

· 临床论著 ·

两种微创术式治疗 Sanders II型和III型跟骨骨折比较

庞伟强, 邓明明, 杜瑞, 付炳金, 孙广超, 刘颖*

(滨州医学院附属医院足踝外科, 山东滨州 256603)

摘要: [目的] 比较跗骨窦入路接骨板内固定与闭合复位经皮螺钉固定治疗 Sanders II、III型跟骨骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2019 年 7 月—2022 年 1 月收治的 43 例 Sanders II、III 型跟骨骨折患者的临床资料。根据医患沟通结果, 23 例行跗骨窦入路切开复位接骨板固定(跗骨窦组), 20 例行闭合复位经皮螺钉固定(经皮组)。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术。跗骨窦组手术时间 [(81.7±12.7) min vs (71.9±13.9) min, $P=0.020$]、切口长度 [(5.6±1.1) cm vs (1.9±0.6) cm, $P<0.001$]、术中失血量 [(56.7±26.8) mL vs (14.1±8.7) mL, $P<0.001$]、住院时间 [(7.3±2.0) d vs (5.5±1.4) d, $P<0.001$] 及切口愈合等级 [例, 甲/乙/丙, (17/3/3) vs (20/0/0), $P=0.048$] 均不及经皮组; 但跗骨窦组术中透视次数显著少于经皮组 [(7.1±2.6) 次 vs (10.4±2.7) 次, $P<0.001$]。两组患者随访 (18.7±5.9) 个月, 术后随时间推移, 两组的 VAS 评分、AOFAS 评分、足内-外翻 ROM 均显著改善 ($P<0.05$)。术后 1 个月, 跗骨窦组的足内-外翻 ROM [(30.9±5.6)° vs (40.0±4.5)°, $P<0.001$] 显著小于经皮组。影像方面, 与术前相比, 术后即刻与末次随访时, 两组患者 Böhler 角、Gissane 角、跟骨长度、跟骨宽度、跟骨高度均显著改善。末次随访时, 跗骨窦组 Böhler 角 [(29.1±1.6)° vs (27.3±1.8)°, $P<0.001$]、跟骨高度 [(45.9±2.3) mm vs (43.7±2.3) mm, $P=0.003$] 均显著优于经皮组。术后 6 个月与末次随访时, 跗骨窦组软骨面塌陷 [(1.4±0.7) mm vs (2.5±1.1) mm, $P<0.001$; (2.0±1.2) mm vs (4.1±1.6) mm, $P<0.001$] 显著优于经皮组。[结论] 两种术式均是治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折的有效方式, 相比之下, 闭合复位螺钉固定具有微创优势, 而跗骨窦切开复位接骨板固定维持骨折稳定性更好, 固定强度更为可靠。

关键词: 跟骨骨折, 跗骨窦入路, 开放复位内固定, 闭合复位, 经皮螺钉固定

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 04-0311-07

Comparison of two minimally invasive techniques for Sanders Type II and III calcaneal fractures // PANG Wei-qiang, DENG Ming-ming, DU Rui, FU Bing-jin, SUN Guang-chao, LIU Ying. Department of Foot and Ankle Surgery, Affiliated Hospital, Binzhou Medical College, Binzhou, Shandong 256603, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of open reduction and internal fixation with plate through tarsal sinus approach versus closed reduction and percutaneous screw fixation for Sanders type II and III calcaneal fractures. [Methods] A retrospective analysis was performed on 43 patients who had Sanders type II and III calcaneal fractures treated surgically from July 2019 to January 2022. According to doctor-patient communication, 23 patients were treated with open reduction and plate fixation through tarsal sinus approach (the tarsal sinus group), while other 20 patients underwent closed reduction and percutaneous screw fixation (percutaneous group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups had operation completed successfully. The sinus tarsi group consumed significantly longer operation time [(81.7±12.7) min vs (71.9±13.9) min, $P=0.020$], with significantly greater incision length [(5.6±1.1) cm vs (1.9±0.6) cm, $P<0.001$], more intraoperative blood loss [(56.7±26.8) mL vs (14.1±8.7) mL, $P<0.001$], the hospital stay [(7.3±2.0) days vs (5.5±1.4) days, $P<0.001$] and poorer incision healing grade [A/B/C, (17/3/3) vs (20/0/0), $P=0.048$] than the percutaneous group, whereas the former had significantly less intraoperative fluoroscopy times than the latter [(7.1±2.6) times vs (10.4±2.7) times, $P<0.001$]. The patients in both groups were followed up for (18.7±5.9) months in a mean, and the VAS, AOFAS scores, as well as inversion-eversion ROM in both groups were significantly improved over time ($P<0.05$). The tarsal sinus group had significantly less inversion-eversion ROM than the percutaneous group 1 month postoperatively [(30.9±5.6)° vs (40.0±4.5)°, $P<0.001$]. Regarding imaging, the Bohler angle, Gissane angle, calcaneus length, calcaneus width, and calcaneus height were significantly improved in both groups immediately after surgery and at the last follow-up compared with those preoperatively. At the last follow-up, the tarsal sinus group proved significantly better than the percutaneous group in terms of Böhler angle [(29.1±1.6)° vs (27.3±1.8)°, $P<0.001$] and calcaneus height

