

# 经跗骨窦小切口与经皮撬拨治疗 Sanders Ⅱ、Ⅲ型骨折的比较<sup>\*</sup>

李景光<sup>\*\*</sup> 章平治 徐名洪 徐宏光<sup>①</sup> 杨学明

(安徽中医药高等专科学校附属医院骨科, 芜湖 241000)

**【摘要】 目的** 探讨经跗骨窦小切口 (sinus tarsi approach, STA) 与经皮撬拨 (percutaneous poking approach, PPA) 治疗 Sanders Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折的疗效。**方法** 回顾性分析 2016 年 1 月~2018 年 12 月应用空心螺钉固定治疗闭合性 Sanders Ⅱ、Ⅲ型骨折 63 例(69 足)资料,其中经 STA 复位 31 例 34 足;PPA 复位 32 例 35 足。比较 2 组手术时间、住院时间、骨折愈合时间、跟骨宽度、Böhler 角、Gissane 角、CT 后关节面复位质量及术后并发症;采用美国足踝外科协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 评分系统评价疗效。**结果** 2 组术后均未出现伤口并发症或深部感染,术后 3 个月骨折均愈合。2 组住院时间、随访时间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。与 PPA 组比较,STA 组手术时间短 [(51.9 ± 10.6) min vs. (88.0 ± 21.8) min,  $t = -8.705, P = 0.000$ ], 后关节面骨折复位质量为优的占比高 [94.1% (32/34) vs. 65.7% (23/35),  $\chi^2 = 8.603, P = 0.003$ ], AOFAS 评分高 [(91.1 ± 5.9) 分 vs. (83.5 ± 7.7) 分,  $t = 4.555, P = 0.000$ ]。2 组 AOFAS 优良率差异无统计学意义 [94.1% (32/34) vs. 77.1% (27/35),  $\chi^2 = 2.757, P = 0.097$ ]。2 组术后 3 d 跟骨宽度、Gissane 角、Böhler 角均较术前显著改善, STA 组改善更明显 ( $P < 0.05$ )。末次随访,STA 组距下关节僵硬 2 足,创伤性关节炎 1 足,并发症发生率为 8.8% (3/34);PPA 组距下关节僵硬 7 足,创伤性关节炎 4 足,腓侧撞击综合征 2 足,并发症发生率 37.1% (13/35)。STA 组并发症少于 PPA 组 ( $\chi^2 = 7.765, P = 0.005$ )。**结论** 与经皮撬拨比较,跗骨窦小切口治疗 Sanders Ⅱ、Ⅲ型骨折关节面复位好,并发症发生率低,同样可避免切口并发症。

**【关键词】** 跟骨骨折; 跗骨窦小切口

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2020)12-1100-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2020.12.009

**Comparison of Minimal Sinus Tarsi Approach and Percutaneous Poking Approach for Sanders Type Ⅱ or Ⅲ Calcaneal Fractures** Li Jingguang, Zhang Pingzhi, Xu Minghong, et al. Department of Orthopaedics, First Affiliated Hospital of Anhui College of Traditional Chinese Medicine, Wuhu 241000, China

Corresponding author: Li Jingguang, E-mail: ljgryx1969@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate clinical results of minimal sinus tarsi approach (STA) and percutaneous poking approach (PPA) for Sanders type Ⅱ or Ⅲ calcaneal fractures. **Methods** The clinical data of 63 cases (69 feet) of fresh and closed calcaneal fractures treated with cannulated screws from January 2016 to December 2018 were retrospectively analyzed. There were 31 cases (34 feet) in the STA group and 32 cases (35 feet) in the PPA group. The duration of surgery, hospitalization stay, fracture healing time, calcaneal width, Böhler and Gissane angle, reduction quality of Posterior facet in CT scanning, postoperative complications as well as the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score were assessed and compared between the two groups. **Results** No wound problem happened and all the fractures healed within 3 months in both groups. The hospitalization stay and follow-up duration had no significant difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). As compared to the PPA group, the STA group had shorter operation time [(51.9 ± 10.6) min vs. (88.0 ± 21.8) min,  $t = -8.705, P = 0.000$ ], better reduction quality of

