

· 临床研究 ·

## 跟骨 Haglund 畸形 3D 打印导板辅助截骨

林世伟<sup>1,2</sup>, 方真华<sup>1,2\*</sup>, 郝铨<sup>2</sup>, 赵晶晶<sup>2</sup>, 谢威<sup>2</sup>, 富珂<sup>2</sup>

(1. 湖北医药学院武汉市第四医院研究生培养基地, 湖北十堰 442000; 2. 武汉市第四医院, 湖北武汉 430030)

**摘要:** [目的] 探讨 3D 打印导板辅助跟骨截骨术治疗 Haglund 综合征的临床疗效。[方法] 回顾性分析本院 2021 年 1 月—2022 年 6 月收治的 37 例 Haglund 综合征患者的临床资料, 根据医患沟通结果, 17 例采用 3D 打印导板辅助跟骨截骨术 (导板组), 20 例在徒手方式下行跟骨截骨术 (徒手组)。比较两组临床及影像结果。[结果] 导板组手术时间 [(42.8±4.1) min vs (50.2±4.2) min,  $P<0.001$ ]、术中透视次数 [(0.6±0.6) 次 vs (2.2±0.9) 次,  $P<0.001$ ] 均显著少于徒手组, 两组切口长度、术中出血量的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。所有患者均获平均 (18.3±7.5) 个月随访。与术前相比, 末次随访时, 两组 VAS 评分、AOFAS 评分显著改善 ( $P<0.05$ )。末次随访时, 导板组的 AOFAS 评分 [(96.5±2.9) vs (94.4±3.3),  $P=0.047$ ] 显著优于徒手组。影像学方面, 与术前相比, 末次随访时, 两组跟骨后角 (Fowler-Philipp angle, FPA)、X/Y 比值显著改善 ( $P<0.05$ ), 术前两组 FPA、X/Y 比值的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 末次随访时, 导板组的 FPA 显著大于徒手组 [(65.6±1.9)° vs (61.8±4.9)°,  $P<0.005$ ]。[结论] 与传统徒手跟骨截骨术相比, 3D 打印导板辅助的跟骨截骨术治疗 Haglund 综合征患者治疗效果更佳, 可提高手术精度, 减少手术损伤。

**关键词:** Haglund 综合征, 3D 打印导板, 跟骨截骨术

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 17-1626-05

**3D printed guide assisted calcaneal osteotomy for Haglund deformity // LIN Shi-wei<sup>1,2</sup>, FANG Zhen-hua<sup>1,2</sup>, HAO Cheng<sup>2</sup>, ZHAO Jing-jing<sup>2</sup>, XIE Wei<sup>2</sup>, FU Ke<sup>2</sup>. 1. Postgraduate Training Base, Wuhan Fourth Hospital, Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, China; 2. Wuhan Fourth Hospital, Wuhan 430030, China**

**Abstract: [Objective]** To investigate the clinical efficacy of 3D printed guide assisted calcaneal osteotomy in the treatment of Haglund syndrome. **[Methods]** A retrospective study was done on 37 patients who received surgical treatment for Haglund syndrome in our hospital from January 2021 to June 2022. According to of doctor-patient communication preoperatively, 17 patients had osteotomy performed with the 3D printed guide (the guide group), while other 20 patients was with conventional free hand technique (the free-hand group). Clinical and imaging documents were compared between the two groups. **[Results]** The guide group proved significantly less than the free-hand group in terms of operation time [(42.8±4.1) min vs (50.2±4.2) min,  $P<0.001$ ] and intraoperative fluoroscopy times [(0.6±0.6) times vs (2.2±0.9) times,  $P<0.001$ ], but there was no significant difference in incision length and intraoperative blood loss between the two groups ( $P>0.05$ ). All patients were followed up for a mean of (18.3±7.5) months. Compared with those preoperatively, the VAS score and AOFAS score in both groups were significantly improved at the last follow-up ( $P<0.05$ ). At the last follow-up, the guide group was significantly better than the free-hand group regarding AOFAS score [(96.5±2.9) vs (94.4±3.3),  $P=0.047$ ]. As for imaging, the posterior calcaneal angle (Fowler-Philipp angle, FPA) and X/Y ratio in both groups significantly improved at the last follow-up compared with those preoperatively ( $P<0.05$ ). Although the FPA and X/Y ratio were not significantly different between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ), the guide group got significantly greater FPA than the free-hand group at the latest follow up [(65.6±1.9)° vs (61.8±4.9)°,  $P<0.005$ ]. **[Conclusion]** Compared with traditional free-hands calcaneal osteotomy, 3D printed guide assisted calcaneal osteotomy has better therapeutic effect in the treatment of Haglund syndrome, improving surgical accuracy and reducing surgical injury.

