

· 临床论著 ·

空心钉与支撑钢板固定后踝骨折块的比较

魏建军, 颜世昌, 杨永江, 杨丰真, 田纪伟

(南京医科大学附属明基医院骨科, 江苏南京 210019)

摘要: [目的] 比较空心钉固定和支撑钢板固定三踝骨折和后踝骨折块的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 2 月-2021 年 2 月 68 例三踝骨折患者的临床资料。根据医患沟通结果, 41 例采用空心钉固定后踝骨块, 另外 27 例采用支撑钢板固定。比较两组围手术期指标、随访及影像资料。[结果] 两组手术时间、切口长度、术中出血量、术中透视次数、切口愈合等级、住院时间、下地行走时间、切口感染、血管栓塞事件的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。空心钉组的趾屈曲挛缩 [例 (%), 2 (4.9) vs 7 (25.9), $P=0.012$] 及内置物激惹 [例 (%), 3 (7.3) vs 11 (40.7), $P<0.001$] 的发生率显著优于支撑板组。与术后 3 个月相比, 末次随访时, 两组 VAS 评分、AOFAS 评分及踝背伸/跖屈 ROM 均显著改善 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 两组骨折复位质量、骨愈合、创伤性关节炎发生情况的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。与术前相比, 末次随访时, 两组 TFCS、MCS 均显著减小 ($P<0.05$), 相应时间点, 两组间 TFCS、MCS 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 空心钉和支撑钢板均可有效固定后踝骨折块, 获得满意的踝关节功能, 但需随访创伤后关节炎的进展。与支撑钢板固定相比, 空心钉固定操作更简单有效, 内置物相关并发症更少。

关键词: 三踝骨折, 后踝骨折, 开放复位内固定, 空心钉, 钢板

中图分类号: R683.42 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 08-0691-06

Cannulated screws versus support plate for fixation of posterior malleolus fracture fragment // WEI Jian-jun, YAN Shi-chang, YANG Yong-jiang, YANG Feng-zhen, TIAN Ji-wei. Department of Orthopaedic, BenQ Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, 210019, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of cannulated screw fixation versus support plate fixation of the posterior malleolar fracture fragment in the trimalleolar fractures. [Methods] A retrospective study was done on 68 patients who received surgical treatment for trimalleolar fractures from February 2018 to February 2021. According to the surgeon-patient communication, 41 patients had the posterior malleolus fragment fixed with cannulated screws (CS), while the other 27 patients were fixed with support plates (SP). The data regarding to perioperative period, follow-up and images were compared between the two groups. [Results] There were no significant differences in terms of operation time, incision length, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times, incision healing grade, hospital stay, walking time, occurrences of incision infection and thrombosis events between the two groups ($P>0.05$). However, the CS group proved significantly superior to the SP group in terms of incidence of toe flexion contracture [case (%), 2 (4.9) vs 7 (25.9), $P=0.012$] and implant irritation [case (%), 3 (7.3) vs 11 (40.7), $P<0.001$]. Compared with those 3 months after surgery, the VAS score, AOFAS score and ankle-dorsiflexion/plantar flexion ROM in both groups were significantly improved at the last follow-up ($P<0.05$), whereas which were not statistically significant at any corresponding time points between the two groups ($P>0.05$). Radiographically, there were no statistically significant differences in the quality of fracture reduction, bone healing and traumatic arthritis between the two groups ($P>0.05$). The tibiofibular clear space (TFCS) and medial clear space (MCS) in both groups were significantly decreased at the last follow-up compared with those preoperatively ($P>0.05$), while there were no significant differences in TFCS and MCS between the two groups at corresponding time points ($P>0.05$). [Conclusion] Both cannulated screws and support plates do effectively fix posterior malleolus fracture, and achieve satisfactory clinical consequences, despite that the progression of post-traumatic arthritis needs to be furtherly followed up. Compared with support plate fixation, cannulated screw fixation is simpler and more effective, with fewer implant-related complications.

