

## · 临床论著 ·

前向后与后向前螺钉固定治疗三踝骨折中  
后踝骨折的比较

刘天一 侯国进 周 方 姬洪全 张志山 郭 琰 吕 扬 田 耘\*

(北京大学第三医院骨科, 北京 100191)

**【摘要】 目的** 比较三踝骨折手术时后踝骨折前向后与后向前螺钉固定的疗效。**方法** 回顾性分析 2011 年 1 月 ~ 2022 年 10 月因后踝骨折行拉力螺钉固定治疗并随访 12 个月以上共 376 例资料。按骨折块厚度分为 2 个亚组, 小骨折亚组为骨折块厚度  $< 17$  mm (螺钉螺纹长度) 共 167 例, 大骨折亚组为骨折块厚度  $\geq 17$  mm 共 209 例。每个亚组根据后踝骨折螺钉内固定方向不同分为前向后组与后向前组, 小骨折亚组前向后 74 例, 后向前 93 例; 大骨折亚组前向后 88 例, 后向前 121 例。对比末次随访美国足踝矫形外科协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝 - 后足评分, 测量术后第 1 天以及末次随访 X 线片骨折块在骨折线方向上的位移 (Dn) 和垂直于骨折线方向上的位移 (Dt), 计算术后骨折块移位, 即末次随访 Dn + Dt 与术后第 1 天 Dn + Dt 之差。**结果** 术后第 1 天 X 线显示, 小骨折和大骨折亚组前向后组对比后向前组 Dn 和 Dt 差异均无显著性 ( $P > 0.05$ )。全组随访 12 ~ 85 个月, 平均 19.3 月。在小骨折亚组, 术后骨折块移位后向前组 [ $(0.11 \pm 0.19)$  mm] 优于前向后组 [ $(0.19 \pm 0.21)$  mm] ( $P = 0.011$ ), AOFAS 评分也优于前向后组 [(80.2  $\pm$  8.4) 分 vs. (76.2  $\pm$  8.6) 分,  $P = 0.003$ ]; 在大骨折亚组, 术后骨折块移位后向前组 [ $(0.11 \pm 0.18)$  mm] 与前向后组 [ $(0.12 \pm 0.19)$  mm] 无统计学差异 ( $P = 0.630$ ), AOFAS 评分也无统计学差异 [(84.1  $\pm$  7.8) 分 vs. (82.8  $\pm$  7.6) 分,  $P = 0.246$ ]。**结论** 后踝骨折前向后与后向前拉力螺钉内固定在复位效果上无明显区别。对于骨折块厚度  $< 17$  mm 者, 后向前固定疗效优于前向后固定; 对于骨折块厚度  $\geq 17$  mm 者, 前向后固定与后向前固定在疗效上无明显区别。

**【关键词】** 后踝骨折; 拉力螺钉; 内固定; 前向后; 后向前

文献标识: A 文章编号: 1009 - 6604(2024)06 - 0415 - 07

doi: 10.3969/j.issn.1009 - 6604.2024.06.003

**Comparison of Anterior-posterior and Posterior-anterior Internal Fixation With Screws for Posterior Malleolar Fractures in Trimalleolar Fractures** Liu Tianyi, Hou Guojin, Zhou Fang, et al. Department of Orthopedics, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Corresponding author: Tian Yun, E-mail: tianyun@bjmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To compare the efficacy of anterior-posterior and posterior-anterior screw fixation for posterior malleolar fractures surgery. **Methods** A retrospective analysis of 376 cases of posterior malleolar fractures treated with lag screws from January 2011 to October 2022 with more than 12 months of follow-up period was conducted. The patients were divided into two subgroups based on the thickness of the fracture fragment, with 167 cases in the small fracture subgroup having a fracture fragment thickness  $< 17$  mm (screw thread length) and 209 cases in the large fracture subgroup having a fracture fragment thickness  $\geq 17$  mm. Each subgroup was further divided into anterior-posterior and posterior-anterior groups based on the direction of screw fixation in the posterior malleolar fracture surgery. In the small fracture subgroups, there were 74 cases in the anterior-posterior group and 93 cases in the posterior-anterior group. In the large fracture subgroup, there were 88 cases in the anterior-posterior group and 121 cases in the posterior-anterior group. The American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score was measured at the last follow-up. The

