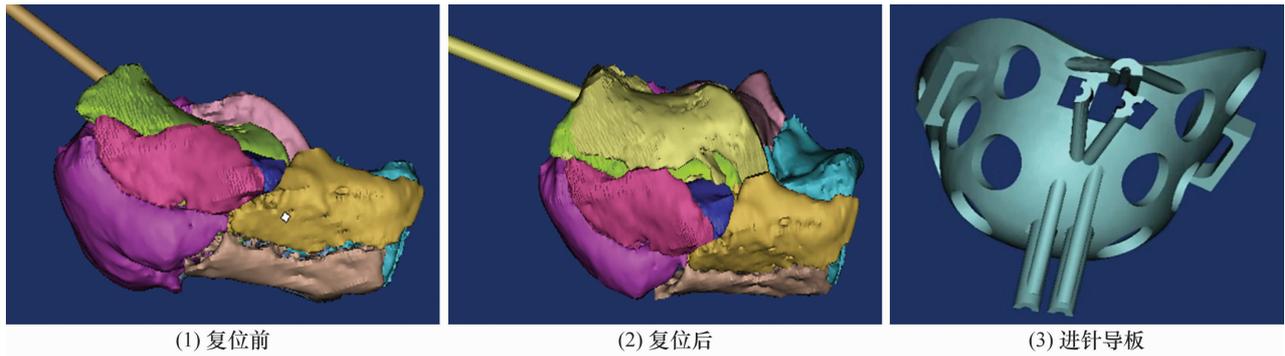


图 1 跟骨骨折模拟复位及进针导板图片

采用蛛网膜下腔阻滞麻醉,患者取侧卧位,患侧在上。常规消毒铺巾,患肢抬高 3 min 后大腿上气囊止血带。将术前准备好的 3D 打印进针导板彻底消毒,以备使用。根据骨折块的大小选择 2 枚合适型号的克氏针,沿导板上设计好的套筒置入克氏针,针尖至跟骨后关节面,尽量靠近骨皮质,但不进入距下关节。用克氏针沿导板上的撬拨孔撬拨复位骨折块。对于存在跟骨内翻者,加用 1 枚克氏针横向贯穿跟骨结节,通过外翻跟骨来纠正跟骨内翻。C 形臂 X 线机透视确定骨折复位满意后,退出克氏针。沿导板上的针道分别向距骨和骰骨置入 2 枚克氏针,固定骨折块。剪短克氏针,将其尾端埋于皮下,常规缝合切口。

术后患足用石膏托固定。每日更换敷料,并观察切口情况。术后 2~3 周去除石膏托。术后 3 周开始穿弹力袜,并进行距下关节功能锻炼。术后 12 周开始负重行走。术后 3~6 个月根据骨折愈合情况去除克氏针。

## 2.2 疗效评价方法

记录手术时间和术中出血量。在跟骨 X 线片上测量 Gissane 角和 Böhler 角。采用美国足与踝关节协会 (American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝与后足评分标准<sup>[16]</sup>评价踝关节功能。

## 3 结果

本组患者手术时间( $57.75 \pm 5.23$ ) min。术中出血量( $10.80 \pm 4.12$ ) mL。所有患者均获随访,随访时间 6~10 个月,中位数 7.5 个月。Gissane 角,术前  $130.87^\circ \pm 5.89^\circ$ 、术后 2 d  $97.66^\circ \pm 6.11^\circ$ 、术后 6 个月  $97.12^\circ \pm 6.01^\circ$ 。Böhler 角,术前  $17.41^\circ \pm 2.18^\circ$ 、术后 2 d  $28.35^\circ \pm 3.46^\circ$ 、术后 6 个月  $28.17^\circ \pm 3.03^\circ$ 。AOFAS 踝与后足评分,术前 ( $29.44 \pm 6.67$ ) 分、末次随访时 ( $88.39 \pm 7.19$ ) 分。典型病例图片见图 2。

## 4 讨论

近年来,3D 打印技术在制作手术导板和骨折模型方面的应用日益增多,为跟骨骨折的微创内固定治疗提供了新思路,并在提高骨折治疗的准确性和有效性方面显示出巨大的潜力。骨科医生可以通过利用患者特定部位骨骼的 3D 打印模型,在术前模拟不同的手术方法、评估不同的手术方案,从而做出最佳选择,这有助于缩短手术时间、减少术中创伤。

术前可通过跟骨骨折的 CT 数据生成 3D 图像,从而模拟骨折的复位过程、规划针道路径,并在导板上设计出克氏针套筒,这有助于减少术中透视次数和术中出血量。研究<sup>[17]</sup>表明,与传统的 L 形切开复位钢板内固定相比,3D 打印技术辅助下微创治疗跟骨骨折的 AOFAS 踝与后足评分更高。3D 打印导板能够将虚拟复位在术中实现,从而获得更好的复位效果。传统微创手术能够抬升塌陷的跟骨后关节面,但由于仅凭术者的肉眼观察,很难将骨折端复位至受伤前的状态。3D 打印技术可用于制作个性化的复位导板,能对骨折端进行精确的复位和固定,有利于提高 AOFAS 踝与后足评分。采用完全闭合撬拨复位治疗跟骨骨折时,可能会遇到复位效果不佳的问题,这是因为复位针没有紧密贴合于跟骨后关节面。跟骨主要由松质骨构成,密度相对较低,因此复位针必须精准地置入骨质最致密的区域,以确保复位操作的成功。然而,仅仅复位跟骨的后关节面,并不能完全缓解患者的疼痛<sup>[18]</sup>。对于存在跟骨内翻的患者,还应注意纠正跟骨内翻。此外,需要注意的是,3D 打印复位导板不适用于陈旧性跟骨骨折患者。