Key words: trimalleolar fractures, posterior malleolus fracture, open reduction and internal fixation, cannulated screw, plate

目前对三踝骨折患者后踝骨折手术治疗的适应证 尚存争议, 传统观点认为后踝骨折块累及关节面

25%~33%伴移位 ≥ 2 mm 需要手术治疗^[1]。近期研究表明,无论骨折块大小, ≥ 2 mm 的关节内台阶是踝关节功能障碍和发展为创伤后骨性关节炎的重要独立危险因素^[2],骨折复位质量和关节匹配度显著影响功能预后^[3]。随着对后踝骨折病理解剖形态学的理解加深,更多学者认为,除了后踝骨折块的大小和移位程度,后踝骨折块形态、是否累及腓骨切迹、是否存在关节内骨软骨块以及下胫腓韧带稳定性对后踝骨折的治疗决策更有意义^[4, 5]。因此有学者将后踝手术目的调整为:(1)重建后胫距关节匹配性;(2)对下胫腓后韧带的骨性结构重建,恢复下胫腓联合的稳定性;(3)重建腓骨切迹的解剖完整性^[6]。手术治疗后踝骨折方式包括间接复位经皮前-后螺钉固定,后外侧入路直接复位螺钉或钢板的支撑固定^[7, 8],前者的主要优势在于不改变体位下经皮微创实施,适用于后踝骨折块较大的病例,后者可以直视下显露复位固定,骨折复位精确性更高,更为临床医生所熟悉。本文对经后外侧入路空心钉和支撑钢板直接复位固定后踝骨折块的三踝骨折患者的临床疗效进行比较,观察两者的优缺点,以期对后踝骨折治疗策略提供参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)年龄 18~75 岁;(2)急性闭合性单侧三踝骨折,CT 扫描确诊后踝骨折形态符合 Bartonicek 2~4 型^[9],骨折块移位 ≥ 2 mm 或累及关节面 $\geq 25\%$;(3)随访时间 >1 年,依从性好,能配合长期随访。

排除标准:(1)开放性骨折或病理性骨折;(2)合并血管神经损伤或同侧肢体的其他骨折;(3)多发伤;(4)既往踝关节损伤或严重退变者;(5) Bartonicek 1 型骨折。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 2 月—2021 年 2 月本院收治的三踝骨折患者的临床资料,其中 68 例患者符合上述标准,纳入本研究。根据医患沟通结果,将患者分为两组,其中,空心螺钉固定 41 例(空心钉组),支撑钢板固定 27 例(支撑板组)。两组术前一般资料见表 1,两组在年龄、性别、BMI 指数、病程、侧别及骨折分型的差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究获得南京医科大学附属明基医院伦理委员会批准,患者均知情同意。

表 1. 两组患者术前一般资料与比较

指标	空心钉组 (n=41)	支撑板组 (n=27)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	43.6 \pm 15.7	45.6 \pm 11.2	0.569
性别(例,男/女)	18/23	10/17	0.574
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.3 \pm 12.2	21.5 \pm 13.5	0.801
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	21.7 \pm 10.5	25.9 \pm 9.3	0.096
侧别(例,左/右)	18/23	13/14	0.731
后踝骨折 Bartonicek 分型 (例, II/III/IV)	23/9/9	13/5/9	0.721

1.3 手术方法

椎管内麻醉或全麻满意后,采取漂浮体位。侧卧位体位下,轻度屈膝和背伸踝关节,取跟腱和腓骨远端后缘的中间纵行切口线,远端朝向外踝尖端,皮下分离时避免腓肠神经损伤,显露到腓骨长短肌腱鞘内外侧界,向外侧的切口窗内显露腓骨骨折端,旋后外旋型通常为前下到后上斜形骨折线,旋前外旋型的骨折线则位于下胫腓联合近端。清理骨折端后,复位腓骨的短缩和旋转畸形,多枚克氏针临时固定,避免钢板置入后干扰透视对后踝关节面复位的评估;切开腓骨肌内侧筋膜,确认踝长屈肌肌腹,注意保护或结扎腓动脉分支,平行腓骨方向钝性分离筋膜到后踝,避免侧卧位体位下误入踝内后侧胫后血管等结构,将腓骨肌腱牵向外上, Homann 拉钩将踝长屈肌牵向内侧,切开骨膜显露后踝骨折块,保护下胫腓后韧带后踝附着点(Volkman 结节)的完整性,若存在关节软骨块,则沿骨折端内侧向下胫腓韧带方向掀开,尺寸小的软骨块摘除,较大的骨片朝向关节面复位,直视下复位后进行固定^[10]。