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110490

作者简介: 庞伟强, 专业学位硕士研究生, 研究方向: 足踝创伤及矫形, (电子信箱) Colin077@163.com

* 通信作者: 刘颖, (电子信箱) ly_1510@163.com

[(45.9±2.3) mm vs (43.7±2.3) mm, $P=0.003$]. Furthermore, the former was also significantly superior to the latter regarding to cartilage surface collapse [(1.4±0.7) mm vs (2.5±1.1) mm, $P<0.001$; (2.0±1.2) mm vs (4.1±1.6) mm, $P<0.001$] 6 months postoperatively and at the latest follow-up. **[Conclusion]** Both methods are effective for the treatment of Sanders type II and III calcaneal fractures. By comparison, the open reduction and plate fixation through tarsal sinus approach takes advantage of more reliable fixation strength and stability, while the closed reduction and percutaneous screw fixation has the advantage of minimally invasive surgery.

Key words: calcaneal fracture, tarsal sinus approach, open reduction and internal fixation, closed reduction, percutaneous screw fixation

跟骨骨折是临床上最常见的跗骨骨折, 约占全身骨折的 1%~2%, 而在跗骨骨折中占比高达 65%^[1]。对于有移位的跟骨关节内骨折, 手术治疗是最主要的治疗方式, 其中足跟外侧“L”形入路在过去十几年是临床最常用的手术方法。虽然外侧“L”形入路术中可以直视下处理跟骨外侧壁以及后关节面, 能够处理绝大多数类型的跟骨骨折, 但由于跟骨外侧软组织薄弱, 容易发生伤口并发症, 比如: 皮瓣坏死、伤口感染、腓肠神经损伤、腓骨肌腱损伤等并发症且发生率高达 20%~37%^[2-4]。随着微创技术和理念的广泛推广, 跟骨骨折的微创治疗也愈加成熟, 如: 跗骨窦入路、闭合复位经皮内固定及关节镜辅助下复位固定^[5], 其中跗骨窦入路和闭合复位经皮内固定最为常用。跗骨窦入路切口相对小, 对周围软组织刺激少, 显著降低了切口并发症的发生^[6], 研究发现, 跗骨窦入路并发症发生率为 3.6%~6.3%^[7, 8], 闭合复位经皮内固定并发症发生率虽然较低, 但会存在一定的复位丢失^[9], 远期效果有一定影响。目前对于有移位的跟骨关节内骨折, 跗骨窦入路钢板内固定和闭合复位经皮螺钉内固定孰优孰劣, 尚存争议。本研究回顾性分析滨州医学院附属医院足踝外科 2019 年 7 月—2022 年 1 月收治的 43 例 Sanders II、III 型跟骨骨折患者的临床资料, 比较两组患者的临床效果, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) Sanders II、III 型新鲜闭合骨折 (图 1a, 1b, 2a, 2b); (2) 年龄 18~65 岁; (3) 能耐受手术并顺利完成手术者; (4) 术后接受系统康复训练并顺利完成随访者。

排除标准: (1) 开放性骨折、关节外骨折、陈旧性骨折、病理性骨折、Sanders I、IV 型骨折; (2) 身体状况差不能耐受麻醉及手术者; (3) 术后未能接受医生康复指导, 未能完成随访者; (4) 双侧跟骨骨折; (5) 合并其他下肢骨折或外伤者; (6) 闭合复位

