

· 临床论著 ·

## 拉力钉与支撑钢板固定 Haraguchi I 型后踝骨折比较<sup>△</sup>

许宏斌, 杨学锋\*, 蒋宜伟, 徐克武, 强胜林, 贾永龙, 黄凯, 陈海, 张德胤

(甘肃中医药大学附属医院骨科, 甘肃兰州 730020)

**摘要:** [目的] 比较后前拉力螺钉与支撑钢板治疗 Haraguchi I 型后踝骨折的临床效果。[方法] 回顾性分析 2020 年 6 月—2022 年 9 月开放复位内定治疗 Haraguchi I 型后踝骨折 80 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 38 例采用后前拉力螺钉固定后踝(螺钉组), 另外 42 例采用支撑钢板固定后踝(钢板组), 同时处理合并的外踝和内踝骨折。比较两组围术期、随访及影像学资料。[结果] 螺钉组在手术时间 [(69.5±4.6) min vs (90.2±6.4) min,  $P<0.001$ ]、切口总长度 [(9.0±2.3) cm vs (10.3±2.6) cm,  $P=0.021$ ]、术中失血量 [(104.8±20.5) ml vs (116.0±21.3) ml,  $P=0.019$ ] 均显著少于钢板组, 但螺钉组下地行走时间 [(64.8±3.7) d vs (60.0±4.0) d,  $P=0.019$ ] 显著晚于钢板组, 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, 两组 VAS、AOFAS 评分及背伸-跖屈 ROM 均显著改善 ( $P<0.05$ )。术后 3 个月, 螺钉组 AOFAS 评分 [(83.6±4.9) vs (86.0±5.5),  $P=0.044$ ] 显著低于钢板组, 两组 VAS 评分及踝背伸-跖屈 ROM 的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 末次随访时, 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、骨折愈合时间比较的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] 后前拉力螺钉与支撑钢板治疗 Haraguchi I 型后踝骨折的复位质量、功能改善相当, 后者相对手术时间长、术中出血量多, 但其下地行走时间早。

**关键词:** Haraguchi I 型后踝骨折, 后前拉力螺钉, 支撑钢板, 临床疗效

中图分类号: R683.42 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 19-1758-06

**Posterior-anterior lag screw versus buttress plate for fixation of Haraguchi type I posterior malleolus fractures // XU Hongbin, YANG Xue-feng, JIANG Yi-wei, XU Ke-wu, QIANG Sheng-lin, JIA Yong-long, HUANG Kai, CHEN Hai, ZHANG De-yin. Department of Orthopaedics, Affiliated Hospital, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730020, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of posterior-anterior lag screw versus buttress plate for fixation of Haraguchi type I posterior malleolus fractures. [Methods] A retrospective analysis was performed on 80 patients who received open reduction and internal fixation (ORIF) for Haraguchi type I posterior malleolus fractures from June 2020 to September 2022. According to the doctor-patient communication, 38 cases had the posterior malleolus fractures fixed with the posterior-anterior lag screw (the screw group), while other 42 cases were fixed with buttress plate (the plate group), with the combined lateral and medial malleolar fractures treated simultaneously. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] The screw group was significantly less than the plate group in terms of operative time [(69.5±4.6) min vs (90.2±6.4) min,  $P<0.001$ ], total incision length [(9.0±2.3) cm vs (10.3±2.6) cm,  $P=0.021$ ] and intraoperative blood loss [(104.8±20.5) ml vs (116.0±21.3) ml,  $P=0.019$ ], although the former resumed postoperative walking significantly later than the latter [(64.8±3.7) days vs (60.0±4.0) days,  $P=0.019$ ]. There was no statistically significant difference in time to regain the full weight-bearing activity between the two groups ( $P>0.05$ ). Compared with those 3 months after surgery, the VAS, AOFAS scores and dorsal-plantar flexion ROM in both groups were significantly improved at the last follow-up ( $P<0.05$ ). The screw group got significantly lower AOFAS score than the plate group 3 months after surgery [(83.6±4.9) vs (86.0±5.5),  $P=0.044$ ], whereas there were no significant differences in VAS score and ankle-dorsal-plantar flexion ROM between the two groups ( $P>0.05$ ). At the last follow-up, there was no significant difference between the two groups in terms of any items abovementioned ( $P>0.05$ ). As for imaging, there were no significant differences in the quality of fracture reduction and healing time between the two groups ( $P>0.05$ ). [Conclusion] Both posterior-anterior lag screw and buttress plate achieve comparable clinical consequences for fixation of Haraguchi type I posterior malleolus fractures. By comparison, the screw has shorter operation time and less intraoperative bleeding, but longer time to resume walking.