空心钉组:根据骨折块形态和骨折线内侧界及上界,确定使用螺钉的数目:单枚螺钉选择 Volkman 结节外缘作为进针参考点^[11],2 枚或 3 枚螺钉则尽可能分散排布,控制导针方向,避免穿入胫距关节或下胫腓联合,术中透视确认后选择 4.0 mm 空心钉(捷迈公司)适度加压置入,螺钉长度 32~40 mm(图 1)。

支撑板组:沿肌肉间隙向近端胫骨干显露,以三角形骨折端为复位标记,牵拉复位后克氏针临时固定,选择 T 型钢板或 1/3 管型钢板(通常 5 孔),塑形后置入螺钉完成钢板的支撑固定(图 2)。

之后采用解剖锁定钢板或重建钢板完成腓骨远端骨折的加压或桥接固定,改变为平卧位后取内踝前内

侧切口，清理复位内踝骨折，空心螺钉或张力带固定内踝骨折，或带线铆钉修补损伤的三角韧带。完成后踝、外踝和内踝骨折固定后，Hook 试验 (+) 或外旋应力试验 (+) 或术前合并下胫腓关节完全分离，进行标准的下胫腓双螺钉三皮质固定。最后透视证实胫距关节匹配和下胫腓间隙以及内置物位置情况，冲洗伤口后闭合切口。

术后肢体抬高、冷敷、消肿、止痛、预防血栓等治疗，鼓励疼痛耐受下早期踝泵运动，2 周后逐渐加强踝关节被动和主动运动。术后 6 周开始部分负重 (5 kg 起始)，下胫腓螺钉固定者 12 周取出螺钉后部分负重，根据随访影像学的骨愈合情况，逐步恢复到完全负重。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，手术时间、切口长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、住院时间、其他早期并发症情况。采用美国足踝外科协会踝-后足评分 (American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS)^[12]、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 以及踝背伸/跖屈活动度 (range of motion, ROM) 评价临床效果。行影像学检查，测量下胫腓间隙 (tibiofibular clear space, TFCS)、内侧间隙 (medial clear space, MCS)，评估骨折复位质量、骨愈合情况，骨折块复位不良定义为 MSC>4 mm, TFCS>5 mm^[13]。采用 Van Dijk 创伤后关节炎分型 (0~3 级) 评定关节退变情况^[14]：0 级为正常关节，1 级为关节间隙正常伴骨赘形成，2 级为关节间隙狭窄或不伴骨赘，3 级为关节间隙消失或畸形。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 17.0 统计学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，组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内比较采用配对 *T* 检验；资料呈非正态分布时，采用非参数统计。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组手术均顺利完成，术中未出现血管神经损伤。两组围手术资料见表 2。两组手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、切口愈合等级、住院时间以及下地行走时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组下胫腓螺钉置入率和术后切口感染、

血栓事件发生率的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。支撑板组趾屈曲挛缩畸形及内置物激惹发生率显著高于空心钉组 ($P < 0.05$)。两组共 3 例发生术后切口感染 (4.5%)，其中空心钉组出现 1 例浅表感染，经过换药等处理后治愈，而支撑板组出现 2 例切口感染，1 例经过换药治愈，另 1 例经过清创换药后治愈。两组均出现 1 例腓肠肌间静脉血栓形成，口服利伐沙班抗凝治疗 6 周后血管再通。

表 2. 两组患者围手术期资料与比较

Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	空心钉组 (n=41)	支撑板组 (n=27)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	118.8±32.2	130.3±24.7	0.097
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	6.6±1.2	8.2±2.1	0.792
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	14.3±5.7	16.4±4.7	0.117
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	11.5±3.8	12.8±1.9	0.105
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	41.2±6.5	43.8±7.4	0.131
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	38/3/0	25/2/0	0.558
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.5±2.6	8.0±2.1	0.407
下胫腓螺钉置入 [例 (%)]	7 (17.7)	3 (11.1)	0.497
并发症 [例 (%)]			
感染	1 (2.4)	2 (7.4)	0.329
血栓	1 (2.4)	1 (3.7)	0.763
趾挛缩	2 (4.9)	7 (25.9)	0.012
内置物激惹	3 (7.3)	11 (40.7)	<0.001