失败更改为切开复位者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 7 月—2022 年 1 月本院收治的 Sanders II、III 型跟骨骨折患者的临床资料, 共 43 例患者符合上述标准, 纳入本研究。根据医患沟通结果, 23 例行跗骨窦入路切开复位接骨板固定 (跗骨窦组), 20 例行闭合复位经皮螺钉固定 (经皮组)。两组术前一般资料见表 1。两组患者年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、侧别、Sanders 分型的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经滨州医学院附属医院科研伦理委员会审批, 伦理编号: [2023] 伦审字 (LW-108) 号, 术前患者均签署手术知情同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料比较

Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	跗骨窦组 (n=23)	经皮组 (n=20)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	43.1±12.0	44.2±13.6	0.785
性别 (例, 男/女)	15/8	13/7	0.988
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.4±3.1	24.6±3.0	0.203
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.8±1.8	2.8±1.9	0.075
侧别 (例, 左/右/双)	12/11/0	9/11/0	0.639
Sanders 分型 (足, II/III)	16/7	16/4	0.975

1.3 手术方法

跗骨窦组: 患者取侧卧位, 患肢上气压止血带, 常规消毒铺单; 自第 4 跖骨基底至外踝尖下 1 cm 做长约 4 cm 切口, 切开皮肤及皮下组织; 注意保护腓肠神经, 将腓骨长短肌牵开, 完整显露跟骨后关节面; 自跟骨结节置入直径 3.5 mm 斯氏针, 通过斯氏针撬拨、牵引纠正跟骨高度、长度及力线 (内外翻), 横向挤压或钳夹纠正跟骨宽度, 通过跗骨窦切口撬拨复位关节面, 术中透视见距下关节面及跟骨的高度、宽度、长度、Böhler 角、Gissane 角恢复满意后置入跗骨窦微创接骨板, 调整合适位置后, 螺钉锁

定；再次透视确认复位及固定满意后，生理盐水冲洗切口，逐层缝合并放置 1 根引流管，加压包扎。

经皮组：患者取俯卧位，患足垫高以便术中透视，常规消毒铺单。取跟骨结节和胫骨远端（距踝关节间隙约 5 cm）垂直穿过 2 根 2.5 mm 克氏针，足跟内外侧均放入撑开器，双边非对称撑开（通常内侧撑开程度大）纠正跟骨高度、长度及力线。术中透视观察撑开后跟骨外形恢复情况，评估跟骨高度、宽度、长度、力线良好后，经皮将 2.5 mm 或 2.0 mm 克氏针置入塌陷骨折块中，撬拨复位跟骨后距下关节面，在 Sanders III 型骨折中，通常需要将 2 枚或者多枚克氏针经皮固定塌陷骨块。透视下反复撬拨、调整克氏针位置，确保距下后关节面复位满意。通过横向挤压或钳夹纠正跟骨宽度。再次透视评估后关节面及跟骨高度、宽度、长度、Böhler 角、Gissane 角恢复情况，位置满意，经皮克氏针临时固定，三维多方向螺钉经皮固定。再次透视确认复位及固定满意后，取出辅助设备，缝合切开并加压包扎。

两组患者术中、术后均给予预防性抗生素和非甾体类抗炎止痛药。术后鼓励患者主动足趾及踝关节功能锻炼，根据切口情况可扶双拐前足部分负重下地行走，术后 2 周拆线，术后 10 周可扶拐下地负重活动。直至影像学证据显示骨折愈合后逐渐弃拐并完全负重活动。患者二次来院取内固定时间设为末次随访时间。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中透视次数、术中失血量、住院时间、术后下地行走时间、切口愈合等级。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、美国骨科足踝外科协会（American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS）踝-后足评分、足内翻-外翻活动度（range of motion, ROM）评价临床效果。行影像学检查，测量 Böhler 角、Gissane 角、软骨面塌陷、跟骨长度、宽度及高度，观察骨折愈合和内固定物改变情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间点比较采用配对 *T* 检验；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

两组患者均顺利完成手术，术中均无神经、血管损伤等严重并发症。两组患者围手术期资料见表 2，跗骨窦组手术时间、切口长度、术中失血量、住院时间及切口愈合等级均不及经皮组（ $P < 0.05$ ）；但跗骨窦组术中透视次数显著少于经皮组（ $P < 0.05$ ）。

指标	跗骨窦组 (<i>n</i> =23)	经皮组 (<i>n</i> =20)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	81.7±12.7	71.9±13.9	0.020
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	5.6±1.1	1.9±0.6	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	7.1±2.6	10.4±2.7	<0.001
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	56.7±26.8	14.1±8.7	<0.001
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.3±2.0	5.5±1.4	<0.001
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	17/3/3	20/0/0	0.048