**Key words:** Haraguchi type I posterior malleolus fractures, posterior-anterior lag screw, buttress plate, clinical outcome

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100769

△基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(编号: 22JR5RA612)

作者简介: 许宏斌, 主治医师, 研究方向: 骨伤, (电子信箱) ganxuhongbin1234@163.com

\* 通信作者: 杨学锋, (电子信箱) iamxf@163.com

后踝骨折好发于20~60岁人群，且男性居多，在踝关节骨折中占比22%左右，多合并外踝骨折，车祸、摔/扭伤为其主要致伤原因<sup>[1]</sup>。后踝解剖位置较复杂，骨折后造成踝关节失稳，易使关节软骨局部应力集中，增加退行性病变风险，最终导致骨关节炎发生<sup>[2]</sup>。目前临床多通过后踝骨折块大小指导治疗，既往多认为后踝骨折累及关节面>25%需通过手术固定<sup>[3]</sup>；而McHale等<sup>[4]</sup>研究表明，累及关节面>10%的后踝骨折应接受内固定手术。Haraguchi I型（后外斜型）后踝骨折在后踝骨折中占78.2%<sup>[5]</sup>，对此类骨折多行切开复位内固定，主要涉及拉力螺钉、支撑钢板固定两种方式<sup>[6]</sup>。许桦等<sup>[7]</sup>研究表明，后前（posterior-antero, PA）拉力螺钉相比前后（antero-posterior, AP）拉力螺钉在复位、固定质量上更佳。梁承伟等<sup>[8]</sup>报告AP治疗Haraguchi I型后踝骨折手术时间比PA短，但PA在踝关节面复位及功能改善上有明显优势。有报道称，内固定材料生物力学性能在一定程度上关系到内固定稳定性，可能与手术效果相关<sup>[9, 10]</sup>。Mansur等<sup>[11]</sup>研究发现，相对钢板，PA拉力螺钉能提供更大的生物力学强度。本团队前期通过有限元分析发现支撑钢板相对PA生物力学效果更佳，与上述研究结果不同。为评估不同内固定方式治疗效果，笔者后续将PA拉力螺钉与支撑钢板用于Haraguchi I型后踝骨折患者的治疗，从围术期、随访及影像学上综合对比两者差异，为此类患者内固定治疗材料选择提供一定的参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）Haraguchi I型后踝骨折，骨折块占10%~25%；（2）均为初次、单侧、闭合性骨折；（3）行拉力螺钉或支撑钢板固定治疗；（4）随访时间>12个月；（5）临床、随访及影像学资料齐全。

排除标准：（1）术前存在严重踝关节炎、骨质疏松、合并其他骨折；（2）恶性肿瘤、严重免疫/血液系统疾病，或机体不耐受手术者；（3）既往有肢体功能障碍者；（4）病理性/陈旧性骨折；（5）合并足部畸形或血管、神经损伤。

### 1.2 一般资料

回顾性收集2020年6月—2022年9月收治的Haraguchi I型后踝骨折患者的病例资料，其中98例符合上述纳入标准，纳入本研究。根据医患沟通结果，38例采用后前拉力螺钉固定（螺钉组），42例采