2.2 随访结果

所有患者均获随访，随访时间 12~48 个月，平均 (23.4±11.6) 个月。两组随访资料见表 3。两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，与术后 3 个月相比，末次随访时，VAS 评分、AOFAS 评分及踝背伸-跖屈 ROM 均显著改善 ($P < 0.05$)。相应时间点，两组 VAS、AOFAS 评分与踝背伸-跖屈 ROM 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。两组骨折复位质量、骨愈合、创伤性关节炎发生情况的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。与术前相比，两组 TFCS、MCS 均显著减小 ($P < 0.05$)，相应时间点，两组间 TFCS、MCS 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。至末次随访时，所有患者影像学检查未发现骨折复位丢失和内置物断裂失效，但后踝内置物位置不良 11 例 (16.1%)，其中空心钉组干扰胫距关节 3 例，下胫腓联合 4 例；支撑板组干扰胫距关节 3 例，下胫腓联合 1 例。典型病例见图 1 及图 2。

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

指标	空心钉组 (n=41)	支撑板组 (n=27)	P 值
完全负重活动时间 (d)	82.2±14.3	86.8±12.6	0.179
疼痛 VAS 评分 (分)			
术后 3 个月	2.5±1.1	2.9±1.2	0.162
末次随访	1.4±0.9	1.7±1.0	0.203
P 值	<0.001	<0.001	
AOFA 评分 (分)			
术后 3 个月	62.4±9.0	68.3±9.4	0.012
末次随访	89.2±5.6	86.9±6.0	0.112
P 值	<0.001	<0.001	
背伸-跖屈 ROM (°)			
术后 3 个月	6.2±5.1	9.4±4.5	0.010
末次随访	16.1±6.9	12.1±7.2	0.026
P 值	<0.001	<0.001	

表 4. 两组患者影像测量结果与比较

Table 4. Comparison of imaging data between the two groups

指标	空心钉组 (n=41)	支撑板组 (n=27)	P 值
骨折复位 (例, 优/良/可/差)	28/6/6/1	20/3/3/1	0.925
TFCS (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	5.3±1.1	5.4±1.0	0.705
末次随访	3.2±2.0	3.6±0.8	0.327
P 值	<0.001	<0.001	
MCS (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	5.2±1.2	4.9±2.0	0.442
末次随访	3.8±1.3	3.2±2.0	0.138
P 值	<0.001	0.003	
骨愈合 (例, <3 个月/3~6 个月/ ≥6 个月)	13/25/3	10/14/3	0.727
Van Dijk 分级 (例, 0/1/2/3)	28/10/3/0	20/4/2/1	0.586