2.2 随访结果

所有患者均获得完整随访，随访时间 12~33 个月，平均（18.7±5.9）个月。随访过程中，两组均无局部肿痛加重，无再次手术翻修。两组患者随访资料见表 3。两组患者下地行走时间及完全负重活动时间的差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。术后随时间推移，两组的 VAS 评分均显著减少（ $P < 0.05$ ），而 AOFAS 评分、足内-外翻 ROM 均显著增加（ $P < 0.05$ ）。术前、术后 1 个月及末次随访时，两组间的 VAS 和 AOFAS 评分的差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。术后 1 个月，跗骨窦的足内-外翻 ROM 显著小于经皮组（ $P < 0.05$ ），而术前及末次随访时两组患者足内-外翻 ROM 的差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

2.3 影像评估

两组患者影像检查结果见表 4，与术前相比，术后即刻与末次随访时，两组患者 Böhler 角、Gissane 角、跟骨长度、跟骨宽度、跟骨高度均显著改善（ $P < 0.05$ ）。术前两组间上述影像指标的差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ），术后即刻两组间 Böhler 角、Gissane 角、跟骨长度、跟骨宽度、跟骨高度的差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），末次随访时，跗骨窦组 Böhler 角、跟骨高度均显著优于经皮组（ $P < 0.05$ ），而两组间 Gissane 角、跟骨长度、跟骨宽度的差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。术后 1 个月时，两组间软骨

面塌陷的差异无统计学意义 ($P>0.05$), 术后 6 个月与末次随访时, 跗骨窦组软骨面塌陷显著优于经皮组 ($P<0.05$)。至末次随访时, 两组患者骨折均愈合, 无内固定物松动、断钉及退钉等。两组患者典型影像见图 1c~1d, 2c~2d。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较			
Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups			
($\bar{x} \pm s$)			
指标	跗骨窦组 (n=23)	经皮组 (n=20)	P 值
下地行走时间 (d)	6.8±2.7	5.3±2.5	0.072
完全负重活动时间 (d)	65.3±10.3	67.0±13.3	0.632
VAS 评分 (分)			
术前	5.2±1.4	5.0±1.4	0.537
术后 1 个月	3.1±1.0	3.3±0.9	0.680
末次随访	0.7±0.9	0.8±0.9	0.822
P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术前	50.0±6.4	50.1±6.5	0.820
术后 1 个月	69.7±5.9	69.1±6.6	0.757
末次随访	88.3±5.2	87.2±5.3	0.513
P 值	<0.001	<0.001	
足内-外翻 ROM (°)			
术前	23.1±3.6	23.1±2.8	0.936
术后 1 个月	30.9±5.6	40.0±4.5	<0.001
末次随访	49.0±3.0	50.8±3.7	0.095
P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

高能量损伤是导致跟骨骨折的最主要因素, 在轴

向负荷较重的情况下, 如高处坠落伤或交通伤等, 往往会造成跟骨关节内骨折^[10]。由于跟骨解剖结构的不规则和足部复杂的生物力学机制, 不恰当的治疗可能会导致骨折畸形愈合或创伤性关节炎的发生^[11], 因此临床中跟骨骨折的治疗极具挑战性。对于有移位的跟骨关节内骨折, 以往将“L”形入路作为切开复位内固定治疗的金标准, 其提供的手术视野广, 可以直视下复位固定并获得满意的效果^[12]。跟骨外侧壁处皮肤及皮下组织相对薄弱, 无肌肉保护, 局部血供较差, 并有腓骨长短肌腱、腓肠神经通过, 切开复位容易发生皮瓣坏死、愈合不良、神经损伤等并发症^[13]。随着影像透视技术、辅助复位工具以及智能机器人导航技术的发展, 微创治疗移位的跟骨关节内骨折的技术也愈趋成熟。并且闭合复位经皮螺钉固定, 能够有效降低类似并发症的发生。Ceccarini 等^[14-16]认为, 跗骨窦入路切开复位内固定, 可以有效显露跟骨后距下关节面, 获得有效复位。而且跗骨窦微创钢板为解剖设计, 采用排钉技术, 更符合跟骨后关节面、跟骨前部、跟骨结节“三点固定”原理, 角稳定性好, 固定可靠^[17]。另外有学者认为闭合复位经皮螺钉固定亦可获得满意的临床效果, 具有创伤小、并发症发生率低的优势^[18]。其中龙承^[19]提出牵引、撬拨、钳夹三步闭合复位和经皮螺钉固定方案是治疗跟骨关节内骨折有效、可重复的技术。本研究中两组患者术中均透视跟骨正侧位、轴位及 Bröden 位来确定跟骨后关节面的平整度, 跟骨 Böhler 角与 Gissane 角均较术前得到显著改善, 术后两组 Böhler 角和 Gissane 角差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 表明闭合复位经皮螺钉固定能够获得与跗骨窦入路切开复位钢板内固定类似的复位质量。



