

· 技术创新 ·

## 3D 打印体表导板引导踝部空心钉取出

赵奎<sup>1</sup>, 黄涛生<sup>2</sup>, 郭江龙<sup>1</sup>, 曾啸<sup>1</sup>, 胡健辉<sup>1</sup>, 张梅刃<sup>1\*</sup>

[1. 广州中医药大学第二附属医院(广东省中医院珠海医院) 创伤骨科, 广东珠海 519015; 2. 珠海市香洲区第二人民医院, 广东珠海 519019]

**摘要:** [目的] 介绍 3D 打印体表导板引导下踝部空心钉取出的手术技术和初步临床效果。[方法] 5 例患者采用上述技术取出踝部空心螺钉。术前在踝部体表贴 3 片环形的金属垫片用于定位锚点的作用, 用记号笔在体表标记好环形垫片的位置, 带着定位好垫片行 CT 扫描并 3D 重建, 后将扫描数据导入 e3D 软件设计含定位孔和螺钉导针孔体表导板, 术中导板定位孔和体表标记垫片孔吻合后在导针孔置入导针并取出螺钉, 术中 C 形臂 X 线机透视, 评估此手术方法的安全性和有效性。[结果] 5 例患者 13 枚螺钉, 4 例患者一次性置入导针成功, 1 例患者 1 枚内踝空心螺钉首次置入导针失败, 经调整导板位置后二次置入成功。每枚螺钉切口约 0.5 cm; 从放置导板到取出螺钉时间 (5.62±2.47) min, 一次性置入导针成功率 92.30%, 无神经、血管损伤等并发症。[结论] 3D 打印体表导板引导下踝部空心钉取出术成功率高, 导板制备对材质要求不高, 成本低廉。

**关键词:** 踝, 3D 打印体表导板, 空心螺钉取出术

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 18-1685-04

**3D printed guider on body surface for removing cannulated screw in ankle // ZHAO Kui<sup>1</sup>, HUANG Tao-sheng<sup>2</sup>, GUO Jiang-long<sup>1</sup>, ZENG Xiao<sup>1</sup>, HU Jian-hui<sup>1</sup>, ZHANG Mei-ren<sup>1</sup>. 1. Department of Traumatic Orthopedics, Zhuhai Branch, Guangdong Province Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhuhai 519015, China; 2. Department of Orthopaedics, The Second Hospital, Xiangzhou District, Zhuhai City, Zhuhai 519019, China**

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical outcomes of 3D printed guider on body surface for removing cannulated screw at ankle. [Methods] A total of 5 patients underwent abovesaid procedure to remove cannulated screw in the ankle. As 3 annular metal spacers were pasted on the body surface of the ankle before surgery to locate the anchor points, and the position of annular spacers was marked on the body surface with a marker pen, CT scan and 3D reconstruction were performed with the positioning spacers, and the scanning data were imported into e3D software to design a body-surface guider with positioning holes. Intraoperatively, the positioning hole of the guider was anastomosed with the marked gasket hole on the body surface, and then the guide wire was inserted into the guider hole, finally, the screw was removed. Intraoperatively, C-arm fluoroscopy was used to evaluate the safety and effectiveness of this surgical method. [Results] Of the 5 patients with 13 screws in total, 4 patients had guide wire placed successfully at one time, while the remaining 1 patient failed to place the guide wire at the first time with an internal malleolus cannulated screw, and got successful placement at the second time after adjusting the position of the guider. The incision for each screw was about 0.5 cm with time from guider placement to removal of screw of (5.62±2.47) min, the first time success rate of 92.30%, without neurovascular injury and other complications. [Conclusion] This 3D printed guider on body surface has a high success chance to remove cannulated screw in the ankle, additionally, the preparation of guide plate has low material requirements with low cost.