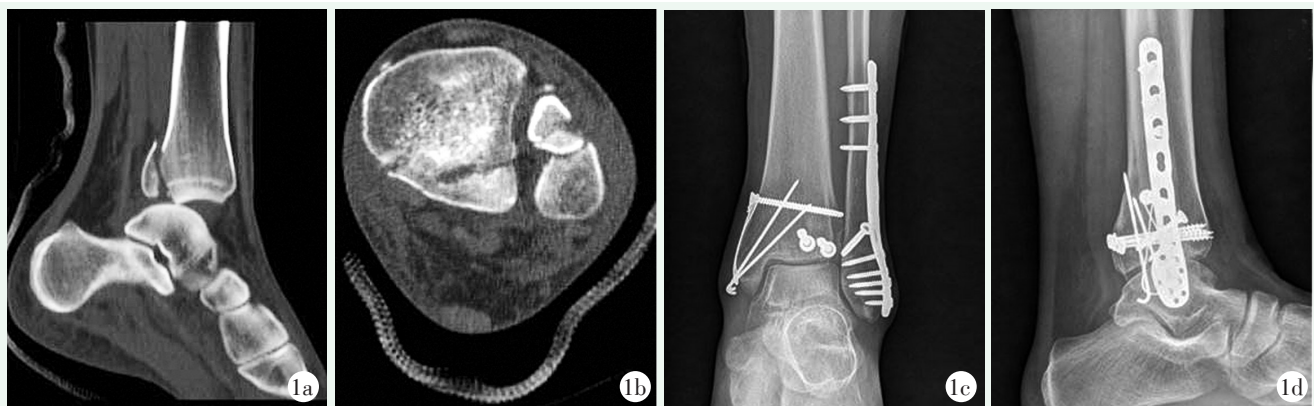


图 1. 患者女性, 31 岁, 左踝关节骨折 (Lough-Hanson SER4 型), 行内踝骨折张力带固定、外踝骨折解剖钢板固定、后踝双枚空心钉固定。1a: 术前 CT 矢状面重建提示胫距关节半脱位, 后踝骨折块上移, 关节内台阶; 1b: 术前 CT 横断面提示后踝骨折块累及下胫腓关节, 后踝骨折为 Bartonicek 3 型骨折; 1c, 1d: 术后 X 线片提示踝关节内 MCS 和 TFCS 对称, 胫距关节面平整, 内固定位置好。

Figure 1. A 31-year-old female suffered the left ankle fractures (Lough-Hanson type SER4), and received tension band fixation for the medial malleolus fracture, anatomical plate fixation for the lateral malleolus fracture, and double cannulated screws fixation for the posterior malleolus fracture. 1a: Preoperative CT sagittal reconstruction revealed tibiotalar subluxation with upward displacement of the posterior fragment; 1b: Preoperative CT cross-section scan showed the posterior malleolus fracture fragment involved inferior tibiofibular syndesmosis, fall into Bartonicek type 3 fracture; 1c, 1d: Postoperative X-ray showed good congruence of the ankle in terms of MCS and TFCS, with smooth articular surfaces and implants in proper positions.

3 讨论

大约 50% 的踝关节骨折合并后踝骨折块, 占 Weber B/C 型类型的 46% [6]。目前基于 CT 的后踝骨折块形态研究表明, 累及关节面 <25% 的骨折块 (Bartonicek 1/2 型) 为旋转外力导致下胫腓后韧带、踝间

韧带和关节囊的撕脱性骨折, 多见于 Lauge-Hansen 分型的旋后外旋 4° 骨折, 而两部分和粉碎性骨折伴关节内压陷骨软骨块或 >1/3 关节面的三角形骨折块 (Bartonicek 3/4 型) 多由旋转、外展联合轴向外力导致, 常见于旋前外展 3° 和旋前外旋 4° 踝关节骨折 [15]。



图 2. 患者女性, 32 岁, 左踝关节骨折 (Laugh-Hanson SER4 型), 行内踝骨折张力带固定、外踝骨折解剖钢板固定、后踝骨折块 1/3 管型支撑固定。2a: 术前 CT 矢状面提示后踝骨折块上移, 关节内间隙增大; 2b: 术前 CT 横断面提示后踝骨折块累及关节面约 30%, 为 Bartonicek 4 型; 2c, 2d: 术后 3 个月 X 线片提示骨折愈合, MCS 和 TFCS 间隙等称, 胫距关节匹配。
Figure 2. A 32-year-old female suffered the left ankle fracture (Lough-Hanson type SER4), and underwent tension band fixation for the medial malleolus fracture, anatomical plate fixation for the lateral malleolus fracture, 1/3 tube plate fixation for the posterior malleolus fracture. 2a: Preoperative CT sagittal view indicated an upward displacement of the posterior malleolar fragment with changed articular spaces; 2b: Preoperative CT cross-section view revealed the posterior fragment affected about 30% of the articular surface, met with Bartonicek type 4 fracture; 2c, 2d: X-ray 3 months postoperatively showed solid fracture healing, with normal MCS and TFCS spaces and good congruence of ankle articular surface.