图 1. 患者男性, 40 岁, 左侧 Sanders II 型跟骨骨折, 行跗骨窦入路切开复位接骨板固定。1a, 1b: 术前跟骨侧位及轴位 X 线片示跟骨骨折, 累及距下关节; 1c, 1d: 术后 17 个月跟骨侧位及轴位 X 线片示骨折愈合, 跟骨关节面及形态维持良好。

Figure 1. A 40-year-old male suffered from the left Sanders type II calcaneal fracture, and was treated with open reduction and internal fixation with plate via the tarsal sinus approach. 1a, 1b: Preoperative lateral and axial X-rays showed the fracture involving the subtalar joint; 1c, 1d: Lateral and axial X-rays 17 months postoperatively revealed fracture healing with well-maintained articular surface and shape of the calcaneus.

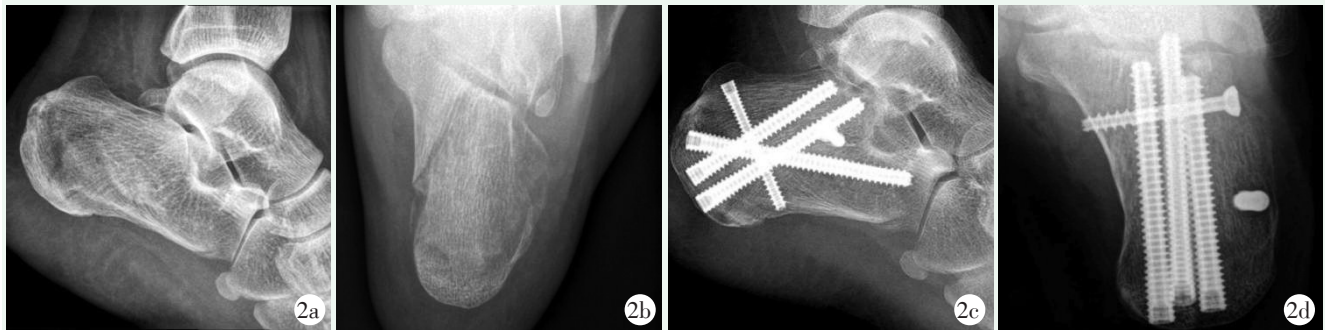


图 2. 患者女性, 44 岁, 左侧 Sanders II 型跟骨骨折, 行闭合复位经皮螺钉内固定术。2a, 2b: 术前跟骨侧位及轴位 X 线片示跟骨骨折, 累及距下关节; 2c, 2d: 术后 18 个月跟骨侧位及轴位 X 线片示骨折愈合, 跟骨关节面及形态维持良好。

Figure 2. A 44-year-old female suffered from the left Sanders type II calcaneal fracture, and received closed reduction and percutaneous screw fixation. 2a, 2b: Preoperative lateral and axial X-rays presented the fracture involving the subtalar joint; 2c, 2d: Lateral and axial X-rays 18 months postoperatively revealed fracture healing with well-maintained articular surface and shape of the calcaneus.

表 4. 两组患者辅助检查结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 4. Comparison of laboratory test and imaging data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	跗骨窦组 (n=23)	经皮组 (n=20)	P 值
Böhler 角 (°)			
术前	16.4±4.2	16.1±3.8	0.809
术后即刻	30.9±1.5	31.3±1.6	0.431
末次随访时	29.1±1.6	27.3±1.8	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
Gissane 角 (°)			
术前	103.8±5.1	103.6±5.4	0.885
术后即刻	129.9±4.2	130.7±3.6	0.518
末次随访时	128.4±3.5	127.0±3.2	0.171
P 值	<0.001	<0.001	
软骨面塌陷 (mm)			
术后 1 个月	0.5±0.5	0.7±0.7	0.521
术后 6 个月	1.4±0.7	2.5±1.1	<0.001
末次随访时	2.0±1.2	4.1±1.6	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
跟骨长度 (mm)			
术前	75.1±2.4	75.3±2.2	0.819
术后即刻	80.7±1.7	80.4±2.0	0.662
末次随访时	80.0±2.0	79.8±2.1	0.803
P 值	<0.001	<0.001	
跟骨宽度 (mm)			
术前	47.9±2.8	48.1±3.2	0.801
术后即刻	37.9±2.6	37.4±2.3	0.494
末次随访时	38.7±2.8	40.0±2.0	0.115
P 值	<0.001	<0.001	
跟骨高度 (mm)			
术前	38.1±3.0	38.0±2.9	0.879
术后即刻	47.9±2.4	47.8±2.8	0.839
末次随访时	45.9±2.3	43.7±2.3	0.003
P 值	<0.001	<0.001	