\* 基金项目:安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2019A1090)

\*\* 通讯作者, E-mail:ljgryx1969@163.com

① (皖南医学院弋矶山医院骨科, 芜湖 241000)

posterior facet [94.1% (32/34) vs. 65.7% (23/35),  $\chi^2 = 8.603$ ,  $P = 0.003$ ] and higher AOFAS scores [(91.1 ± 5.9) points vs. (83.5 ± 7.7) points,  $t = 4.555$ ,  $P = 0.000$ ]. There was no significant difference in the excellent and good rate of AOFAS score between the two groups [94.1% (32/34) vs. 77.1% (27/35),  $\chi^2 = 2.757$ ,  $P = 0.097$ ]. The calcaneus width, Gissane angle and Böhler angle at 3 days after operation were improved in each group as compared with those of preoperation, and these changes occurred in the STA group were more obvious than those in the PPA group ( $P < 0.05$ ). At the final follow-up, 2 feet of subtalar joint stiffness and 1 foot of traumatic arthritis occurred in the STA group, while 7 feet of subtalar joint stiffness, 4 feet of traumatic arthritis and 2 feet of peroneal tenosynovitis occurred in the PPA group, showing significant difference ( $\chi^2 = 7.765$ ,  $P = 0.005$ ). **Conclusion** Compared with percutaneous poking approach for treating Sanders type II or III calcaneal fractures, minimal sinus tarsi approach can gain better reduction quality of posterior facet and lower postoperative complications.

**【Key Words】** Calcaneal fracture; Sinus tarsi approach

75%跟骨骨折涉及关节面,影响负重行走功能,以 Sanders II、Ⅲ型骨折居多<sup>[1,2]</sup>。目前跟骨骨折的治疗方法较多,而对于移位跟骨关节内骨折(displaced intra-articular calcaneal fracture, DIACF)的治疗选择尚存争议。保守治疗难以满意纠正跟骨体的短缩、增宽,更不易获得后关节面解剖复位,日后易出现骨折畸形愈合、关节僵硬、创伤性关节炎、腓侧撞击和足跟痛等并发症<sup>[3]</sup>。手术恢复后关节面与跟骨体的解剖形态,可获得较好的足部功能,减少相关并发症<sup>[4]</sup>。足外侧“L”形切口切开复位钢板固定曾经是治疗跟骨骨折的金标准<sup>[5]</sup>,但切口并发症发生率高达 24.9%<sup>[6]</sup>。Kissel 等<sup>[7]</sup>推荐在外固定架固定前采用经皮撬拨复位治疗 Sanders II ~ IV 型骨折,但外固定易出现钉道感染、关节僵硬等问题,且影响日常生活。Ebrahimpour 等<sup>[8]</sup>认为闭合复位经皮螺钉固定适于各型 DIACF 的治疗;但因无法保证关节面的复位质量,有学者<sup>[9,10]</sup>建议关节镜辅助复位,而镜下复位对技术和设备条件要求较高。经跗骨窦小切口可较好地显露后关节面,获得骨折的满意复位与固定,而且术后并发症低<sup>[3,11,12]</sup>。本研究回顾性分析 2016 年 1 月 ~ 2018 年 12 月采用经跗骨窦小切口(sinus tarsi approach, STA)与经皮撬拨

(percutaneous poking approach, PPA)复位空心钉固定治疗 63 例(69 足)Sanders II、Ⅲ型骨折的临床资料,比较两者疗效。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

病例选择标准:年龄 18 ~ 70 岁;Sanders II、Ⅲ型新鲜闭合性跟骨骨折;随访 1 年以上,资料完整。排除标准:术前合并同侧下肢其他部位骨折或神经损伤;病理性骨折;患足先天异常;局部或全身感染;精神病患者。