临床上后踝骨折块固定的手术方式为: 间接复位经皮前-后螺钉固定, 后外侧或后内侧入路直接复位后-前螺钉或支撑钢板固定^[16]。相比于前-后方向经皮螺钉固定, 后两者可以提供更精确的骨折块复位和生物力学更强的稳定性。后外侧入路是常用的外科入路, 其优势在于同一切口内不同显露窗内完成外踝的复位固定, 螺钉固定和钢板固定均取得良好的临床效果。Weigelt^[17]对 36 例患者行后外侧入路直接复位钢板或螺钉固定, 随访 7.9 年, AOFAS 评分平均 96 分, 满意率 92%。Neumann^[18]回顾性研究纳入 100 例患者, 平均随访 7 年, 防滑钢板固定 36 例, AOFAS 评分 86.7 分, 后-前螺钉固定 13 例, AOFAS 评分 88.0 分。Erdemc^[19]比较 1/3 管型钢板和螺钉固定, 平均随访 3.2 年, 支撑钢板组 AOFAS 评分 93.5 分, 空心钉组 93.5 分。Kang^[20]评估 62 例关节面累及 <25% 的后踝骨折病例, 32 例后外侧入路直接空心螺钉固定, 随访 6、12 个月时, 螺钉固定组比保守治疗组 AOFAS 评分更高 ($P < 0.05$)。Fidan^[21]对 65 例后踝骨折进行后外侧入路 1/3 管型钢板固定治疗, AOFAS 评分平均 91.6 分, VAS 评分 1.2 分。后外侧入路的主要缺点在于术中需要改变体位完成内侧结构和下胫腓螺钉的置入, 而且还存在切口固有并发症如腓肠神经损伤、踝长屈肌缺血导致踝趾挛缩畸形等。一项系统性回顾性研究报道^[6], 后外侧手术并发症: 浅表感染约占 5%, 深部感染需要返修占 1%, 足跟

外侧麻木和腓肠神经损伤各占 4%。Wang^[22]近期荟萃分析表明, 螺钉固定 (前-后和后-前螺钉) 和钢板固定治疗三踝骨折的后踝骨折, 钢板固定的优势在于更好的关节内复位质量, 减少关节内台阶或间隙, 而螺钉固定的优点是手术时间更短, 两者在 AOFAS 评分、创伤后关节炎、感染率、腓肠神经损伤和整体并发症发生率的差异没有统计学意义。

本研究表明, 空心钉组在入路显露范围、操作方面和手术时间有一定优势, 可减少围手术期内置物刺激导致的踝部不适感和干扰踝长屈肌缺血纤维化导致的踝趾屈曲挛缩, 但两组均有螺钉位置不良影响下胫腓联合者, 应提高手术技巧和对相关解剖的深入理解, 建立螺钉置入安全区的概念^[11]。尽管支撑钢板在生物力学稳定性方面优于空心钉, 随访过程中两组在维持骨折块稳定能力和防止术后骨折块复位丢失相似。总之, 空心钉在后踝骨折块治疗中有一定的优势。值得关注的是本研究在平均 2 年的随访中约 30% 患者发生创伤后关节炎, 与文献中报道相似, 值得长期随访其进展转归。

参考文献

- [1] Pflüger P, Braun KF, Mair O, et al. Current management of trimalleolar ankle fractures [J]. EFORT Open Rev, 2021, 6 (8): 692-703. DOI: 10.1302/2058-5241.6.200138.
- [2] Verhage SM, Krijnen P, Schipper IB, et al. Persistent postoperative