**Key words:** Haglund syndrome, 3D printed guide, calcaneal osteotomy

跟骨结节后上方出现的异常隆起, 称为 Haglund 畸形, 它由瑞典骨科医生 Patrick Haglund 于 1928 年报道<sup>[1]</sup>。Haglund 畸形引起后足红肿疼痛造成行走障

碍, 严重影响患者的生活及工作<sup>[2]</sup>。若 Haglund 综合征经过 6 个月以上的保守治疗无效<sup>[3, 4]</sup>, 则考虑手术治疗。近年来, 3D 打印手术导板在关节外科领域的

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.100246

作者简介: 林世伟, 在读研究生, 研究方向: 足踝外科, (电子信箱)251915448@qq.com

\* 通信作者: 方真华, (电子信箱)Foot\_ankle\_surgeon@163.com

临床应用已经获得一定成果, 3D 打印导板辅助跟骨截骨是一种新型技术, 跟骨后角 (Fowler-Philipp angle, FPA) 首先由 Fowler 等<sup>[5]</sup> 提出, FPA 正常值为  $44^{\circ}\sim 69^{\circ}$ ,  $FPA>75^{\circ}$  可诊断为 Haglund 畸形。因此 3D 打印截骨导板绘制解剖参考线时参考 FPA 正常生理值, 基于术前患者 CT 影像数据, 根据患者的病情制定个性化方案, 指导术中截骨, 从而提高手术准确性和安全性<sup>[6]</sup>。本文旨在探讨采用 3D 打印导板辅助跟骨截骨术治疗 Haglund 综合征的临床效果。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2021 年 1 月—2022 年 6 月本院收治的 37 例 (37 足) Haglund 综合征患者的临床资料, 足部 X 线片显示 Haglund 畸形 ( $FPA>75^{\circ}$ , X/Y 比值  $<2.5$ ), 符合 Haglund 综合征的诊断标准 (跟骨结节后方疼痛肿胀, 踝关节主动背伸受限等), 患者均经 6 个月以上保守治疗; 既往均无跟腱断裂史、踝关节骨折及跟骨骨折史, 排除踝关节畸形、非止点性跟腱病、风湿免疫性疾病等。根据术前医患沟通结果, 将患者分为两组, 导板组采用 3D 打印导板辅助跟骨截骨术 (17 例); 徒手组采用徒手方式下行跟骨截骨术 (20 例)。两组患者术前年龄、性别、病程、BMI 等一般资料比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 1。本研究已通过武汉市第四医院伦理委员会批准 (批准号: KY2023-028-01), 所有患者均知情同意并签署知情同意书。