displacement of the fracture fragment in the direction of the fracture line (Dn) and perpendicular to the fracture line (Dt) were measured on the first day after surgery and at the last follow-up, and the displacement of the fracture fragment was calculated, which was the difference between Dn + Dt at the last follow-up and Dn + Dt on the first day after surgery. **Results** On the first day after surgery, X-ray showed no significant difference in Dn and Dt between the anterior-posterior and posterior-anterior groups in both of the small and large fracture subgroups ( $P > 0.05$ ). The entire group was followed up for 12 – 85 months, with an average of 19.3 months. In the small fracture subgroup, the displacement of the fracture fragment in the posterior-anterior group [ $(0.11 \pm 0.19)$  mm] was superior to that in the anterior-posterior group [ $(0.19 \pm 0.21)$  mm;  $P = 0.011$ ], and the AOFAS score was also superior to that in the anterior-posterior group [ $(80.2 \pm 8.4)$  points vs.  $(76.2 \pm 8.6)$  points,  $P = 0.003$ ]. In the large fracture subgroup, there was no significant difference in fracture displacement between the posterior-anterior group [ $(0.11 \pm 0.18)$  mm] and the anterior-posterior group [ $(0.12 \pm 0.19)$  mm;  $P = 0.630$ ], and there was also no significant difference in AOFAS scores [ $(84.1 \pm 7.8)$  points vs.  $(82.8 \pm 7.6)$  points,  $P = 0.246$ ]. **Conclusions** There is no significant difference in the reduction effect between anterior-posterior and posterior-anterior lag screw internal fixation for posterior malleolar fractures in trimalleolar fractures. For patients with fracture thickness  $< 17$  mm, posterior-anterior fixation is superior to anterior-posterior fixation; for patients with fracture thickness  $\geq 17$  mm, there is no significant difference in the efficacy between anterior-posterior and posterior-anterior fixation.

**【Key Words】** Posterior malleolar fracture; Lag screw; Internal fixation; Anterior to posterior; Posterior to anterior

踝关节骨折是常见的关节骨折, 约占所有骨折的 10%, 而在踝关节骨折中, 后踝骨折占 7% ~ 44%<sup>[1,2]</sup>。相对于单纯的后踝骨折, 合并内、外踝骨折或下胫腓联合损伤的情况更常见<sup>[3]</sup>。在稳定性和接触应力方面, 后踝骨折对踝关节有重要影响, 骨折涉及关节表面 25% 以上的后踝骨折, 可能导致踝关节后方不稳定, 需要进行固定以增加踝关节稳定性<sup>[4]</sup>。由于后踝骨折形态多样, 治疗方法仍存在争议, 尚无临床共识<sup>[5,6]</sup>。螺钉是后踝骨折主要的固定方式, 选择前向后还是后向前打入螺钉存在随意性, 缺乏理论依据。拉力螺钉螺纹长度与骨折块厚度的关系对内固定效果有较大影响。本研究回顾性分析 2011 年 1 月 ~ 2022 年 10 月因后踝骨折行拉力螺钉固定并随访 12 个月以上的 376 例资料, 按骨折块厚度是否大于螺钉螺纹长度分为小骨折亚组和大骨折亚组, 分别比较前向后与后向前螺钉固定的疗效, 希望对后踝骨折内固定方法的选择提供依据。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

纳入标准: 2011 年 1 月 ~ 2022 年 10 月于我院骨科确诊新鲜(骨折时间  $< 3$  周)三踝骨折, 术前影像学检查确认后踝骨折与外踝一同发生移位, 行外踝骨折钢板螺钉固定、内踝骨折螺钉内固定、后踝骨折空心拉力螺钉固定; 年龄 18 ~ 80 岁; 随访时间  $> 12$  个月。