2016 年 1 月 ~ 2018 年 12 月我科施行跟骨骨折手术 95 例(103 足),根据纳入和排除标准,共 63 例(69 足)纳入本研究。术前均常规做跟骨侧、轴位 X 线及 CT 检查,诊断跟骨骨折,按 Sanders 标准分型。均采用加压半螺纹空心钉内固定,按患者意愿选择复位方式。其中 STA 组 31 例(34 足):单侧 28 例(左侧 9 例,右侧 19 例),双侧 3 例;PPA 组 32 例(35 足):单侧 29 例(左侧 12 例,右侧 17 例),双侧 3 例。2 组一般资料比较差异无显著性( $P > 0.05$ ),有可比性,见表 1。

表 1 2 组一般资料比较

组别	年龄(岁)	性别		侧别		致伤原因				Sanders 分型		伤后至手术时间(d)
		男	女	左	右	坠落	跌伤	车祸	砸伤	Ⅱ	Ⅲ	
STA 组	47.7 ± 9.4 (n = 31)	29	2	12	22	28	3	0	0	20	14	3.0 ± 1.5 (n = 31)
PPA 组	45.8 ± 9.0 (n = 32)	28	4	15	20	27	3	1	1	20	15	3.6 ± 1.4 (n = 32)
$t(\chi^2)$ 值	$t = 0.819$	$\chi^2 = 0.151$		$\chi^2 = 0.414$		$\chi^2 = 2.003$				$\chi^2 = 0.020$		$t = -1.591$
P 值	0.416	0.698		0.520		0.572				0.888		0.117

STA:经跗骨窦小切口,31 例,34 足;PPA:经皮撬拨,32 例,35 足

1.2 手术方法

手术由同一治疗组完成。腰麻或连续硬膜外麻

醉。俯卧位,常规应用止血带。双足骨折均采用同一术式一次完成手术。

STA 组:外踝尖下方 1 cm 由跟腱前方一横指向第四跖骨方向做 4 ~ 5 cm 切口,分离沿跟腱前缘下行的腓浅神经皮支,连同腓骨长短腱一同牵开,保护其下的跟腓后韧带不受损伤,显露跟骨后关节面与 Gissane 角。①后关节面骨折的复位与固定:依据 CT 图像,在以腓骨长短肌腱为界所形成的前后两个操作窗内进行。直视下在后窗撬起塌陷的后关节面骨块使之解剖复位并恢复正常跟距对合关系,如为Ⅲ型骨折,则翻开骨折的外侧壁,内翻患足,找到塌陷、翻转的中间骨块,插入弯血管钳将其抬起复位,再将临时翻开的外侧壁骨块复位,横向钻入 2 枚克氏针临时固定,防止复位骨折移位。于 Gissane 角后上方、关节面皮质下骨稍下方,向载距突钻入 2 枚导针,透视确认骨折复位及导针位置满意后扩孔,拧入 2 枚直径 4.0 mm 长短合适的空心半螺纹钉加压对合骨折后关节面。②体部骨折的复位与固定:重点是恢复跟骨体的长宽高,并纠正 Böhler 角和 Gissane 角。可取大小合适的骨膜剥离器通过跗骨窦切口插入体部骨折间进行撬拨纠正短缩,此时跟骨的长宽高与异常的 Böhler 角、Gissane 角均获解剖复位或接近解剖复位。体部骨折的固定根据术前 X 线与 CT 所见主要骨折块多少采用个体化螺钉固定方案。

PPA 组:撬拨前仔细阅读侧、轴位 X 线与冠、矢状位 CT,选择恰当的个体化撬拨进针路径。一般在透视下经跟骨结节上方穿入 1 枚斯氏针,至塌陷的跟骨后关节面骨折块下方,撬拨抬起塌陷的骨块;发生翻转的关节面骨块复位难度大,需采用 Broden 10°、20°、30°、40°位反复透视确认复位效果。跟骨后关节面及体部骨折的固定与 STA 组基本相同。2 组手术均未植骨,不需引流,术后无须附加外固定。