### 1.2 手术方法

除常规手术一般术前准备外, 两组患者均进行足部 X 线及三维 CT 重建拍摄。导板组根据三维 CT 重建设计 3D 打印个性化截骨导板, 对照组无需导板。

导板组: 术前将患者影像数据导入计算机 Mimics 软件 (比利时 Materialise 公司), 选用软件中 Advanced segment CT Bone 骨分割功能进行自动填充计算, 最终生成三维模型 (图 1b)。根据跟骨截骨术要求绘制跟骨截骨线位置进行初步模拟截骨 (图 1c); 根据模拟跟骨截骨线位置, 在跟骨内侧骨面勾画截骨导板贴合骨面, 并绕跟骨后缘, 距离皮表创建曲线连接杆分别连接皮外导板及贴骨面的截骨导板基底形成整体, 最终生成截骨导板 (图 1d)。采用蛛网膜下腔麻醉和硬膜外腔麻醉联合成功后, 患者先取俯卧位, 患肢常规消毒铺巾, 驱血带驱血后常规大腿中上 1/3 处止血带止血, 设定气压止血带压力为 300 mmHg,

于足跟后内侧行纵行切口。逐层切开皮肤、皮下组织, 显露跟骨后缘及跟腱止点位置, 沿骨面锐性剥离跟腱止点, 术中见跟骨后缘骨赘形成, 跟腱腱鞘及周围软组织炎性组织增生和 Haglund 畸形, 将术前制作的截骨导板贴服于跟骨内侧骨皮质并用克氏针通过固位孔固定 (图 1e), 截骨导板定位下使用摆锯行跟骨后缘截骨, 去除隆起的后结节畸形骨赘 (图 1f), 直到跟骨后上缘截骨角度满意, C 形臂 X 线机透视确认截骨效果, 然后以锚钉固定跟腱止点位置, 再予锚钉上韧带线重建跟腱止点, 并行编织缝合 (图 1g)。放置引流, 逐层缝合手术切口。无菌敷料包扎, 松止血带。石膏外固定踝关节于跖屈位约  $10^{\circ}$ 。

徒手组: 手术步骤基本同导板组, 不同之处为暴露跟骨后, 依靠手术医生经验按照截骨位置及方向使用摆锯进行截骨, 然后反复 C 形臂 X 线机透视截骨情况, 直到 Haglund 畸形矫正满意。

术后两组均行抗生素预防感染。术后 48 h 行患足正侧位检查。术后 2 周拆线。术后石膏固定患足踝关节跖屈位 4 周, 术后 4 周时跖屈位石膏改踝关节中立位再固定 2 周, 嘱患者患肢暂不负重。6 周拆除石膏可逐步负重, 嘱患者每日行踝关节功能锻炼。术后 3 个月根据功能恢复情况可逐步恢复体育运动。

### 1.3 评价指标

记录手术时间、切口长度、术中失血量、术中透视次数、切口愈合等级、住院时间及早期并发症等。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、美国骨科足踝外科协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝及后足评分评价临床效果。行影像学检查, 记录 FPA、X/Y 比值。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学处理。计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 组间比较采用独立样本  $t$  检验, 组内两时间点比较采用配对样本  $T$  检验; 资料呈非正态分布时, 采用非参数统计。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料比较采用 Mann-whitney  $U$  检验。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床结果

两组患者均手术顺利安返病房, 术中无血管、神经损伤等并发症。导板组手术时间、术中透视次数显著少于徒手组 ( $P<0.05$ ), 两组切口长度、术中出血量

比较的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组患者切口均一期愈合, 无下肢深静脉血栓症状等早期并发症。