排除标准: 开放性骨折; 多部位骨折; 非创伤骨折(如病理骨折、夏科氏关节等); 骨折伴感染。

共纳入 376 例, 男 197 例, 女 179 例。年龄 18 ~ 70 岁, 平均 41.9 岁。均表现为一侧脚踝外伤后出现疼痛、肿胀、功能受限。均于急诊行踝关节正侧位 X 线片及踝关节 CT, 确诊为三踝骨折。受伤至手术时间 1 ~ 13 d, 平均 1.8 d。术前 CT 检查按 AO 分型为 A3 型 28 例, B3 型 103 例, C 型 245 例。ASA 分级 I 级 187 例, II 级 166 例, III 级 23 例。

按骨折块厚度(术前 CT 中垂直于骨折面方向上后踝骨折块厚度最大值)分为 2 个亚组,  $< 17$  mm (螺钉螺纹长度) 共 167 例为小骨折亚组,  $\geq 17$  mm 共 209 例为大骨折亚组。每个亚组根据后踝骨折螺钉内固定方向不同分为前向后组与后向前组。小骨折亚组前向后 74 例, 后向前 93 例; 大骨折亚组前向后 88 例, 后向前 121 例。2 个亚组前向后和后向前组一般资料比较见表 1, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 1.2 手术方法

本研究为回顾性研究, 手术方式选择前向后或后向前由术者基于患者的基本情况及踝关节骨折损伤情况根据术者临床经验提出, 并由创伤骨科科室术前讨论确定。术者均为副高级及以上职称医师, 均通过 AO 基础培训班培训, 具备相应的手术技术及资质。均采用椎管内麻醉, 后踝骨折固定采用空心拉力螺钉(直径 4.0 mm, 螺纹长度 17 mm, 强生公司, 国械注进 20163131218)。

表 1 2 个亚组前向后和后向前组一般资料比较

	组别	年龄 (岁)	性别		骨折块厚度 (mm)	骨折块占胫骨下 关节面比例 (%)	骨折 AO 分型		
			男	女			A3	B3	C
小骨折 亚组	前向后 (n = 74)	41.3 ± 12.3	39	35	9.80 ± 3.36	21.1 ± 7.2	6	20	48
	后向前 (n = 93)	41.9 ± 12.3	48	45	9.65 ± 3.49	20.7 ± 7.5	7	26	60
	t(χ <sup>2</sup> ) 值	t = 0.339	χ <sup>2</sup> = 0.020		t = 0.293	t = 0.323	χ <sup>2</sup> = 0.032		
	P 值	0.735	0.889		0.770	0.747	0.984		
大骨折 亚组	前向后 (n = 88)	41.9 ± 13.0	47	41	22.55 ± 3.25	45.6 ± 6.6	6	25	57
	后向前 (n = 121)	42.1 ± 12.8	63	58	22.25 ± 3.12	45.0 ± 6.3	9	32	80
	t(χ <sup>2</sup> ) 值	t = 0.126	χ <sup>2</sup> = 0.037		t = 0.663	t = 0.685	χ <sup>2</sup> = 0.113		
	P 值	0.900	0.848		0.508	0.494	0.945		

前向后螺钉内固定(图 1A、B):仰卧位。外侧入路切开复位钢板内固定外踝骨折,内侧切口固定内踝骨折,足背伸复位后踝骨折,C 臂机透视确认骨折复位可(复位标准参考骨折解剖复位,完全恢复胫骨下关节面平整,关节关系对合准确,关节面间隙 < 2 mm,骨关系对位对线恢复,无旋转)。于胫骨前方向后踝骨折块方向打入 1 ~ 2 枚拉力螺钉固定后踝。冲洗关闭切口。

后向前螺钉内固定(图 1C、D):侧卧位。后外方入路切开复位外踝骨折,显露后踝骨折部,根据术前 CT 所见骨折端碎骨片多少及关节面是否塌陷,先牵开腓骨,利用下胫腓韧带牵开后踝骨折块,清除卡在中间的碎骨块,复位塌陷的关节面,再直视下复位骨折块。透视确认复位可,先固定腓骨骨折,再于腓骨长短肌后侧显露后踝,自后向前打入 1 ~ 2 枚拉力螺钉并固定。转至仰卧位,切开复位固定内踝骨折。