**Key words:** ankle, 3D printing guider on body surface, removal of cannulated screw

近年来在骨科领域, 3D 打印导板广泛应用于临床中<sup>[1, 2]</sup>, 3D 打印手术导板是 3D 打印技术应用于临床的重要方式, 多为贴骨导板, 需要广泛的软组织剥离, 以确保导板稳定。在精准置钉、截骨等方面均取得良好的效果。但将 3D 体表导板应用于骨折术后空

心螺钉拆除目前文献中暂未见报道。骨折骨性愈合后取出空心螺钉手术虽然简单, 风险也不大。但有时也遇到组织瘢痕和骨痂过度生长, 将空心螺钉完全包裹, 导致定位暴露困难, 难以取出<sup>[3]</sup>, 此时往往需要扩大切口、清理部分瘢痕组织和骨痂以寻找空心螺

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.11

作者简介: 赵奎, 主治医师, 研究方向: 创伤骨科、四肢骨盆创伤, (电话)15976991095, (电子信箱) 451599592@qq.com

\* 通信作者: 张梅刃, (电话)13697758471, (电子信箱) zhangmeiren@aliyun.com

钉,加重局部损伤,甚至有导致医源性骨折的风险。有经验的医师会使用参照物定位透视的办法来寻找目标,术中过多透视,辐射量大。本研究运用主动注册和3D打印体表导板技术经皮将导针精准插入空心螺钉,从而可直接取出空心螺钉,避免了骨质的进一步破坏,实现微创和精准治疗,现将技术方法和初步临床效果报道如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

术前详细询问病史,功能评估,术前影像学资料(图1a)提示骨折骨性愈合。体表定位并CT扫描重建,根据空心螺钉部位及既往切口位置,选择切开周围软组织较少、平整部位,需避开原切口或者空心螺钉尾部。局部体表贴3片环形金属垫片(图1b),用金属垫片执行定位锚点的作用,并用记号笔在体表标记好环形垫片的位置,后带着体表定位垫片行CT扫描并3D重建。CT数据按DICOM模式保存在光盘中,并导入电脑继续处理。在e3D软件帮助下,重建带定位垫片的右踝3D模型。将右足3D模型通过STL格式文件导入Geomagic Wrap软件,并在踝部模型定位垫片周围体表先建立原始体表基底导板(范围包含了定位垫片孔内)。将Geomagic Wrap软件建立原始体表导板通过STL格式文件重新导入e3D软件。原始体表基底导板在2个垫片孔位置设计3个定位孔,孔大小与垫片孔大小相同均为4mm。从三维角度观察空心螺钉以及钢板的方向和位置,导板的套筒可根据空心螺钉的纵行轴线设计,导孔套筒与空心螺钉纵行方向完全一致,可设计内直径2.0mm,外直径3.5mm,将套筒导板和体表基底导板联合后建立最终导板,这样个性化体表导板就准备好了(图1c)。将设计好导板导入3D打印机打印(PLA材料)并等离子消毒。术前体表模拟手术导板放置。

### 1.2 麻醉和体位

采用平卧位,手术均在腰麻下进行,麻醉成功后,下肢常规消毒铺巾,根据螺钉尾部位置,适当内旋或外旋下肢。

### 1.3 手术操作

将导板上的3个定位孔与体表标记的3个垫片位置重叠,精准放置体表导板(图1d)。根据设计的导孔将导针精准插入空心螺钉内,C形臂X线机透视下(踝关节正位、侧位及空心螺钉轴向位)确认见导针精准置入空心螺钉内(图1e)。取出导板,根据插

入的导针位置切开大约0.5cm的切口,钝性分离后,置入空心螺钉改锥,拧出空心螺钉(图1f)。冲洗术口,逐层缝合,完整取出空心螺钉切口约0.5cm(图1g),无菌敷料包扎,术毕安返病房。

### 1.4 术后处理

术后常规处理,不预防性使用抗菌药,术后第2d复查术后X线片提示内固定完全拆除(图1h),术后第2d开始下地负重行走,术后2周术口拆线。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

2019年7月—2021年8月,采用主动注册和3D打印体表导板引导对5例患者行踝部空心钉取出,共13枚螺钉,其中6枚内踝空心螺钉,7枚前踝空心螺钉,年龄35~56岁,平均 $(44.00\pm 8.39)$ 岁,男3例,女2例,左侧2例,右侧3例,均为踝关节骨折术后骨性愈合。本技术方法经医院伦理委员会审批备案,所有患者均知情同意。