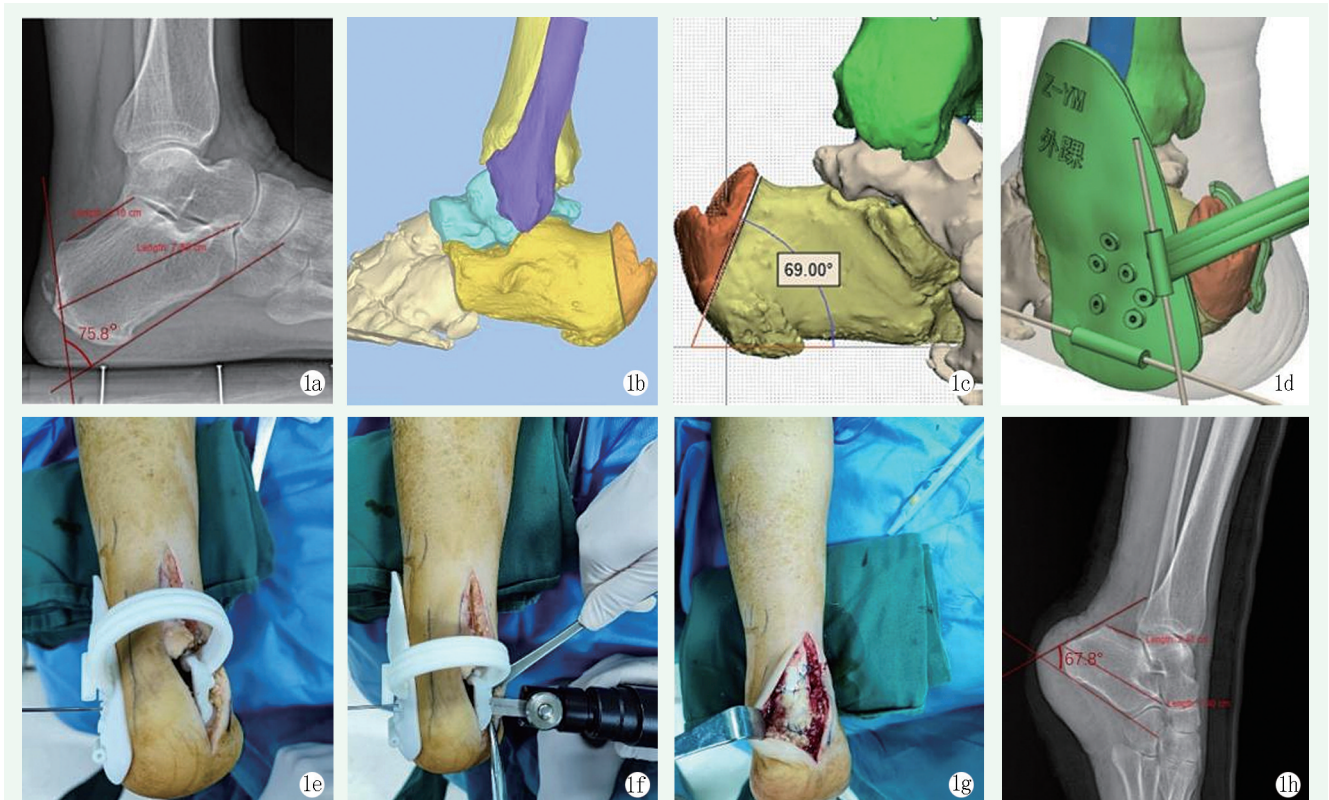


图 1. 患者女性, 59 岁。Haglund 综合征, 在腰麻下行 3D 打印导板辅助跟骨截骨术。1a: 术前 X 线片见跟骨后上结节突起, FPA=75.8°, X/Y 比值=2.4; 1b: 术前三维重建足跟部模型; 1c: 根据截骨角度要求绘制跟骨截骨线位置, 模拟截骨; 1d: 根据跟骨截骨线在计算机上设计出截骨导板; 1e: 术中固定截骨导板; 1f: 截骨导板辅助下行跟骨截骨术; 1g: 术中剥离跟腱止点, 清理病灶组织, 使用带线锚钉重建跟腱止点; 1h: 术后 X 线测量 FPA=67.8°, X/Y 比值=3.0, 显示 Haglund 畸形已矫正。  
Figure 1. A 59-year-old female patient diagnosed with Haglund's syndrome is scheduled to undergo calcaneal osteotomy assisted by a 3D-printed guide under spinal anesthesia. 1a: Preoperative lateral radiograph revealed evident prominence of the posterior superior tuberosity of the calcaneus, with the Fowler-Philipp angle (FPA) of 75.8° and an X/Y ratio of 2.4; 1b: Preoperative three-dimensional CT reconstruction of the heel region; 1c: Preliminary simulation of osteotomy involves delineating the cut line on the calcaneus based on the specified osteotomy angle; 1d: Designing osteotomy guide based on the calculated calcaneal osteotomy line; 1e: Intraoperatively, the osteotomy guide was secured in place; 1f: Calcaneal osteotomy performed with the assistance of the guide; 1g: Reattachment of the Achilles tendon was conducted with anchor suture intraoperatively, after debridement of degenerative tissues; 1h: Postoperative X ray revealed FPA of 67.8° and an X/Y ratio of 3.0, indicating proper correction of Haglund deformity.