1.3 术后康复和观察指标

术后常规指导早期功能康复:术后即于床上进行简单下肢活动,术后 2 周起进行无负重踝关节屈伸锻炼,术后 1 ~ 2 个月开始下地负重功能锻炼。术后 2 周、1 个月、3 个月、12 个月门诊复查,由门诊复查医师(均为中级及以上职称)问诊、查体并填写美国足踝矫形外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society,AOFAS)踝-后足评分,拍踝关节正侧位 X 线片。随访期 12 个月,均不进行内固定取出。

骨折复位情况评估:取术后第 1 天踝关节侧位 X 线片,测量后踝骨折块对比骨折断端在骨折线方向上的位移(Dn)和垂直于骨折线方向上的位移

(Dt),示意图见图 2。若后踝骨折存在多个可见骨折块,则以 X 线侧位片所示最大骨折块为准。采用影像系统测量功能,由 2 个研究人员测量并取平均值,精确到 0.1 mm。

AOFAS 踝-后足评分<sup>[7]</sup>:满分 100 分,分数越高,足踝功能越好。

骨折块移位情况评估:取末次随访踝关节侧位 X 线片,测量 Dn 和 Dt。以末次随访 Dn + Dt 与术后第 1 天 Dn + Dt 之差作为骨折块移位值(Ds)。Ds 值越大,说明随访期内骨折块移位越明显,即骨折块固定相对不稳定。

1.4 统计学方法

采用 SPSS22.0 软件进行统计分析,计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间对比采用独立样本 t 检验,计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

小骨折和大骨折亚组前向后和后向前组术后骨折复位情况及随访时足踝功能、骨折块移位情况比较见表 2。术后第 1 天 X 线显示,小骨折和大骨折亚组前向后组对比后向前组骨折块在骨折线方向上的位移(Dn)和垂直于骨折线方向上的位移(Dt)差异均无显著性( $P > 0.05$ )。全组随访 12 ~ 85 个月,平均 19.3 月,各组间随访时间差异无显著性( $P > 0.05$ )。在小骨折亚组,术后骨折块移位(Ds)后向前组优于前向后组( $P = 0.011$ ),AOFAS 评分也优于前向后组( $P = 0.003$ );在大骨折亚组,术后骨折块移位和 AOFAS 评分后向前组与前向后组差异均无显著性( $P > 0.05$ )。