闭合复位经皮螺钉固定出血少, 可减少术中止血带的使用, 进一步减少创伤及患者术后的不适感。经皮组的术后总体并发症发生率明显低于跗骨窦组, 主要是伤口愈合不良等。跗骨窦组患者术中应用止血带, 术后需要常规放置引流管, 会增加术后卧床时间, 而经皮组术中出血较少, 减少引流, 进而缩短了卧床时间。因此经皮组患者的住院时间显著少于跗骨窦组。跗骨窦入路可以有效显露跟骨后距下关节面, 对于 Sanders II、III 型跟骨骨折可以直视下复位固定, 减少术中透视次数, 并获得满意的临床效果。但是闭合复位往往需要更高的技术, 比如关节镜、机器人辅助复位等, 术中透视次数增多, 有时为获取清晰的 X 线透视图像, 需反复多次透视, 故而增加了医患放射线损伤的风险, 亦导致手术时间延长、术后出血及感染的风险增高等。并且如果术中透视图像不标准, 甚至可能导致判断错误, 进而导致内固定失败^[20, 21]。

Böhler 角与 Gissane 角对于距下关节的解剖复位和跟骨宽度和高度的恢复至关重要, 并且对远期功能康复有着重要的意义^[22]。胡凯等^[23]发现钢板内固定治疗跟骨骨折术后 Böhler 角和 Gissane 角的改善均优于空心钉固定组。Gültekin 等^[24]研究发现, Böhler 角减小会导致距下关节炎的发生, 表明恢复 Böhler 角对维持距下关节的功能非常重要。有学者研究发现, 对于 Sanders II、III 型跟骨骨折同样经跗骨窦入路切开复位固定, 采用钢板固定和空心螺钉固定, 在 Böhler 角的恢复方面, 钢板固定更具优势^[25]。温明韬等^[26]研究发现, 对于 Sanders II 型跟骨骨折, 锁定接骨板的固定强度优于空心螺钉。

本研究主要存在以下局限性: (1) 作为回顾性队列研究, 纳入病例数量有限, 随访时间短; (2) 跗骨

窦组的影像学评估值优于经皮组，末次随访时两组间的VAS评分及AOFAS评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随访时间延长，是否能够获得不同的功能评分结果，有待于进一步研究。

综上所述，跗骨窦切开复位钢板固定与闭合复位经皮螺钉固定都是治疗 Sanders II、III型跟骨骨折的有效方式。相比之下，闭合复位经皮螺钉固定更微创，但透视次数多，对术者的技术要求较高，学习曲线较长；跗骨窦切开复位钢板固定，维持骨折稳定性更好，固定强度更为可靠。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 庞伟强：实施研究、数据采集、分析及解释、起草文章、统计分析；邓明明：酝酿和设计实验、实施研究、分析及解释数据、文章审阅；杜瑞：实施研究、数据采集及分析和解释、统计分析；付炳金：实施研究、采集数据、提供行政及技术或材料支持、支持性贡献；孙广超：文章审阅及指导、提供行政及技术或材料支持、支持性贡献；刘颖：酝酿和设计实验、文章审阅及指导、提供行政及技术或材料支持、支持性贡献