所有患者均获平均 (18.3±7.5) 个月随访。两组患者临床结果见表 1, 与术前相比, 末次随访时, 两组 VAS 评分显著减少 ( $P<0.05$ ), AOFAS 评分显著增加 ( $P<0.05$ )。术前两组 VAS、AOFAS 评分的差异无统计学意义, 末次随访时, 两组 VAS 评分的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但导板组的 AOFAS 评分显著优于徒手组 ( $P<0.05$ )。随访期间导板组无后跟疼痛复发, 无锚钉松动, 无锚钉激惹反应, 无跟腱断裂, 无深部感染或骨髓炎等并发症发生。

## 2.2 影像评估

两组影像评估结果见表 1。与术前相比, 末次随访时, 两组 FPA 显著减小 ( $P<0.05$ ), X/Y 比值显著增大 ( $P<0.05$ ), 说明为跟腱提供了一定空间, 避免了跟骨后上结节与跟腱撞击。术前两组 FPA、X/Y 比

值的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 末次随访时, 导板组的 FPA 显著大于徒手组 ( $P<0.05$ ), 两组 X/Y 比值的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

Haglund 综合征是足跟后上方跟腱止点处的无菌性炎症、骨性增生肥大以及皮下或跟腱下滑囊炎, 是一组临床征候群。该病于 1928 年由 Patrick Haglund 首先描述, 故将止点性跟腱炎、跟骨后上突增生 (Haglund 畸形) 与跟腱滑囊炎统称为 Haglund 综合征<sup>[1]</sup>。以前的文献报道, Haglund 综合征多发于中年女性并且双侧受累<sup>[7, 8]</sup>, 但在本研究中, 在年轻男性中很常见, 出现这一结果可能是年轻男性从事繁重的

工作和剧烈的活动，且寻求手术治疗尽早重返工作岗位有关。本研究的发现与 Pi 等<sup>[9]</sup>的结果一致。一些文献报道，保守治疗失败且症状持续时间>6 个月，是手术干预的主要指征<sup>[4, 8, 10]</sup>。本研究中患者手术治疗前的症状持续时间为(3.4±2.7)年。此外，Wu 等<sup>[11]</sup>研究中术前平均症状持续时间为 14.9 个月。

表 1. 两组患者临床与影像资料比较

Table 1. Comparison of clinical and imaging data between the two groups

指标	导板组 (n=17)	徒手组 (n=20)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	45.3±14.5	51.2±12.0	0.187
性别 (例, 男/女)	13/4	12/8	0.330
病程 (年, $\bar{x} \pm s$ )	3.6±3.5	3.3±1.8	0.705
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.2±3.2	24.0±3.2	0.457
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	42.8±4.1	50.2±4.2	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	6.8±1.0	7.1±0.8	0.191
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	0.6±0.6	2.2±0.9	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	12.5±2.3	14.0±2.6	0.087
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	17/0/0	19/1/0	0.357
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	4.5±0.8	4.4±0.9	0.802
末次随访	0.9±0.7	1.0±0.7	0.620
P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	55.2±8.1	54.4±8.1	0.773
末次随访	96.5±2.9	94.4±3.3	0.047
P 值	<0.001	<0.001	
FPA (°, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	77.5±1.6	77.4±1.5	0.743
末次随访	65.6±1.9	61.8±4.9	0.005
P 值	<0.001	<0.001	
X/Y ( $\bar{x} \pm s$ )			
术前	2.3±0.1	2.3±0.1	0.982
末次随访	3.2±0.4	3.0±0.3	0.090
P 值	<0.001	<0.001	