### 1.3 术后处理及疗效评价

患足肿胀较重者抬高患肢,手术时间较长者应用抗生素 1 ~ 2 d。次日开始患侧踝、趾各关节主动活动功能练习。术后 1、3、6 和 12 个月门诊复查并拍摄 X 线片,了解骨折愈合、复位内固定及并发症等情况,并决定弃拐患足完全负重行走时间。比较 2 组手术时间、住院时间、骨折愈合时间和术后并发症。记录术前、术后 3 d 跟骨宽度、Böhler 角、Gissane 角。末次随访行 CT 复查评价后关节面复位质量,后关节面骨块间台阶 < 1 mm 为优,≥ 1 mm 为

差<sup>[10]</sup>。采用美国足踝外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)评分系统评价疗效,总分 100 分,≥ 90 分为优,75 ~ 89 分为良,50 ~ 74 分为可,≤ 50 分为差。

### 1.4 统计学处理

应用 SPSS16.0 软件进行数据处理。计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,2 组比较采用独立样本 *t* 检验,组内手术前后比较采用配对 *t* 检验;计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。检验水准取双侧  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

2 组手术指标比较见表 2。STA 组手术时间短,术后骨折复位不良相关并发症少( $P < 0.05$ ),2 组住院时间差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),术后 3 个月 X 线复查示 2 组骨折均愈合(骨折线模糊,连续骨痂跨过骨折线)。STA 组随访 12 ~ 38 个月,PPA 组随访 12 ~ 43 个月,2 组随访时间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。STA 组 AOFAS 评分 67 ~ 100 分,优 22 足,良 10 足,可 2 足,优良率 94.1% (32/34);PPA 组 AOFAS 评分 52 ~ 97 分,优 12 足,良 15 足,可 4 足,差 4 足,优良率 77.1% (27/35)。STA 组 AOFAS 评分显著高于 PPA 组( $P < 0.05$ ),但 2 组优良率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

2 组术后均未发生伤口并发症或深部感染。STA 组距下关节僵硬 2 足(5.9%, 2/34),创伤性关节炎 1 足(2.9%, 1/34);PPA 组术后距下关节僵硬 7 足(20.0%, 7/35),创伤性关节炎 4 足(11.4%, 4/35),腓侧撞击综合征 2 足(5.7%, 2/35)。2 组并发症中,PPA 组 1 足创伤性关节炎因严重疼痛于术后 1 年行距下关节融合,其余 15 足均尚可日常行走、工作,未再手术。

2 组 X 线测量数据比较见表 3。2 组术后 3 d 跟骨宽度、Gissane 角、Böhler 角均较术前明显改善,STA 组较 PPA 组改善更明显( $P < 0.05$ )。术后 X 线复查 2 组均无螺钉松动、断裂及骨折复位丢失。末次随访 CT 显示 STA 组后关节面骨折复位优 32 足(94.1%, 32/34),差 2 足(5.9%, 2/34,均为Ⅲ型骨折);PPA 组骨折复位优 23 足(65.7%, 23/35),差 12 足(34.3%, 12/35,Ⅱ型 3 例,Ⅲ型 9 例),其中 1 足体部显著增宽,1 足明显外翻。STA 组关节面骨折复位质量明显优于 PPA 组( $\chi^2 = 8.603, P = 0.003$ )。2 组典型病例影像见图 1、2。

表 2 2 组手术指标比较

组别	手术时间 (min)	住院时间 (d)	并发症率 (%)	随访时间 (月)	AOFAS 评分 (分)	AOFAS 优良率 (%)
STA 组	51.9 ± 10.6 (n = 34)	11.5 ± 4.3 (n = 31)	8.8 (3/34)	15.7 ± 5.8 (n = 31)	91.1 ± 5.9 (n = 34)	94.1 (32/34)
PPA 组	88.0 ± 21.8 (n = 35)	13.0 ± 7.2 (n = 32)	37.1 (13/35)	17.2 ± 7.6 (n = 32)	83.5 ± 7.7 (n = 35)	77.1 (27/35)
$t(\chi^2)$ 值	$t = -8.705$	$t = -1.046$	$\chi^2 = 7.765$	$t = -0.874$	$t = 4.555$	$\chi^2 = 2.757$
P 值	0.000	0.300	0.005	0.386	0.000	0.097