用支撑钢板固定（钢板组）。两组患者一般资料见表1，两组患者年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、侧别、Lauge-Hansen分型等一般资料的比较差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。本研究经医院伦理委员会批准，患者及其家属知情同意。

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	螺钉组 (n=38)	钢板组 (n=42)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	50.8±10.2	52.0±9.6	0.589
性别(例,男/女)	17/21	18/24	0.866
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	22.6±1.8	22.3±2.0	0.485
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$ )	6.0±2.0	5.6±1.7	0.337
侧别(例,左/右)	16/22	18/24	0.946
Lauge-Hansen分型(例,SE/PE/SA)	21/14/3	24/14/4	0.931

注：L-H分型，Lauge-Hansen分型；SE, supination-eversion, 旋后-外翻；PE, pronation-exorotation, 旋前-外旋；SA, supination-abduction, 旋前外展。

### 1.3 手术方法

螺钉组：俯卧位，行硬膜外麻醉，从踝关节后外侧入路行纵向切口，沿腓骨前缘将其骨折线暴露，清除血肿，复位钳进行复位，克氏针临时固定，随后经腓骨肌、长屈肌间隙显露后踝骨折块，将骨折端间血肿、碎骨块清理干净，直视下复位后踝骨折块，1~2枚带螺纹导针从后往前固定骨折块，C形臂X线机透视下可见关节面平整，钻孔，从后往前拧入2枚空心螺钉，透视下确定螺钉固定满意。若患者伴内踝骨折，再对其内踝固定。

钢板组：体位、麻醉、切口操作同螺钉组，直视下复位后踝骨折块后，给予后踝解剖钢板或重建钢板固定。

所有患者均采用1/3管型或解剖钢板固定外踝骨折。若伴内踝骨折，行内侧小切口，对内踝行空心螺钉固定。

术后给予预防性抗生素、消肿、抗凝等常规干预，同时术后借助支具或石膏托保护1周；术后6周根据骨折愈合状况开始部分负重训练，术后10~12周视情况开始完全负重训练。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、总切口长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间及早期并发症发生率。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分（visual ana-

logue scale, VAS), 美国足踝外科协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝与后足评分<sup>[12]</sup> 以及踝关节背伸-跖屈活动度 (range of motion, ROM) 评价临床疗效。行影像学检查, 参考 Ovardia-Beals 放射学评价标准<sup>[13]</sup> 评估骨折复位质量: 后踝骨折残留移位 <1 mm、1~2 mm、>2 mm 对应优、良与差。记录骨折愈合时间 (连续骨痂通过骨折线时间)。

### 1.5 统计学方法

应用 SPSS 24.0 软件对数据进行统计分析。计量资料满足正态分布时以  $\bar{x} \pm s$  表示, 两组组间比较行独立 *t* 检验, 组内比较行配对 *T* 检验。计数资料行  $\chi^2$  或连续性校正  $\chi^2$  检验, 等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围术期情况

两组患者均顺利完成手术, 术中无腓浅、腓肠神经损伤等严重并发症。两组患者围手术期资料见表 2。螺钉组手术时间、切口总长度、术中失血量均显著少于钢板组 (*P*<0.05), 下地行走时间显著晚于钢板组 (*P*<0.05); 两组术中透视次数、切口愈合等级及住院时间比较的差异无统计学意义 (*P*>0.05)。螺钉组无切口感染发生; 钢板组术后早期发生浅表切口感染 1 例, 经换药处理后愈合; 两组术后均无切口延期愈合者。

表 2. 两组患者围术期资料比较

Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	螺钉组 (n=38)	钢板组 (n=42)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	69.5±4.6	90.2±6.4	<0.001
总切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	9.0±2.3	10.3±2.6	0.021
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	104.8±20.5	116.0±21.3	0.019
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	6.2±1.5	6.4±1.3	0.525
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	38/0/0	41/1/0	ns
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	12.5±2.0	13.4±2.4	0.074
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	64.8±3.7	60.0±4.0	<0.001