### 2.2 初步结果

5例患者均顺利完成手术,无神经血管损伤、再骨折等术中并发症。5例患者中,4例患者一次性置入导针成功,1例患者1枚内踝空心螺钉首次置入导针失败,再次调整、确认导板位置后置入导针成功。每枚螺钉手术切口均约0.5cm;从放置体表导板到取出螺钉时间 $(5.62\pm 2.47)$ min,首次置入导针成功率92.30%。所有患者随访6~8个月,无术口感染、皮肤坏死等术后并发症,术后2~3周恢复至拆内固定术前日常生活状态,2~3个月恢复运动。术后1个月踝关节活动范围背伸为 $(24.32\pm 4.53)^\circ$ ,跖屈为 $(42.33\pm 4.56)^\circ$ ,负重行走时VAS评分 $(1.50\pm 0.80)$ 分,踝关节AOFAS评分 $(85.32\pm 8.52)$ 分,其中优4例,良1例。5例患者均无创伤性关节炎发生。

## 3 讨论

3D打印导板已被广泛应用于脊柱椎弓根置钉、骶髂螺钉置钉、股骨颈骨折螺钉置钉,及骨折后畸形矫正术、关节置换术、脊柱畸形矫形截骨板导航方面<sup>[4-9]</sup>。

足踝部骨折发生率高,3D打印技术在足踝外科的应用,多局限于打印模型,术前计划,提高患者和实习医师的教育<sup>[10-12]</sup>。同时在外侧韧带重建方面,使用打印模型辅助治疗<sup>[13]</sup>。崔建强等<sup>[14]</sup>报道了3D

打印皮肤导板在跟骨骨折中的应用, 辅助术者精准地放置螺钉, 减少手术时间及术中透视次数。若行踝部空心螺钉拆除, 一旦空心螺钉尾部被骨性组织包裹,

会导致暴露创伤大, 手术时间延长, 不利于术后早期恢复。本技术无需暴露空心螺钉尾部, 减少创伤, 节省手术时间, 成功率高。



图1 患者, 男, 50岁, 右侧外踝及前踝骨折术后骨性愈合, 应用3D打印体表导板引导螺钉取出 1a: 术前踝关节X线片示骨折骨性愈合 1b: 术前垫片定位 1c: 根据术前垫片、皮肤形状设计皮肤空心导针3D导板 1d: 术中放置体表导板, 将导针插入空心钉 1e: C形臂X线机透视确认导针位置正确 1f: 沿导针置入空心螺钉改锥取出螺钉 1g: 空心螺钉取出后切口仅0.5 cm 1h: 术后复查踝关节X线片示螺钉全部取出

目前3D打印体表导板定位多依靠体表骨性解剖标志来定位导板位置<sup>[15]</sup>, 对无骨性突起部位, 导板则无法定位。如何精确定位体表导板位置, 是3D打印体表导板成功关键<sup>[16-18]</sup>。有学者尝试在经皮椎体成形术、椎弓根螺钉置钉及椎间孔镜定位中使用经皮导板, 达到精确定位的目的, 减少穿刺及透视次数, 缩短手术时间<sup>[16, 19]</sup>。本研究在踝关节空心螺钉螺帽附近体表任意放置3枚定位垫片, 垫片起到“人造骨性解剖标志”和定位的作用<sup>[20]</sup>。3D打印体表导板通过3个标记定位孔与导板上设计的相对应定位孔吻合方法来定位导板在体表位置。由于体表表面为曲面, 体表导板在立体空间上也为曲面, 这样达到3点加一个面的三维定位, 理论上可精准定位。当然皮肤导板与皮肤的完美贴合, 是保证置钉稳定性和准确性的前

提<sup>[21]</sup>。在本研究中13枚中12枚空心钉达到92.3%一次置针成功率。在导板放置时, 定位孔与体表标记孔精确匹配后, 只需轻放于皮肤体表即可, 避免按压导致位移, 这也是作者唯一1例一次置针不成功原因。

该技术需注意事项: (1) 术前垫片定位后, 需用标记笔准确标记垫片位置, 并一直保留标记至术中, 嘱患者一旦标记变模糊, 按原标记用标记笔加深; (2) 需在垫片定位后再行CT检查; (3) 导板导孔壁厚不能过薄, 否则在置入导针过程中操作不当容易导孔断裂, 建议导孔壁厚2 mm, 并常规打印2个导板; (4) 导板热效应下易形变, 需用等离子消毒; (5) 定位垫片不跨越踝关节, 否则无法做到与CT扫描时的位置一致。