STA:经跗骨窦小切口,31 例,34 足;PPA:经皮撬拨,32 例,35 足

表 3 2 组术前和术后 3 d X 线测量数据比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	Böhler 角 (°)			Gissane 角 (°)			跟骨宽度 (mm)		
	术前	术后 3 d	$t, P$ 值	术前	术后 3 d	$t, P$ 值	术前	术后 3 d	$t, P$ 值
STA 组 (n = 34)	11.6 ± 5.7	34.4 ± 2.1	-28.345, 0.000	107.7 ± 35.6	127.8 ± 5.6	-3.334, 0.002	39.6 ± 2.2	31.2 ± 1.2	19.015, 0.000
PPA 组 (n = 35)	11.7 ± 5.9	30.2 ± 3.5	-18.701, 0.000	111.1 ± 32.8	123.7 ± 7.3	-2.431, 0.020	39.3 ± 1.7	34.8 ± 2.9	11.263, 0.000
$t, P$ 值	-0.092, 0.927	6.035, 0.000		-0.424, 0.673	2.575, 0.012		0.699, 0.487	-6.537, 0.000	

STA:经跗骨窦小切口,31 例,34 足;PPA:经皮撬拨,32 例,35 足

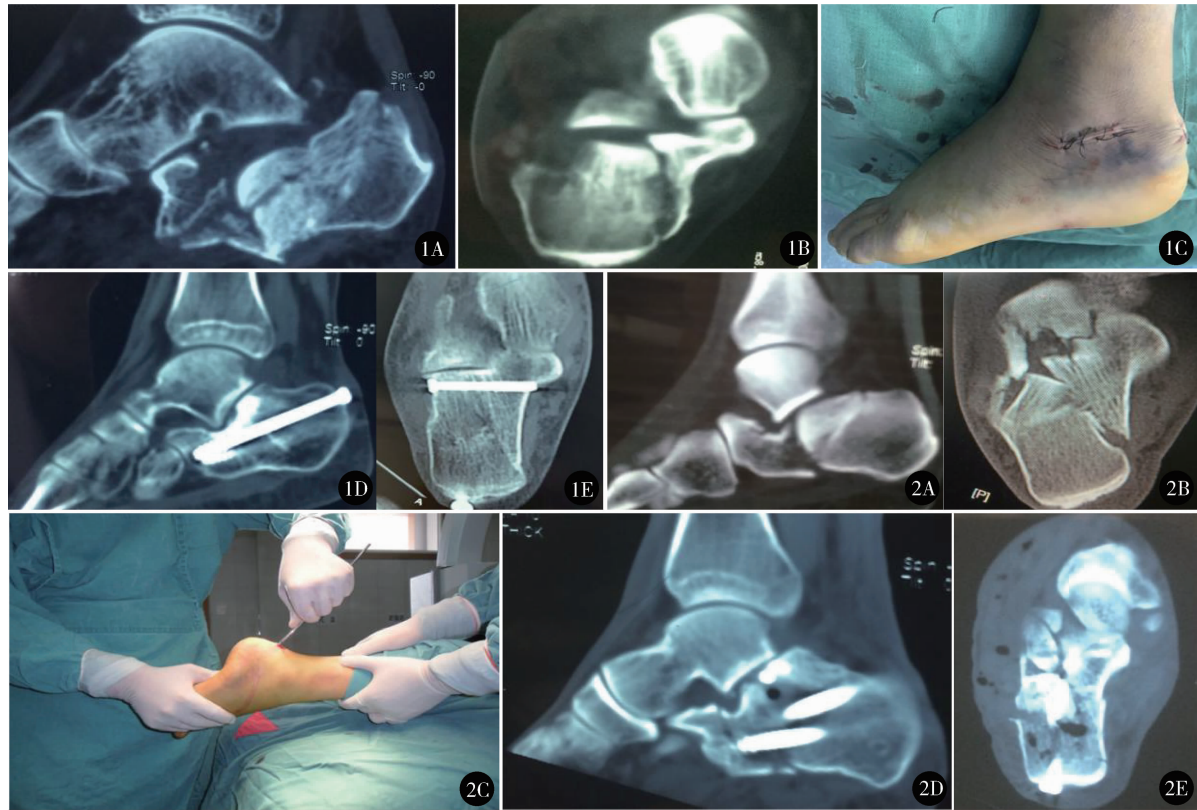


图 1 STA 组,男,40 岁,坠落伤,左跟骨骨折,术前 CT 示 Sanders III 型骨折 (A、B),行跗骨窦小切口复位螺钉固定 (C),术后 3 个月 CT 示后关节面复位平整,距下关节关系良好,体部骨折复位满意,骨折愈合 (D、E) 图 2 男,53 岁,坠落伤,右跟骨骨折,术前 CT 示 Sanders II 型骨折 (A、B),行经皮撬拨复位螺钉固定 (C),术后 3 个月 CT 示后关节面局部塌陷,距下关节关系欠佳 (D、E)

3 讨论

临床研究表明,DIACF 的疗效与骨折类型、Böhler 角及跟骨后关节面的复位质量关系密切<sup>[13,14]</sup>,Rammelt 等<sup>[10]</sup>认为超过 1 mm 的后关节面

台阶都是不能接受的,因此后关节面复位优劣很大程度上影响着疗效及预后。Abdelazeem 等<sup>[5]</sup>采用经跗骨窦有限切开、单纯螺钉固定治疗 Sanders II、III 型骨折 33 足,认为可满足直视下骨折后关节面复位,随访 28.8 月,AOFAS 优良率 93.9% (31/33)。