### 2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 12~40 个月, 平均 (16.0±2.5) 个月。两组随访结果见表 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, 两组 VAS、AOFAS

评分及背伸-跖屈 ROM 均显著改善 (*P*<0.05)。术后 3 个月, 螺钉组 AOFAS 评分显著低于钢板组 (*P*<0.05), 两组 VAS 评分及踝背伸-跖屈 ROM 的差异均无统计学意义 (*P*>0.05); 末次随访时, 两组上述指标的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

随访期间, 两组均无再损伤发生, 均无翻修手术者。螺钉组发生内固定松动、创伤性关节炎各 1 例; 钢板组出现创伤性关节炎 1 例, 无内固定松动发生, 两组随访期间并发症发生率的比较差异无统计学意义 (*P*=0.930)。

表 3. 两组患者随访资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

Table 3. Follow-up data of the two groups ( $\bar{x} \pm s$ ) and comparison

指标	螺钉组 (n=38)	钢板组 (n=42)	<i>P</i> 值
完全负重活动时间 (d)	91.0±6.8	88.2±6.0	0.054
疼痛 VAS 评分 (分)			
术后 3 个月	2.3±0.8	2.0±0.7	0.078
末次随访	0.9±0.3	0.8±0.2	0.081
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术后 3 个月	83.6±4.9	86.0±5.5	0.044
末次随访	91.2±3.8	92.0±3.7	0.343
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
背伸-跖屈 ROM (°)			
术后 3 个月	22.5±3.3	21.4±3.0	0.122
末次随访	25.8±3.2	26.6±3.8	0.314
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	

### 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。两组患者骨折复位质量、股骨愈合时间比较的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。两组典型病例影像见图 1、2。

表 4. 两组患者影像评估结果 (例, %) 与比较

Table 4. Comparison of imaging data between the two groups

指标	螺钉组 (n=38)	钢板组 (n=42)	<i>P</i> 值
骨折复位质量			0.062
优	21 (55.3)	32 (76.2)	
良	13 (34.2)	7 (16.7)	
差	4 (10.5)	3 (7.1)	
骨折愈合			0.293
<12 周	20 (52.6)	27 (64.3)	
12~20 周	18 (47.4)	15 (35.7)	
≥20 周	0 (0.0)	0 (0.0)	