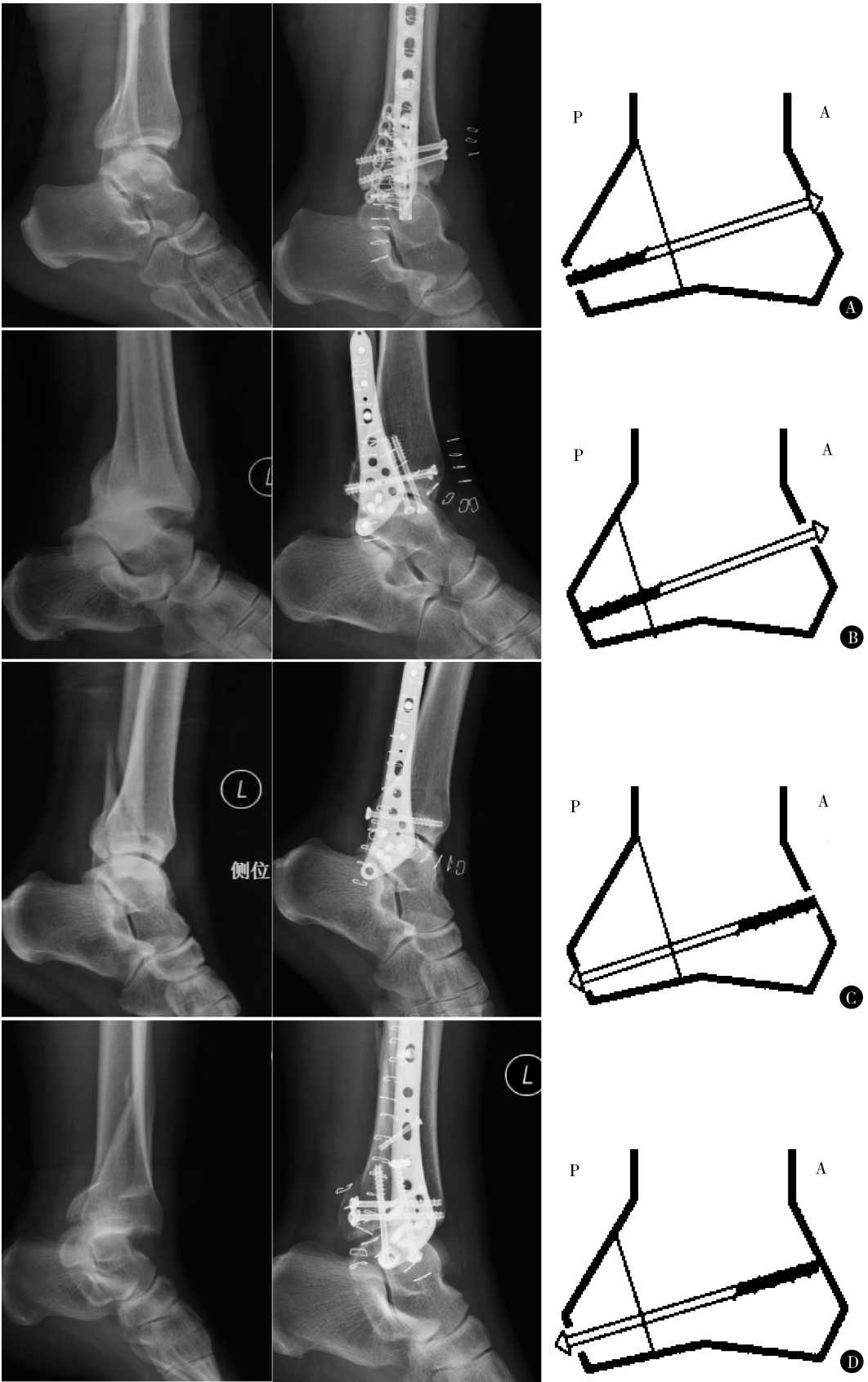


图 1 各组术前、术后第 1 天 X 线侧位片及示意图(A 为前侧,P 为后侧):A. 大骨折亚组前向后; B. 小骨折亚组前向后; C. 大骨折亚组后向前; D. 小骨折亚组后向前

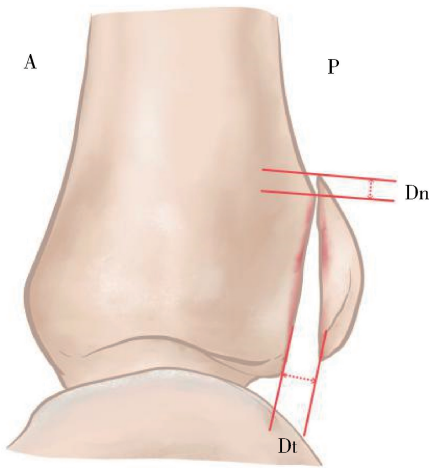


图 2 骨折复位评估示意图, Dn 为骨折块在骨折线方向上的位移, Dt 为骨折块垂直于骨折线方向上的位移 (A 为前侧, P 为后侧)

3 讨论

三踝骨折中后踝骨折的损伤机制多为扭转暴力或垂直-扭转暴力,主要由脱位的距骨撞击后踝产生骨折,也存在旋转暴力作用下腓骨与下胫腓韧带后组对后踝的旋转力量造成的后踝撕脱骨折,而这种情况下次下胫腓韧带的后组往往存在。Mason 等<sup>[8]</sup>将后踝骨折按骨折的力学机制分为 3 型:1 型为足部遭受旋转暴力,致胫腓后韧带止点撕脱骨折;2A 型为足部遭受旋转暴力时距骨旋转撞击后踝所致,后外侧三角形骨折,骨折线延伸至胫骨腓切迹;2B 型系在 2A 型的基础上距骨继续旋转撞击后踝导致合并后内侧骨折;3 型为跖屈的距骨轴向撞击导致整个后踝的冠状面骨折。在三踝骨折中,后踝骨折