本研究采用跗骨窦小切口复位空心钉固定 31 例(34 足), AOFAS 优良率 94.1% (32/34)。我们体会其复位的优势主要体现在:①通过小切口显露,避免经皮撬拨复位的不确定性,可直视下进行后关节面骨折准确复位与固定,恢复距下关节正常对合关系,术中一次透视关节面解剖复位率达 94.1% (32/34);而经皮撬拨复位时每一步都需要透视,特别是中间骨块塌陷翻转的 Sanders III 型骨折,经常出现反复经皮撬拨 Broden 位透视复位仍不理想,手术时间长。鉴于经皮复位不确定因素多, Takasaka 等<sup>[15]</sup>强调治疗 DIACF 对术者的技术与认知水平要求高,需根据患者特点、骨折类型、术者经验灵活选择个体化方案。②在撬起塌陷的后关节面骨折的同时, Gissane 角与 Böhler 角也多随之恢复满意,与 Crosby 等<sup>[16]</sup>的观察一致。③通过经跗骨窦小切口插入主骨折块间的直接强力撬拨纠正跟骨体的短缩、增宽简单而有效;而反复经皮撬拨容易造成骨质粉碎或形成空洞,特别是遇到塌陷翻转的 III 型骨折,应慎重选择,或将其列为经皮撬拨的禁忌。但尽管如此,本研究中跗骨窦小切口手术后仍有 2 足 III 型骨折 CT 提示关节面复位欠佳,与关节面过于粉碎、复位固定难度大有关。

与经皮撬拨一样,跗骨窦小切口手术也无须待肿胀完全消除即可早期手术,术后同样未发生切口并发症和深部感染。跗骨窦切口对局部组织血管网破坏小,伤口较易愈合<sup>[3]</sup>;同时,经跗骨窦小切口复位内固定时无须做广泛的软组织剥离,手术时间短,这也是术后切口并发症少的重要原因。比较经跗骨窦有限切开与足外侧“L”形广泛切开治疗跟骨骨折的研究中,绝大多数显示经跗骨窦术后伤口并发症少<sup>[3,5,11,17]</sup>;但 Zhang 等<sup>[18]</sup>采用跗骨窦切口治疗 72 例 DIACF,术后伤口并发症发生率为 12.5% (9/72)。Rawicki 等<sup>[14]</sup>报道经跗骨窦切口治疗 17 例 DIACF,其中 2 例合并糖尿病,术后发生深部感染 3 例,包括这 2 例糖尿病患者,需后续一系列复杂处理,认为糖尿病、体重超标与吸烟是导致伤口问题的高危因素。但值得一提的是, Zhang 等<sup>[18]</sup>使用的是解剖型钢板,术中仍需对软组织进行广泛剥离, Rawicki 等<sup>[14]</sup>采用人工骨植骨,均存在术后发生切口问题的潜在因素。