参考文献

- [1] Jin C, Weng D, Yang W, et al. Minimally invasive percutaneous 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. DOI: 10.1186/s13018-017-0511-5.
- [2] Rammelt S, Amlang M, Barthel S, et al. Percutaneous treatment of less severe intraarticular calcaneal fractures [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2010, 468 (4) : 983-90. DOI: 10.1007/s11999-009-0964-x.
- [3] Hsu AR, Anderson RB, Cohen BE. Advances in surgical management of intra-articular calcaneus fractures [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23 (7) : 399-407. DOI: 10.5435/Jaaos-D-14-00287.
- [4] Khazen G, Rassi CK. Sinus tarsi approach for calcaneal fractures: the new gold standard [J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25 (4) : 667. DOI: 10.1016/j.fcl.2020.08.003.
- [5] Allegra PR, Rivera S, Desai SS, et al. Intra-articular calcaneus fractures: current concepts review [J]. *Foot Ankle Orthop*, 2020, 5 (3) : 2473011420927334. DOI: 10.1177/2473011420927334.
- [6] 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.
Chen YZ, Yang ZQ, Zhang Y, et al. Two approaches for open reduction and internal fixation of Sanders II~III calcaneal fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (8) : 694-699. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.05.
- [7] Hollawell S, Coleman M, Yancovitz S. Arthroscopy of foot and ankle subtalar joint arthroscopy in intra-articular calcaneal fractures [J]. *Clin Podiatr Med Sur*, 2023, 40 (3) : 519-28. DOI: 10.1016/j.cpm.2023.03.004.
- [8] Spierings KE, Sanders FRK, Nosewicz TL, et al. Risk factors for surgical site infections with the Sinus Tarsi Approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective cohort study with a minimum of one year follow-up [J]. *Injury*, 2020, 51 (7) : 1676-1680. DOI: 10.1016/j.injury.2020.05.004.
- [9] Sato K, Yorimitsu M, Uehara T, et al. Comparison of screw versus locking plate fixation via sinus tarsi approach for displaced intra-articular calcaneal fractures [J]. *Foot Ankle Surg*, 2023, 29 (1) : 97-102. DOI: 10.1016/j.fas.2022.11.002.
- [10] Scammell BE. Calcaneal fractures [J]. *BMJ*, 2014, 349: g4779. DOI: 10.1136/bmj.g4779.
- [11] Driessen MLS, Verstappen C, Poeze M, et al. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: A single-center experience study with 20 years follow-up [J]. *Injury*, 2022, 53 (10) : 3535-3542. DOI: 10.1016/j.injury.2022.06.037.
- [12] 杨飞, 樊天, 高大海. 两种入路开放复位内固定 Sanders II、III 型跟骨骨折比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (8) : 689-693. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.04.
Yang F, Fan T, Gao DH. Comparison of two approaches for open reduction and internal fixation of Sanders type II and III calcaneal fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (8) : 689-693. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.04.
- [13] Zhang L, Su P, Li J. Complications in the management of displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review and network meta-analysis of 2538 patients [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2022, 61 (6) : 1348-1356. DOI: 10.1053/j.jfas.2022.07.001.
- [14] Peng CG, Yuan BM, Guo WL, et al. Extensile lateral versus sinus tarsi approach for calcaneal fractures: A meta-analysis [J]. *Medicine*, 2021, 100 (31) : e26717. DOI: 10.1097/MD.00000000000026717.
- [15] Ceccarini P, Manfreda F, Petrucci R, et al. Minimally invasive sinus tarsi approach in Sanders II-III calcaneal fractures in high-demand patients [J]. *Med Glas (Zenica)*, 2021, 18 (1) : 322-327. DOI: 10.17392/1282-21.
- [16] Wang CS, Tzeng YH, Yang TC, et al. Radiographic and clinical results of modified 2-incision sinus tarsi approach for treatment of calcaneus fracture [J]. *Injury*, 2021, 52 (7) : 1971-1977. DOI: 10.1016/j.injury.2021.05.010.
- [17] 严伟, 郑树恒, 汪鑫, 等. 低切迹多向锁定与标准钢板治疗粉碎性跟骨骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (16) : 1471-1476. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.16.07.
Yan W, Zheng SH, Wang X, et al. Very low-profile variable angle locking plate versus standard locking plate for comminuted calcaneal fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2019, 27 (16) : 1471-1476. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.16.07.
- [18] Wang J, Han W, Su YG, et al. Comparison of robot-assisted percutaneous cannulated screws versus open reduction and internal fixation in calcaneal fractures [J]. *Orthop Surg*, 2023, 15 (3) : 724-730. DOI: 10.1111/os.13650.
- [19] Long C, Li KH, Zhu JX, et al. Three-step closed reduction and percutaneous screw fixation: A reliable and reproducible protocol in managing displaced intra-articular calcaneal fractures [J]. *Injury*, 2023, 54: S49-S55. DOI: 10.1016/j.injury.2022.02.017.