- step-off of the posterior malleolus leads to higher incidence of post-traumatic osteoarthritis in trimalleolar fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2019, 139: 323-329. DOI: 10.1007/s00402-018-3056-0.
- [3] Drijfhout van Hooff CC, Verhage SM, Hoogendoorn JM. Influence of fragment size and postoperative joint congruency on long-term outcome of posterior malleolar fractures [J]. *Foot Ankle Int*, 2015, 36 (6): 673-678. DOI: 10.1177/107110071557089.
- [4] Blom RP, Hayat B, Al-Dirini RMA, et al. Posterior malleolar ankle fractures: predictors of outcome [J]. *Bone Joint J*, 2020, 102 (9): 1229-1241. DOI: 10.1302/0301-620X.102B9.BJJ-2019-1660.R1.
- [5] Bartoníček J, Rammelt S, Tuček M. Posterior malleolar fractures: changing concepts and recent developments [J]. *Foot Ankle Clin*, 2017, 22 (1): 125-145. DOI: 10.1016/j.fcl.2016.09.009.
- [6] Rammelt S, Bartoníček J. Posterior malleolar fractures: a critical analysis review [J]. *JBJS Rev*, 2020, 8 (8): e19. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.19.00207.
- [7] 高懋峰, 王治栋, 朱若夫, 等. 踝损伤的后踝骨折块由前向后空心螺钉固定 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (24): 2281-2284. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.16.
- Gao MF, Wang ZD, Zhu RF, et al. Anterior-posterior placement of cannulated screws for internal fixation of posterior malleolus fracture fragment in ankle injuries [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (24): 2281-2284. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.16.
- [8] 陈伟, 郑金鑫, 侯晓斌, 等. 联合入路开放复位内固定 Haraguchi II 型后踝骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (4): 369-372. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.17.
- Chen W, Zheng JX, Hou XB, et al. Combined approaches for open reduction and internal fixation of Haraguchi type II posterior malleolus fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (4): 369-372. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.17.
- [9] Bartoníček J, Rammelt S, Kostlivý K, et al. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135: 505-516. DOI: 10.1007/s00402-015-2171-4.
- [10] Hoogendoorn JM. Posterior malleolar open reduction and internal fixation through a posterolateral approach for trimalleolar fractures [J]. *JBJS Ess Surg Tech*, 2017, 7 (4): E31. DOI: 10.2106/JBJS.ST.17.00016.
- [11] Williams C, Momenzadeh K, Michalski M, et al. Anatomic and radiographic safe zone for posterior malleolar screw placement [J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42 (12): 1598-1605. DOI: 10.1177/10711007211022747.
- [12] Mingo-Robinet J, López-Durán L, Galeote JE, et al. Ankle fractures with posterior malleolar fragment: management and results [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 50 (2): 141-145. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.12.013.
- [13] Yamamoto N, Iwamoto K, Tomita Y, et al. Pre- and postoperative factors associated with functional outcomes in patients with posterior malleolar fractures [J]. *Injury*, 2022, 53 (6): 2297-2303. DOI: 10.1016/j.injury.2022.02.046.
- [14] van Dijk CN, Verhagen RAW, Tol JL. Arthroscopy for problems after ankle fracture [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1997, 79 (2): 280-284. DOI: 10.1302/0301-620X.79B2.0790280.
- [15] Yi Y, Chun DI, Won SH, et al. Morphological characteristics of the posterior malleolar fragment according to ankle fracture patterns: a computed tomography-based study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19 (1): 1-7. DOI: 10.1186/s12891-018-1974-1.
- [16] 王彦杰, 张晓君, 汪玉良, 等. 两种入路开放复位内固定三踝骨折比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (10): 957-960. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.21.
- Wang YJ, Zhang XJ, Wang yL, et al. Comparison of two approaches for open reduction and internal fixation of trimalleolar fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (10): 957-960. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.21.
- [17] 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 [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140: 1641-1647. DOI: 10.1007/s00402-020-03353-2.
- [18] Neumann AP, Rammelt S. Ankle fractures involving the posterior malleolus: patient characteristics and 7-year results in 100 cases [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142 (8): 1823-1834. DOI: 10.1007/s00402-021-03875-3.
- [19] Erdem MN, Erken HY, Burc H, et al. Comparison of lag screw versus buttress plate fixation of posterior malleolar fractures [J]. *Foot Ankle Int*, 2014, 35 (10): 1022-1030. DOI: 10.1177/1071100714540893.
- [20] Kang C, Hwang DS, Lee JK, et al. Screw fixation of the posterior malleolus fragment in ankle fracture [J]. *Foot Ankle Int*, 2019, 40 (11): 1288-1294. DOI: 10.1177/107110071986589.
- [21] Fidan F, Polat A, Çetin MÜ, et al. Fixation of posterior malleolar fractures with posterior plating through a posterolateral approach [J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2021, 111 (2): Article_9. DOI: 10.7547/20-100.
- [22] Wang J, Jia HB, Zhao JG, et al. Plate versus screws fixation for the posterior malleolar fragment in trimalleolar ankle fractures [J]. *Injury*, 2023, 54 (2): 761-767. DOI: 10.1016/j.injury.2022.10.032.

(收稿:2023-04-05 修回:2023-11-28)

(同行评议专家:李爱国, 明晓锋)

(本文编辑:闫承杰)