Kir 等<sup>[19]</sup>比较跗骨窦切口微型钢板与空心螺钉固定治疗 Sanders II、III 型骨折的疗效,随访 1 年,微

型钢板组 Maryland 评分优良率(93.5%, 29/31)显著高于空心螺钉组(72.4%, 21/29) ( $P=0.028$ );但多数研究显示单纯应用螺钉固定同样可取得与钢板类似的疗效甚至优于钢板<sup>[5,8,11,20]</sup>。本研究中 34 足采用跗骨窦小切口空心螺钉固定,仅 2 足(5.9%) III 型骨折疗效为差。我们认为,应用螺钉固定前的重点在于先确定主要骨折线的走向及关节面的塌陷位置,遵循先复位固定后关节面、再处理体部骨折的原则,利用空心螺钉固定所具有的单钉体积小、微创、灵活、可加压和指向性好的特点,做到合理置钉,才能取得好的效果。本研究 2 组 63 例(69 足)术中均未植骨,待骨折愈合后患足开始负重,未发生骨折不愈合和复位后明显丢失。

研究<sup>[2,21]</sup>表明,即使通过手术获得关节面的解剖复位,但因创伤导致关节软骨损害所继发的距下关节退行性变仍难以避免,组织学观察后续会发生不同程度的无菌性坏死,影响足部功能。除创伤本身的因素外,治疗失当也是产生此类并发症的重要原因。Paul 等<sup>[4]</sup>将 70 例跟骨骨折按骨折是否涉及关节面和骨折后 Böhler 角大小分为 4 组,随访 6.5 年,结果显示 DIACF 经手术能够获得满意复位者日后足部功能良好,而复位不理想者发生创伤性关节炎不可避免,足部功能差。本研究结果表明,经跗骨窦小切口较经皮撬拨复位质量为优的占比更高,术后并发症率也较低,与 Paul 等的研究一致。Kashani 等<sup>[22]</sup>观察 56 例保守治疗 DIACF 的疗效,22 例(39.3%)发生腓侧撞击,发生率较手术治疗者(9.5%)更高,认为保守治疗对增宽跟骨体纠正不良是造成并发症高发的主要原因。本研究中经跗骨窦小切口治疗的跟骨宽度均矫正满意,随访无腓侧撞击;而经皮撬拨术后腓侧撞击 2 足(5.7%, 2/35),其中 1 足因跟骨外侧壁骨折复位不良,1 足为扁平足且跟骨外翻。

综上所述,结合空心螺钉治疗 Sanders II、III 型骨折,与经皮撬拨比较,经跗骨窦小切口可获得满意的骨折复位与固定效果,术后关节僵硬、创伤性关节炎和腓侧撞击的发生率低,同样可有效避免切口并发症,是一种安全、有效的微创手术方法。

## 参考文献

- 1 Wang C, Huang D, Ma X, et al. Sustentacular screw placement with guidance during ORIF of calcaneal fracture: an anatomical specimen