表 2 2 个亚组前向后和后向前组术后骨折复位情况及末次随访骨折块移位、足踝功能比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别		术后第 1 天 Dn (mm)	术后第 1 天 Dt (mm)	随访时间 (月)	Ds (mm)	末次随访 AOFAS 评分
小骨折 亚组	前向后 (n = 74)	0.22 ± 0.31	0.17 ± 0.25	19.4 ± 17.8	0.19 ± 0.21	76.2 ± 8.6
	后向前 (n = 93)	0.21 ± 0.33	0.16 ± 0.23	18.9 ± 15.0	0.11 ± 0.19	80.2 ± 8.4
	t 值	0.207	0.350	0.183	2.559	-3.020
	P 值	0.837	0.727	0.855	0.011	0.003
大骨折 亚组	前向后 (n = 88)	0.23 ± 0.28	0.19 ± 0.24	19.8 ± 15.8	0.12 ± 0.19	82.8 ± 7.6
	后向前 (n = 121)	0.21 ± 0.28	0.18 ± 0.23	19.1 ± 14.7	0.11 ± 0.18	84.1 ± 7.8
	t 值	0.554	0.289	0.343	0.483	-1.164
	P 值	0.580	0.773	0.732	0.630	0.246

Dn:骨折块在骨折线方向上的位移;Dt:骨折块垂直于骨折线方向上的位移;Ds:骨折块移位,即末次随访 Dn + Dt 与术后第 1 天 Dn + Dt 之差

块的存在对预后产生不利影响。解剖复位及固定是后踝骨折预后重要的影响因素之一<sup>[9,10]</sup>。胫距关节面非解剖复位会增加踝关节骨关节炎的发生风险,即使后踝骨折块很小,若术后骨折块仍有移位,也会增加踝关节创伤性关节炎的发生率<sup>[11,12]</sup>。同时,随着后踝骨折块体积的增加,胫距关节接触方式发生改变,从而改变胫距关节面的应力分布,导致创伤性骨关节炎的发生<sup>[13]</sup>。

目前,大多数临床医生接受的后踝骨折的手术指征为骨折块的大小超过胫骨下关节面的 25%,移位超过 2 mm,踝关节不稳定,距骨向近端、后方脱位<sup>[6,14]</sup>。本研究纳入病例均满足此后踝骨折手术指征。但国内外相关研究并未关注骨折块厚度与拉力螺钉螺纹长度间的关系对疗效的影响。后踝骨折的手术方案尚无共识<sup>[15,16]</sup>。

后踝骨折的内固定模式主要包括前向后拉力螺钉、后向前拉力螺钉以及后侧钢板螺钉内固定三种。就螺钉固定而言,通常是在完成内、外踝骨折复位及固定后,通过间接复位或切开复位后踝骨折,并以螺钉固定<sup>[17]</sup>。前向后拉力螺钉内固定,通常为间接复位、依靠螺纹将骨折块向胫骨拉拢,手术相对简单,但骨折断端的血肿、组织及碎片无法清除,后踝关节面塌陷无法复位,且间接复位时复位不良的可能性较高,最终导致内固定位置异常,影响骨折愈合及踝关节功能恢复<sup>[11,12]</sup>。后外侧入路是应用更加广泛的入路,后外侧踝碎片可以很好地可视化,也容易进行腓骨骨折的治疗,患者侧卧或俯卧位,并在腓骨长短肌腱与跟腱之间进入<sup>[18-20]</sup>。可直接掀开后踝骨折块,清楚显示后踝关节面,更易清理骨折块之间的碎片、血肿、骨痂及嵌入的骨膜或软组织等,还可在