- [20] 杨寅, 曹军军, 刘邦定, 等. 改良透视方法在肱骨近端骨折内固定术中的应用 [J]. 中华解剖与临床杂志, 2021, 26 (2) : 132-137. DOI: 10.3760/cma.j.cn101202-20200308-00069.
Yang Y, Cao JJ, Liu BD, et al. Application of a modified intraoperative fluoroscopy method in open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures [J]. Chinese Journal of Anatomy and Clinics, 2021, 26 (2) : 132-137. DOI: 10.3760/cma.j.cn101202-20200308-00069.
- [21] 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 localization for lag screw through sustentaculum tali for calcaneus fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (14) : 1269-1273. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.05.
- [22] Persson J, Peters S, Haddadin S, et al. The prognostic value of radiologic parameters for long-term outcome assessment after an isolated unilateral calcaneus fracture [J]. Technol Health Care, 2015, 23 (3) : 285-298. DOI: 10.3233/THC-140890.
- [23] 胡凯, 乔晓红, 张永红, 等. 空心螺钉和钢板内固定修复移位型跟骨关节内骨折: 基于 15 篇随机对照试验的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25 (9) : 1465-1470. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.3766.
Hu K, Qiao XH, Zhang YH, et al. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with cannulated screws and plates: a meta-analysis of 15 randomized controlled trials [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2021, 25 (9) : 1465-1470. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.3766.
- [24] Gultekin A, Acar E, Ugur L, et al. The importance of Bohler's angle in calcaneus geometry: A finite element model study [J]. Jt Dis Relat Surg, 2021, 32 (2) : 420-427. DOI: 10.52312/jdrs.2021.81251.
- [25] Eelsing R, Aronius LB, Halm JA, et al. Implant choice and outcomes of the sinus tarsi approach for displaced intra-articular calcaneal fractures [J]. Foot Ankle Int, 2023, 44 (8) : 738-744. DOI: 10.1177/10711007231176276.
- [26] 温明韬, 梁学振, 李嘉程, 等. 两种方式固定 Sanders II 型跟骨骨折后的力学稳定性 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26 (6) : 838-842. DOI: 10.12307/2022.162.
Wen MT, Liang XZ, Li JC, et al. Mechanical stability of Sanders II type calcaneal fractures fixed by two internal fixation methods [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2022, 26 (6) : 838-842. DOI: 10.12307/2022.162.

(收稿: 2024-07-03 修回: 2024-10-17)
(同行评议专家: 王丙刚, 付国建)
(本文编辑: 郭秀婷)

读者 · 作者 · 编者

如何检索引用《中国矫形外科杂志》及文献格式

点击本刊网址进入《中国矫形外科杂志》官网(<http://jxwk.ijournal.cn>), 点击上方菜单栏: 期刊浏览, 显示本刊站内检索窗口, 输入您要查找的自由词, 点击回车, 网页即显示相关内容, 点击排列方式, 您可按“相关性、发现时间...”排列篇名。点击篇名, 弹出摘要页面进行阅读。如果需要引用, 点击右上角“”符号, 在弹出的提示框里将内容复制粘贴: “Ctrl+C”复制, “Ctrl+V”在您的文中粘贴。

文献格式需严格按本刊格式要求进行修改, 作者仅引用前 3 位, 超过 3 位时, 加“等.”或“, et al.”。英文作者仅用姓 (last name), 只有首字母大写, 而名 (first name, middle name) 则用其第一个字母大写缩写。文章题目仅首字母大写。期刊名用 Pubmed 标准缩写。

由于本刊正在申请加入 Scopus 数据库, 按数据库要求统一在文献后标注数字对象标识码 (Digital Object Identifier, DOI), 中文参考文献补充原文的英译文献条目, 示例如下:

[1] Fehlings MG, Tetreault L, Nater A, et al. The aging of the global population: the changing epidemiology of disease and spinal disorders [J]. Neurosurgery, 2015, 77 (Suppl 4) : S1-S5. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000953.

[2] 南运东, 徐长科. 经皮内镜椎间孔入路减压治疗腰椎管狭窄症 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (19) : 1811-1812. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.19.19.

Nan YD, Xu CK. Percutaneous transforaminal endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (19) : 1811-1812. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.19.19.

参考文献格式详细规范请参照参考文献格式国家标准 (GB-T7714-2005)。