本研究两种手术方式均通过矫正角度打开跟骨与跟腱的前方空间和缩短大结节长度，从而有效消除跟骨与跟腱的撞击。Sella 等<sup>[12]</sup>强调了切除足够多的骨才能充分减压跟腱，发现 3D 打印导板辅助跟骨截骨术能在术前规划好截骨范围及截骨量，本研究两组患者末次随访时 AOFAS 评分和 VAS 评分显著改善 ( $P<0.05$ )，导板组的 AOFAS 评分和 FPA 均显著优于徒手组 ( $P<0.05$ )，取得满意的临床效果，与文献报道的效果相当，但作者认为 3D 打印导板能够更好地

调整跟骨截骨的角度，进一步提高手术的精确性，从而有助于更好地恢复跟腱的生理结构。Anderson 等<sup>[13]</sup>研究表明，肌腱正中入路能充分切除内侧的骨赘，而本研究采用内侧切口入路，完美避免相关问题。大多数研究表明，跟腱撕裂、伤口裂开、瘢痕压痛、足跟感觉改变、腓肠神经损害和切口性神经瘤经常与开放性手术相关<sup>[1, 9]</sup>。Roth 等<sup>[14]</sup>报道，内镜跟骨骨突切除术与常规骨突切除术相比，内镜下可更好识别并切除对跟腱发生撞击的骨头且伤口更小，并发症发生率比开放手术更低。

常规骨突切除术治疗 Haglund 畸形需反复确定截骨角度、范围、深度等。重复透视增加了医护和患者放射暴露时间，同时透视角度和术者手术熟练程度也会影响截骨范围及截骨量。而 3D 打印截骨导板已经在术前规划好了截骨方案，大量减少截骨前后的透视次数，甚至避免了透视需要，亦可以减少皮肤切开暴露跟骨的范围，减少了创伤，缩短了手术时间，保证了截骨范围角度，从而保障了临床疗效<sup>[6]</sup>。本研究中导板组在手术时间和术中透视次数上显著优于徒手组 ( $P<0.05$ )，由此可以看出，3D 打印截骨导板辅助跟骨截骨术的快捷性。

综上所述，3D 打印截骨导板辅助跟骨截骨术治疗 Haglund 综合征，术前可规划好截骨方案，提高手术操作精准性，从而减少手术时间，降低手术创伤及减少透视次数，疗效满意。本研究的局限性：样本量小，且是无随机化的回顾性研究。未来，应进行样本量更大的前瞻性临床试验，以进一步验证本研究的结果。

#### 参考文献

- [1] Lugh M. Haglund's Syndrome: endoscopic or open treatment [J]. Acta Biomed, 2020,91 (4- S) : 167- 171. DOI: 10.23750/abm.v91i4-S.9576.
- [2] 杨宗宇, 姚书章, 刘国强, 等. Haglund 畸形并跟腱止点末端病 1 例诊治报告 [J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18 (23) : 2020-2021.  
Yang ZY, Yao SZ, Liu GQ, et al. Haglund deformity with end-stage disease of the insertion point of the Achilles tendon: a case report [J]. Orthopedic Journal of China, 2010, 18 (23) : 2020-2021.
- [3] Sammarco GJ, Taylor AL. Operative management of Haglund's deformity in the nonathlete: a retrospective study [J]. Foot Ankle Int, 1998, 19 (11) : 724-729. DOI: 10.1177/107110079801901102.
- [4] 丛强, 夏传龙, 杜宏伟, 等. 足跟痛治疗鞋治疗跟痛症效果分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (13) : 1242-1243. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.13.21.

(下转 1632 页)