- study. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1):78.
- 2 Sanders R, Fortin P, Dipasquale T, et al. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 1993, 290:87–95.
- 3 Wagstrom EA, Downes JM. Limited approaches to calcaneal fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018, 11(3):485–494.
- 4 Paul M, Peter R, Hoffmeyer P. Fractures of the calcaneum: a review of 70 patients. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 18(6):1142–1145.
- 5 Abdelazeem A, Khedr A, Abousayed M, et al. Management of displaced intra-articular calcaneal fractures using the limited open sinus tarsi approach and fixation by screws only technique. *Int Orthop*, 2014, 38(3):601–606.
- 6 Nosewicz TL, Dingemans SA, Backes M, et al. A systematic review and metaanalysis of the sinus tarsi and extended lateral approach in the operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Surg*, 2019, 25(5):580–588.
- 7 Kissel CG, Husain ZS, Cottom JM, et al. Early clinical and radiographic outcomes after treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures using delta-frame external fixator construct. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 50(2):135–140.
- 8 Ebrahimpour A, Kord MHC, Sadighi M, et al. Percutaneous reduction and screw fixation for all types of intra-articular calcaneal fractures. *Musculoskelet Surg*, 2020 Jan 6. [Online ahead of print]
- 9 冯仕明, 王爱国, 范家强, 等. 关节镜监视辅助经皮复位螺钉内固定治疗跟骨关节内移位骨折. *中华医学杂志*, 2020, 100(5):367–372.
- 10 Rammelt S, Gavlik JM, Barthel S, et al. The value subtalar arthroscopy in the management of intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*, 2002, 23(10):906–916.
- 11 Rachakonda KR, Nugur A, Shekar NA, et al. Minimally invasive fixation for displaced intra-articular fractures of calcaneum: a short-term prospective study on functional and radiological outcome. *Musculoskelet Surg*, 2019, 103(2):181–189.
- 12 沈杰, 姜雪峰, 黄国伟, 等. 跗骨窦入路微创钢板内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折. *中国微创外科杂志*, 2020, 20(6):540–544.
- 13 Liu GT, Vanpelt MD, Lalli T, et al. Surgical management of displaced intraarticular calcaneal fractures: what matters most? *Clin Podiatr Med Surg*, 2019, 36(2):173–184.
- 14 Rawicki N, Wyatt R, Kusnezov N, et al. High incidence of post-operative infection after ‘sinus tarsi’ approach for treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a 5 year experience in an academic level one trauma center. *Patient Saf Surg*, 2015, 9:25.
- 15 Takasaka M, Bittar CK, Mennucci FS, et al. Comparative study on three surgical techniques for intra-articular calcaneal fractures: open reduction with internal fixation using a plate, external fixation and minimally invasive surgery. *Rev Bras Ortop*, 2016, 51(3):254–260.
- 16 Crosby LA, Fitzgibbons T. Intraarticular calcaneal fractures. Results of closed treatment. *Clin Orthop Relat Res*, 1993, 290:47–54.
- 17 Bedigrew KM, Blair JA, Possley DR, et al. Comparison of calcaneal exposure through the extensile lateral and sinus tarsi approaches. *Foot Ankle Spec*, 2018, 11(2):142–147.
- 18 Zhang T, Su Y, Chen W, et al. Displaced intra-articular calcaneal fractures treated in a minimally invasive fashion: longitudinal approach versus sinus tarsi approach. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(4):302–309.
- 19 Kir MC, Ayanoglu S, Cabuk H, et al. Mini-plate fixation via sinus tarsi approach is superior to cannulated screw in intra-articular calcaneal fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2018, 26(3):2309499018792742.
- 20 Fan BY, Zhou XH, Wei ZJ, et al. Cannulated screw fixation and plate fixation for displaced intra-articular calcaneus fracture: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg*, 2016, 34:64–72.
- 21 Borrelli JJ, Torzilli PA, Grigien R, et al. Effect of impact load on articular cartilage: development of an intra-articular fracture model. *J Orthop Trauma*, 1997, 11(5):319–326.
- 22 Kashani MB, Kachooei AR, Ebrahimi H, et al. Comparative study of peroneal tenosynovitis as the complication of intraarticular calcaneal fracture in surgically and non-surgically treated patients. *Iran Red Crescent Med J*, 2013, 15(10):e11378.

(收稿日期:2020–06–16)

(修回日期:2020–10–13)

(责任编辑:王惠群)