直视下复位骨折块,复位效果较好,最终内固定也较为牢靠<sup>[19,21]</sup>。此外,在腓骨骨折线平行踝关节水平时,将外踝牵开,在下胫腓韧带连接下,术者可以牵开腓骨,清楚地看到后踝骨折块及夹在中间的骨片,进行清理及复位。直接复位内固定在术后功能恢复方面优于间接复位内固定<sup>[11]</sup>,但仍需要考虑到其增加手术创伤、神经损伤、肌腱粘连的可能<sup>[22]</sup>。

拉力螺钉固定骨折块,需要螺纹穿过骨折线到达对侧,在旋转过程中产生拉力固定,螺纹全部垂直穿过骨折线,尾帽及垫片则以胫骨皮质为支点,当螺钉旋转进入时,尾帽位置固定,通过螺纹的旋进将骨折块贴近并加压。4.0 mm 空心螺钉为后踝骨折内固定最常用的固定装置,规格相对固定,螺纹长 17 mm,从而可以精确测算骨折块厚度与螺纹的关系。当骨折块厚度 > 17 mm 时,无论前向后亦或是后向前固定,全部螺纹都可以在螺钉轴向上提供把持力<sup>[23]</sup>。当后方骨折块厚度 < 17 mm 时,前向后固定后只有一部分螺纹可以在螺钉轴向上提供把持力,且在加压过程中因为螺纹不能全部进入后踝骨折块,导致局部加压与固定不足,骨折块之间很难形成足够的压应力。后向前固定时,因为更靠近骨折线,则可以根据骨折线的方向做到拉力螺钉尽可能垂直骨折线,螺钉的全部螺纹可进入胫骨踝关节的前方骨质内,增加对骨折块的把持力,还可以应用垫片增加骨折端的拉力。所以本研究以骨折块厚度 17 mm 为界分为大、小骨折亚组。

本研究结果显示,骨折块复位方面无明显差异,但小骨折块亚组后向前组踝关节功能评分优于前向后组( $P < 0.05$ ),而大骨折块亚组无此差异。我们认为可能是不同固定模式在术后日常活动中生物力学性能不同所产生的影响。当螺钉把持力不足时,在功能康复锻炼或后期日常活动负荷下就会引起骨折块固定效果不佳,通常表现为随着负荷增加出现微移位,这可能是导致术后踝关节功能评分较低的重要原因。此外,对比术后第 1 天影像学检查结果,末次随访小骨折亚组中后向前固定骨折块移位小于前向后固定( $P < 0.05$ ),而大骨折亚组无此差异,也说明把持力不足会导致固定效果下降,最终出现骨折块移位,影响术后踝关节功能,主要是在疼痛症状和活动范围方面。

综上所述,本研究结果显示,对于后踝骨折,可

根据术前 CT 测量的数据选择适当的螺钉固定模式:骨折块厚度小于螺纹长度(即 17 mm)时,采用后向前内固定模式术后疗效更佳;对于骨折块厚度  $\geq 17$  mm 者,后向前和前向后固定模式复位效果及术后疗效无明显差异。术前 CT 证实后踝骨折线内有碎骨片,以及关节面塌陷者,选择后入路更为适合。本研究为回顾性研究,尚待前瞻性随机对照试验以获得证据等级更高的结论,生物力学分析将会提供基础数据证实临床观察结果。