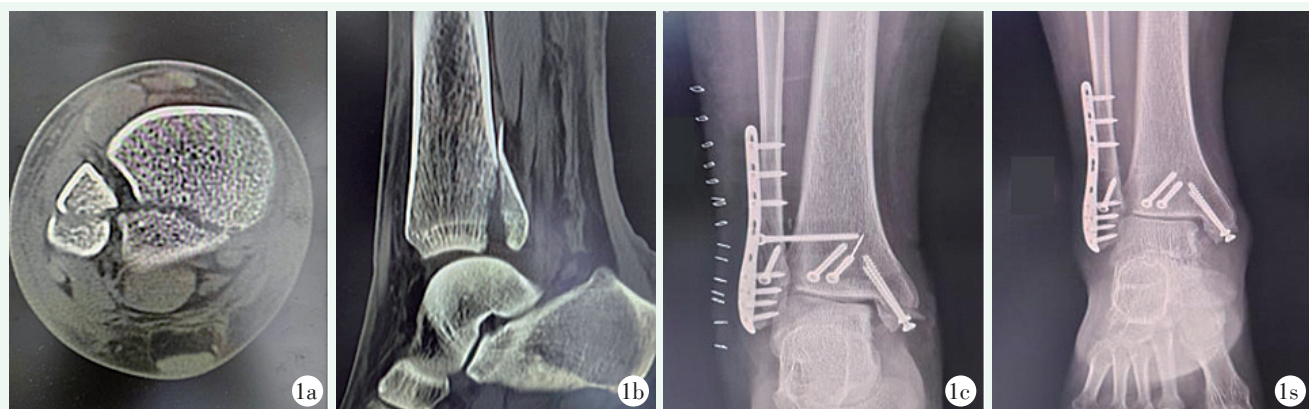


图 1. 患者男性, 33 岁。1a: 术前 CT 水平位平扫显示后踝 Haraguchi I 型骨折, 关节面分离, 外踝骨折; 1b: 术前 CT 矢状位平扫显示后踝骨折, 骨折块向上向后移位; 1c: 行后前拉力螺钉固定后踝骨折, 术后正位 X 线片示三踝骨折已解剖复位; 1d: 术后 8 个月, 踝关节正位 X 线片示骨折已愈合。

Figure 1. A 33-year-old male. 1a: Preoperative horizontal CT showed posterior malleolus Haraguchi type I fracture with articular surface separation, and lateral ankle fracture; 1b: Preoperative sagittal CT showed posterior malleolar fracture with upward and backward displacement of fracture fragment; 1c: After the posterior malleolar fractures fixed with posterior-anterior lag screws, the anteroposterior (AP) radiographs showed anatomical reduction of the trimalleolar fractures; 1d: AP X ray 8 months postoperatively showed the fracture had healed.

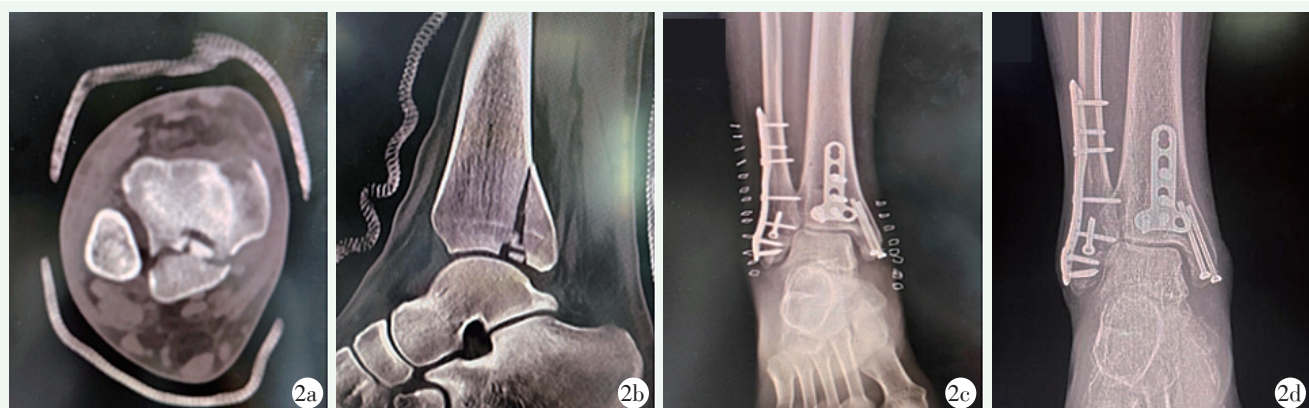


图 2. 患者男性, 50 岁。2a: 术前 CT 见后踝 Haraguchi I 型骨折, 中间有碎骨块; 2b: 术前 CT 矢状位平扫见后踝劈裂骨折, 骨折中间有碎骨块游离; 2c: 行后踝后侧钢板内固定术后次日, X 线片示三踝复位良好, 内固定位置好; 2d: 术后半年随访, X 线片示骨折愈合。

Figure 2. A 50-year-old male. 2a: Preoperative CT showed Haraguchi type I fracture of the posterior malleolus with bone fragments in the space; 2b: Preoperative sagittal CT scan showed a split fracture of the posterior malleolus with free bone fragments between the fracture space; 2c: On the second day after plate internal fixation of the posterior malleolus, X-ray images showed the trimalleolar fractures reduced well with the implants in proper positions; 2d: X-ray 6 months later showed fracture healed well.