本研究结果显示,3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折,手术时间短、术中出血量少,有利于患足功能恢复。由于本研究的样本量较小,且随访时间较短,研究结论



(1) 术前外观图

(2) 术前CT片

(3) 术中外观图

(4) 术中X线片

(5) 术后即刻外观图

(6) 术后2 d CT片

(7) 术后3个月功能锻炼图

图2 3D 打印技术辅助下经皮克氏针撬拨复位内固定治疗 Sanders II 型跟骨骨折手术前后图片

需要通过进一步的研究来证实。

### 参考文献

[1] 李乔, 薛剑, 单战, 等. 两种钢板经微创纵行入路治疗跟骨骨折的疗效比较[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2020, 12(4): 228 - 233.

[2] HUANG K, GUO Q, ZHU Y. The epidemiology and clinical features of calcaneus osteomyelitis following calcaneus fracture: a retrospective study of 127 cases [J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(3): 3154 - 3161.

[3] JIN C, WENG D, YANG W, et al. Minimally invasive percu-

taneous osteosynthesis versus ORIF for Sanders type II and III calcaneal fractures: a prospective, randomized intervention trial[J]. J Orthop Surg Res, 2017, 12(1): 10.

[4] 赵航, 陈戈, 毕鑫, 等. 三种手术方法治疗 Sanders III 型跟骨骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9(3): 186 - 193.

[5] RODEMUND C, KRENN R, KIHM C, et al. Minimally invasive surgery for intra-articular calcaneus fractures: a 9-year, single-center, retrospective study of a standardized technique using a 2-point distractor[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 753.

[6] WILKINSON B G, MARSH J L. Minimally invasive treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. Orthop Clin North Am, 2020, 51(3): 325 - 338.

[7] 李来峰, 王辉, 赵仪云, 等. 跗骨窦切口联合经皮置钉技术微创治疗 Sanders III 型跟骨骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(20): 1850 - 1853.

[8] 彭红元, 尹龙斌, 谢宇, 等. 球囊扩张复位骨水泥固定跟骨骨折的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(20): 1874 - 1878.

[9] 朱成明, 王仁崇, 覃永保, 等. 双螺杆撑开器辅助开放复位治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(8): 751 - 754.

[10] 吕红芝, 秦士吉, 李文静, 等. 跟骨骨折术后功能恢复的相关因素分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2022, 24(5): 402 - 408.

[11] CHEN W, LI X, SU Y, et al. Peroneal tenography to evaluate lateral hindfoot pain after calcaneal fracture[J]. Foot Ankle Int, 2011, 32(8): 789 - 795.

[12] SEAT A, SEAT C. Lateral extensile approach versus minimal incision approach for open reduction and internal fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures: a meta-analysis[J]. J Foot Ankle Surg, 2020, 59(2): 356 - 366.

[13] EBRAHIMPOUR A, KORD M H C, SADIGHI M, et al. Percutaneous reduction and screw fixation for all types of intra-articular calcaneal fractures[J]. Musculoskelet Surg, 2021, 105(1): 97 - 103.

[14] 焦竞, 肖飞, 黄玉成, 等. 3D 打印结合胫骨外髁截骨治疗胫骨平台外后髁骨折[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(15): 913 - 918.

[15] 张鲁, 白涛, 安冬卫, 等. 3D 打印技术用于 Sanders III、IV 型跟骨骨折手术的疗效观察[J]. 北京医学, 2018, 40(12): 1180 - 1182.

[16] BROWNER B D, JUPITER J B, LEVINE A M, et al. 创伤骨科学[M]. 王学谦, 娄思权, 侯筱魁, 等译. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2007: 2345 - 2354.

[17] 马超, 王成伟, 唐国柱. 微创技术与开放手术治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折的疗效比较[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(21): 1443 - 1452.

[18] CHOTIKKAKAMTHORN N, CHANAJIT A, THARMVIBOONSRI T, et al. Minimal invasive surgery in the management of intra-articular calcaneal fractures: a retrospective comparison of screw fixation alone versus screw with small locking plate fixation techniques[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2021, 55(3): 258 - 264.

(收稿日期: 2023-10-28 本文编辑: 郭毅曼)

· 简 讯 ·

《中医正骨》2024 年广告业务范围及收费标准

■ 医疗、科研、教学单位及药械生产营销企业介绍

■ 用于骨伤科医疗、科研、教学的器械设备介绍

■ 用于骨伤科医疗、科研、教学的中西药物及中间体介绍

■ 各种形式的骨伤科讯息, 如书刊征订、招生启事、会议通知等

刊登位置	印刷规格	版面	每期收费标准(元)	半年收费标准(元)	全年收费标准(元)
封二	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	12 600	75 000	150 000
封三	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	11 000	67 000	134 000
封底	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	14 000	84 000	168 000
前插页	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	9 800	58 500	117 000
后插页	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	8 400	50 000	100 000
内文插页	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	8 400	50 000	100 000
内文图文	大 16 开黑白铜版纸印刷	全版	4 200	25 000	50 000
	大 16 开黑白铜版纸印刷	1/2 版	2 500	15 000	30 000
内文文字	大 16 开黑白铜版纸印刷	全版	4 200	25 000	50 000
	大 16 开黑白铜版纸印刷	1/2 版	2 500	15 000	30 000