## 参考文献

- 1 Tenenbaum S, Shazar N, Bruck N, et al. Posterior malleolus fractures. *Orthop Clin North Am*, 2017, 48(1): 81 – 89.
- 2 Kadakia RJ, Hsu RY, Hayda R, et al. Evaluation of one-year mortality after geriatric ankle fractures in patients admitted to nursing homes. *Injury*, 2015, 46(10): 2010 – 2015.
- 3 Smeeing DPJ, Houwert RM, Kruijt MC, et al. The isolated posterior malleolar fracture and syndesmotic instability: a case report and review of the literature. *Int J Surg Case Rep*, 2017, 41: 360 – 365.
- 4 Serlis A, Konstantopoulos G, Poullos P, et al. The management of posterior malleolus fractures in unstable ankle injuries: where do we stand now? *Cureus*, 2022, 14(12): e32191.
- 5 Fu S, Zou ZY, Mei G, et al. Advances and disputes of posterior malleolus fracture. *Chin Med J (Engl)*, 2013, 126(20): 3972 – 3977.
- 6 Carter TH, Oliver WM, Bell KR, et al. Operative vs nonoperative management of unstable medial malleolus fractures: a randomized clinical trial. *JAMA Netw Open*, 2024, 7(1): e2351308.
- 7 张英泽, 翁习生. 骨科学. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2022. 89 – 90.
- 8 Mason LW, Marlow WJ, Widnall J, et al. Pathoanatomy and associated injuries of posterior malleolus fracture of the ankle. *Foot Ankle Int*, 2017, 38(11): 1229 – 1235.
- 9 Levack AE, Warner SJ, Gausden EB, et al. Comparing functional outcomes after injury-specific fixation of posterior malleolar fractures and equivalent ligamentous injuries in rotational ankle fractures. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(4): e123 – e128.
- 10 Stake IK, Bryniarski AR, Brady AW, et al. Effect of posterior malleolar fixation on syndesmotic stability. *Am J Sports Med*, 2023, 51(4): 997 – 1006.
- 11 Rammelt S, Bartonicek J. Posterior malleolar fractures: a critical analysis review. *JBJS Rev*, 2020, 8(8): e19.00207.
- 12 Pollard JD, Krcal CE Jr. Considerations with fractures of the posterior malleolus in ankle fractures. *Clin Podiatr Med Surg*, 2024, 41(1): 103 – 117.
- 13 Alonso-Rasgado T, Jimenez-Cruz D, Karski M. 3-D computer

modelling of malunited posterior malleolar fractures: effect of fragment size and offset on ankle stability, contact pressure and pattern. J Foot Ankle Res, 2017, 10: 13.

14 Anwar A, Zhang Z, Lv D, et al. Biomechanical efficacy of AP, PA lag screws and posterior plating for fixation of posterior malleolar fractures: a three dimensional finite element study. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 73.

15 Anwar A, Hu Z, Adnan A, et al. Comprehensive biomechanical analysis of three clinically used fixation constructs for posterior malleolar fractures using cadaveric and finite element analysis. Sci Rep, 2020, 10(1): 18639.

16 Evers J, Barz L, Wähnert D, et al. Size matters: the influence of the posterior fragment on patient outcomes in trimalleolar ankle fractures. Injury, 2015, 46( Suppl 4 ): S109 – S113.

17 Tu TY, Huang ST, Chou YJ. Comparison of plate versus screw internal fixation in the treatment of posterior malleolar fracture: a systematic review and meta-analysis. Foot Ankle Surg, 2024, 30(3): 191 – 218.

18 Fernández-Rojas E, Herrera-Pérez M, Vilá-Rico J. [ Translated article ] Posterior malleolar fractures: indications and surgical approaches. Rev Esp Cir Ortop Traumatol, 2023, 67(2): T160 – T169.

19 Quan Y, Lu H, Qi P, et al. Posterior malleolus fracture: a mid-term follow-up. J Orthop Surg Res, 2023, 18(1): 10.

20 Mansur H, Lucas PPA, Vitorino RC, et al. Biomechanical comparison of four different posterior malleolus fixation techniques: a finite element analysis. Foot Ankle Surg, 2022, 28(5): 570 – 577.

21 Heyes GJ, Khashkhusha TR, Mason L. Posterolateral approach to posterior malleolar fractures: a literature review. Foot Ankle Spec, 2023, 16(2): 149 – 158.

22 Swierstra BA, van Enst WA. The prognosis of ankle fractures: a systematic review. EFORT Open Rev, 2022, 7(10): 692 – 700.

23 Weigelt L, Hasler J, Flury A, et al. Clinical and radiological mid-to long-term results after direct fixation of posterior malleolar fractures through a posterolateral approach. Arch Orthop Trauma Surg, 2020, 140(11): 1641 – 1647.

( 收稿日期: 2023 – 10 – 28 )

( 修回日期: 2024 – 05 – 14 )

( 责任编辑: 王惠群 )