### 3 讨论

手术为后踝骨折重要治疗方法之一, 科学有效的手术能恢复关节面解剖结构及平整度, 力学效果好, 能有效维持后方稳定性<sup>[14]</sup>, 但若手术不合适则可能造成关节面断端残留、位移, 不利于关节功能恢复<sup>[15]</sup>。针对后踝骨折手术与否, 目前尚无统一论, 随着医疗事业不断发展, 笔者建议后踝骨折累及关节面>10%时优先考虑手术处理, 以增强恢复效

果, 预防关节炎发生。有研究称, 拉力螺钉在 Haraguchi I 型后踝骨折术中效果良好, 损伤小且复位良好<sup>[16]</sup>。Anwar 等<sup>[17]</sup>研究表明, 支撑钢板相较于 AP、PA 拉力螺钉, 在累及关节面 30%、40%、50% 的后踝骨折模型中的强度最大, 可能更有利于后踝骨折内固定。本研究以骨折面积 10%~25% 的 Haraguchi I 型后踝骨折患者为对象, 对比拉力螺钉与支撑钢板治疗的相关差异。

本研究中, 螺钉组手术时间、总切口长度与术中出血量比钢板组均显著少, 提示 PA 更符合微创治疗

骨折的理念。这可能与支撑钢板手术范围相对暴露大, 软组织剥离多有关。两组术中透视次数、切口愈合等级、住院时间对比无显著差异的原因可能是均行后外侧入路, 手术视野较好, 便于医师操作, 且同一组医生操作, 减少了医生对结果的偏倚影响, 也可能与术后早期康复干预有关, 有利于患者术后康复, 促其早日出院。本研究螺钉组下地行走时间比钢板组晚, 提示支撑钢板相对 PA 能缩短下地行走时间。究其原因: 一方面是支撑钢板固定后踝骨折的生物力学效果更好, 相关研究发现, 支撑钢板相比 AP 拉力螺钉位移更小<sup>[18]</sup>, 且有文献从三维有限元、尸体模型对比分析上均表明, 相比 PA、AP, 后路支撑钢板在后踝骨折上能获得更稳定的固定效果<sup>[19]</sup>, 作者前期有限元分析也证实这一点。后路支撑钢板借助钢板面对骨折块加压固定, 近端也和胫骨固定, 除了发挥三角稳定外, 还能强化把持力, 进而让后踝骨折块更稳定<sup>[20]</sup>。另一方面是支撑钢板处理后钢板和骨折成一体, 踝关节稳定性强, 避免下胫腓联合螺钉应用, 便于早期下地活动, 促进骨痂生长。刘磊等<sup>[21]</sup>研究表明, 解剖钢板治疗后踝骨折术后3个月 AOFAS 评分显著高于空心螺钉, 而术后半年 AOFAS 评分、末次随访 ROM 上两组对比无显著差异, 本研究结果与之相符。说明支撑钢板相比 PA 在术后短期踝关节功能恢复上更优, 但远期效果相当。另外本研究中, 钢板组完全负重活动时间早于螺钉组, 骨折复位质量及骨折愈合时间无显著差异, 与江云云<sup>[22]</sup>研究结果部分一致。提示 PA 与支撑钢板均能获得良好的骨折复位质量。考虑到样本量小、术后康复训练方法等问题, 关于 PA 与支撑钢板的骨折复位质量差异仍需日后深入研究。

综上所述, 后前拉力螺钉与支撑钢板治疗 Haraguchi I 型后踝骨折均能获得良好的复位质量, 远期踝关节功能改善相当, 后前拉力螺钉具有手术时间短、术中出血量少的优点, 而支撑钢板患者能更早地下地行走活动。但由于本研究为回顾性分析, 样本量少, 研究对象等受限, 关于不同内固定方式的效果仍需日后通过大样本、多中心、前瞻性研究进一步证实。