主动注册定位和3D打印体表导板在踝关节空心钉取出技术在临床中仍属于早期研究阶段,其在临床中应用安全性、实用性和临床价值仍需进一步研究。

### 参考文献

- [1] Guo F, Dai J, Zhang J, et al. Individualized 3D printing navigation template for pedicle screw fixation in upper cervical spine [J]. *PLoS One*, 2017, 12 (2): e0171509.
- [2] Zhou W, Xia T, Liu Y, et al. Comparative study of sacroiliac screw placement guided by 3D-printed template technology and X-ray fluoroscopy [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140 (1): 11-17.
- [3] 殷渠东, 顾三军, 孙振中. 锁定钢板螺钉取出困难的研究进展 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2015, 29 (3): 386-390.
- [4] 周金华, 张文玺, 乔之军, 等. 3D打印伤椎置钉内固定胸腰椎爆裂骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (8): 699-703.
- [5] 马宇龙, 赵永辉, 罗浩天, 等. 个体化导航模板辅助第2骶椎髂骨螺钉置钉的临床应用 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20 (4): 329-333.
- [6] 阳宏奇, 雷青, 蔡立宏, 等. 3D打印导板辅助空心螺钉内固定治疗不稳定性骨盆骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32 (2): 145-151.
- [7] 丁悦, 罗剑锋, 王臻, 等. 个性化3D打印导向器空心钉固定股骨颈骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (24): 2213-2217.
- [8] 陈坚锋, 冯宗权, 李知浩. 3D打印定位钉导板在全膝关节置换术中的应用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (9): 852-855.
- [9] 樊志强, 董谢平, 聂小羊. 3D打印截骨导板在儿童肘内翻截骨复位中的应用价值 [J]. *中华手外科杂志*, 2017, 33 (6): 425-427.
- [10] Pehde CE, Bennett J, Lee Peck B, et al. Development of a 3-D printing laboratory for foot and ankle applications [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2020, 37 (2): 195-213.
- [11] Jastifer JR, Gustafson PA. Three-dimensional printing and surgical simulation for preoperative planning of deformity correction in foot and ankle surgery [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2017, 56 (1): 191-195.
- [12] Dai G, Shao Z, Weng Q, et al. Percutaneous reduction, cannulated screw fixation and calcium sulfate cement grafting assisted by 3D printing technology in the treatment of calcaneal fractures [J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26 (4): 636-643.
- [13] Wu Q, Yu T, Lei B, et al. A new individualized three-dimensional printed template for lateral ankle ligament reconstruction [J]. *Med Sci Monit*, 2020, 26: e922925.
- [14] 崔建强, 孙德麟, 曲军杰, 等. 3D打印导航模板在Sanders II型跟骨骨折中的应用 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2018, 11 (8): 566-569.
- [15] 曲扬, 艾松涛, 武文, 等. 3D打印个体化导板在骨肿瘤经皮穿刺活检中的初步应用 [J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2018, 38 (9): 71-76.
- [16] Zhang L, Li M, Li Z, et al. Three-dimensional printing of navigational template in localization of pulmonary nodule: a pilot study [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 154 (6): 2113-2119.
- [17] Sun W, Zhang L, Wang L, et al. Three-dimensionally printed template for percutaneous localization of multiple lung nodules [J]. *Ann Thorac Surg*, 2019, 108 (3): 883-888.
- [18] 中华医学会医学工程学分会数字骨科学组. 3D打印骨科手术导板技术标准专家共识 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019, 21 (1): 6-9.
- [19] 张愈峰. 3D打印导航板在椎间孔镜下腰椎髓核摘除术中的临床应用 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29 (5): 444-448.
- [20] 张梅刃, 蒋际钊, 赵奎, 等. 体表垫片定位并3D打印体表导板辅助置入Lisfranc螺钉1例报告 [J]. *中国骨伤*, 2020, 33 (11): 1076-1079.
- [21] Li J, Lin J, Yang Y, et al. 3-Dimensional printing guide template assisted percutaneous vertebroplasty: technical note [J]. *J Clin Neurosci*, 2018, 52 (1): 159-164.

(收稿:2021-06-01 修回:2021-11-15)

(同行评议专家:陈 滨)

(本文编辑:郭秀婷)