#### 参考文献

- [1] 魏宁, 常文利, 杜晨光, 等. 河北医科大学第三医院 956 例后踝骨折的流行病学分析 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2019, 5 (3): 167-172. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2019.008.
- [2] Wei N, Chang WL, Du CG, et al. The retrospective analysis of 956 cases with posterior malleolar fractures [J]. Chinese Journal of Geriatric Orthopaedics and Rehabilitation (Electronic Edition), 2019, 5 (3): 167-172. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2019.008.
- [3] Abarquero-Diezhandino A, Luengo-Alonso G, Alonso-Tejero D, et al. Study of the relation between the posterior malleolus fracture and the development of osteoarthritis [J]. Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed), 2020, 64 (1): 41-49. DOI: 10.1016/j.recot.2019.09.002.
- [4] 许有银, 王建光, 吴俊贤, 等. 后踝骨折生物力学分析与临床实践 [J]. 北京生物医学工程, 2020, 39 (3): 303-307. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3208.2020.03.013.
- [5] Xu YY, Wang JG, Wu JX, et al. Biomechanical analysis and clinical practice of posterior malleolus fracture [J]. Beijing Biomedical Engineering, 2020, 39 (3): 303-307. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3208.2020.03.013.
- [6] McHale S, Williams M, Ball T. Retrospective cohort study of operatively treated ankle fractures involving the posterior malleolus [J]. Foot Ankle Surg, 2020, 26 (2): 138-145. DOI: 10.1016/j.fas.2019.01.003.
- [7] Li Y, Luo R, Li B, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of posterior malleolus fracture in adults [J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18 (1): 507. DOI: 10.1186/s13018-023-04007-w.
- [8] 常伟, 王强, 黄辰宇, 等. 3D 打印导板辅助前后对向螺钉与钢板内固定治疗 Haraguchi I 型后踝骨折疗效比较 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37 (10): 1037-1041. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.10.007.
- [9] Chang W, Wang Q, Huang CY, et al. Comparison of effects of 3D printed guide plate assisted anterior-posterior screw and plate internal fixation in treatment of Haraguchi type I posterior malleolus fractures [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2022, 37 (10): 1037-1041. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.10.007.
- [10] 许桦, 陈世昌, 翟利锋, 等. 由前向后与由后向前置入拉力螺钉治疗后踝骨折的对比 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (2): 154-158. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.02.12.
- [11] Xu H, Chen SC, Zhai LF, et al. Comparison of anteroposterior and posteroanterior lag screw placements for fixation of posterior malleolar fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (2): 154-158. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.02.12.
- [12] 梁承伟, 黄东辉, 刘伟. 不同方法置入拉力螺钉内固定治疗 Haraguchi I 型后踝骨折的疗效比较 [J]. 创伤外科杂志, 2021, 23 (7): 516-519. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2021.07.009.
- [13] Liang CW, Huang DH, Liu W. Comparative study of different methods of lag screw fixation in the treatment of Haraguchi type I posterior malleolus fracture [J]. Journal of Traumatic Surgery, 2021, 23 (7): 516-519. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2021.07.009.
- [14] 范振环, 于振海, 赵廷宝, 等. NICE 结固定锁骨中段骨折的生物力学研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (10): 912-916. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.10.

- Fan ZH, Yu ZH, Zhao TB, et al. Biomechanical test of NICE knot fixation for mid-shaft clavicle fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (10) : 912-916. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.10.
- [10] 孙丹丹, 石更强, 杜科伟. 空心螺钉不同固定方式治疗踝骨折的生物力学研究 [J]. *医用生物力学*, 2023, 38 (1) : 110-115. DOI: 10.16156/j.1004-7220.2023.01.016.
- Sun DD, Shi GQ, Du KW. Biomechanical study on different fixation methods of cannulated screws for posterior malleolus fracture [J]. *Medical Biomechanics*, 2023, 38 (1) : 110-115. DOI: 10.16156/j.1004-7220.2023.01.016.
- [11] Mansur H, Alves PP, Vitorino RC, et al. Biomechanical comparison of four different posterior malleolus fixation techniques: A finite element analysis [J]. *Foot Ankle Surg*, 2022, 28 (5) : 570-577. DOI: 10.1016/j.fas.2021.06.001.
- [12] Alhadhoud M, Alsiri N, Alsaffar M, et al. Cross-cultural adaptation and validation of an arabic version of the american orthopedics foot and ankle score (AOFAS) [J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26 (8) : 876-882. DOI: 10.1016/j.fas.2019.11.001.
- [13] Ketz J, Sanders R. Staged posterior tibial plating for the treatment of Orthopaedic Trauma Association 43C2 and 43C3 tibial pilon fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2012, 26 (6) : 341-347. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318225881a.
- [14] 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.
- [15] Verhage SM, Krijnen P, Schipper IB, et al. Persistent postoperative step-off of the posterior malleolus leads to higher incidence of posttraumatic osteoarthritis in trimalleolar fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2019, 139 (3) : 323-329. DOI: 10.1007/s00402-018-3056-0.
- [16] 王海龙, 张学东, 窦越超, 等. 经皮拉力螺钉内固定治疗三踝骨折中 Haraguchi I 型后踝骨折疗效分析 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37 (8) : 866-868. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.08.024.
- Wang HL, Zhang XD, Dou YC, et al. Therapeutic effect of percutaneous lag screw internal fixation on Haraguchi type I posterior malleolar fracture in trimalleolar fracture [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2022, 37 (8) : 866-868. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.08.024.
- [17] Anwar A, Lv D, Zhao Z, et al. Finite element analysis of the three different posterior malleolus fixation strategies in relation to different fracture sizes [J]. *Injury*, 2017, 48 (4) : 825-832. DOI: 10.1016/j.injury.2017.02.012.
- [18] Bennett C, Behn A, Daoud A, et al. Buttress plating versus anterior-to-posterior lag screws for fixation of the posterior malleolus: a biomechanical study [J]. *J Orthop Trauma*, 2016, 30 (12) : 664-669. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000699.
- [19] Adeel Anwar. AP, PA 拉力螺钉及后路钢板固定后踝骨折的生物力学效果及临床疗效研究 [D]. 辽宁: 大连医科大学, 2017.
- Adeel Anwar. Biomechanical effect and clinical efficacy of AP, PA lag screw and posterior plate in fixation of posterior ankle fracture [D]. Liaoning: Dalian Medical University, 2017.
- [20] 冯晓冰, 罗轶, 张龙. Haraguchi II 型后踝骨折两种内固定方式的生物力学研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (12) : 1129-1133. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.12.16.
- Feng XB, Luo Y, Zhang L. Biomechanical study of two internal fixation methods for Haraguchi type II posterior ankle fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2017, 25 (12) : 1129-1133. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.12.16.
- [21] 刘磊, 杨峰, 纵成成, 等. 后踝解剖钢板与空心螺钉用于后踝骨折的疗效对比 [J]. *安徽医药*, 2022, 26 (7) : 1398-1401. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2022.07.029.
- Liu L, Yang F, Zong CC, et al. Comparison of posterior ankle anatomical plate and hollow screw in the treatment of posterior ankle fracture [J]. *Anhui Medical and Pharmaceutical Journal*, 2022, 26 (7) : 1398-1401. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2022.07.029.
- [22] 江云云. 前后, 后前拉力螺钉及支撑钢板治疗 Haraguchi I 型后踝骨折的疗效对比 [D]. 安徽: 皖南医学院, 2019.
- Jiang YY. Comparison of the effects of anteroposterior, anteroposterior lag screw and support plate in the treatment of Haraguchi Type I posterior ankle fracture [D]. Anhui: Wuannan Medical College, 2019.

(收稿: 2023-10-30 修回: 2024-05-20)  
(同行评议专家: 窦洪磊, 王明明)  
(本文编辑: 闫承杰)