·研究快报·

3D 打印部分手舟骨置换术的初步临床应用

曹 冉，于亚东*，于晓飞，白延彬，白润泽
（河北医科大学第三医院手外科，河北 石家庄 050051）

［摘要］ 目前手舟骨骨折临床疗效普遍较差，极易发生骨折不愈合及舟骨骨折近端骨坏死，导致腕关节炎及功能丧失，严重影响患者生活质量及劳动能力。本文结合国内外文献，对 1 例应用三维打印（three dimensional printing，3D 打印）部分手舟骨置换术的患者进行报道，为手舟骨骨折近端坏死治疗提供了新方法，丰富了 3D 打印技术在手外专业领域的应用，达到改善患者预后，提高手舟骨骨折诊疗水平的目的。

［关键词］ 舟骨；骨折；打印，三维 doi：10.3969/j.issn.1007-3205.2024.01.003
［中图分类号］ R683.418 ［文献标志码］ A ［文章编号］ 1007-3205(2024)01-0009-04

国内外对手舟骨骨折的诊疗存在诸多难点与争议，运用三维打印（threedimensional printing，3D 打印）技术的相关研究也鲜有报道。3D 打印技术又称快速成型技术，是根据数字模型文件，将光敏树脂等可黏合材料逐层打印，最终叠加为 3D 实体的技术。其具有个性化、精准化、远程化的优点，特别适合应用于医学领域[1]。目前随着数字科学技术的高速发展，3D 打印技术也日臻成熟，其在医学领域中的应用也越来越广泛。本文对 1 例 3D 打印部分手舟骨置换术的病例进行报道。

1 资 料 与 方 法

1.1 一般资料 患者，男性，51 岁，约 1 个月前驾驶电动三轮车行驶时不慎跌落后左腕支撑着地，致左手腕关节肿胀疼痛。在家休息后未见缓解，于当地诊所进行正骨治疗，症状未见好转，后逐渐严重，轻微活动后即出现腕关节剧烈疼痛。于 2023 年 8 月 1 日来我院手外科就诊。根据病史、症状、体征及辅助检查（图 1，2）等诊断为手舟骨骨折及近端完全脱位，伴三角骨和桡骨茎突骨折。考虑该患者手舟骨于腰部横断骨折，同时近端已脱位至桡骨茎突水平位置，传统的手舟骨复位植骨内固定术出现骨不愈合及骨坏死的风险较高。为最大限度恢复患者腕关节功能，经术前常规检查后，拟于臂丛麻醉下行 3D 打印部分手舟骨置换术。



图 1 患者术前 X 线

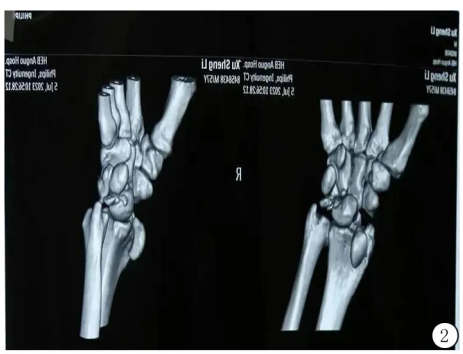


图 2 患者术前 CT 三维重建

1.2 术前准备 术前综合评估病情，结合 3D 模型，对手舟骨断面的处理，手舟骨假体固定轴线的设计，舟月韧带的重建均进行了详细研究，制定手术方案，反复推演手术流程（图 3～5），定制打印半舟骨假体（图 6）。

［收稿日期］2023－11－30
［基金项目］河北省政府资助临床医学人才培养项目（优秀人才）
［作者简介］曹冉（1985－），男，河北石家庄人，河北医科大学第三医院主治医师，医学硕士，从事手外科疾病诊治研究。
* 通信作者。E-mail：13313010289@163.com

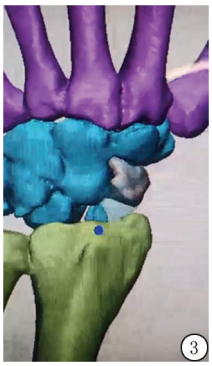
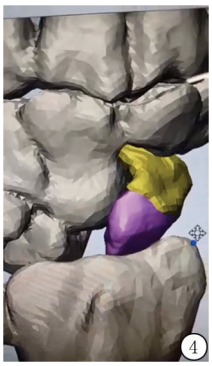
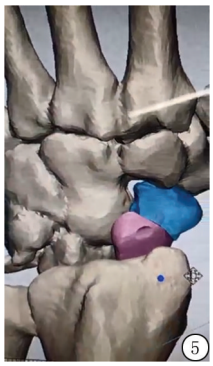





图3 CT三维重建

图4 CT三维重建健侧镜像到患侧

图5 半舟骨假体设计修整

图6 3D打印半舟骨假体

1.3 手术方法 手术在常规臂丛神经阻滞麻醉下进行，取平卧体位，患肢外展置于手术桌上，应用气囊止血带止血，常规消毒铺单。取掌侧入路，切除近端舟骨，切除的舟骨部分与植入物试模进行比较，以确定假体尺寸，植入试模测试腕关节稳定性，确认假体匹配程度。

假体置入、固定：仔细处理修整断面，舟骨断面钻孔以备假体固定柱置入，断面置入适量骨水泥后置入半舟骨假体，再次测试腕关节稳定性及假体匹配程度。韧带重建：取同侧掌长肌，用锚钉固定在月骨上，然后穿过半舟骨假体上的孔，在舟骨远极上钻一个直径2.7 mm的孔，将韧带穿过并拉紧，用锚钉将韧带固定在孔内，剩余韧带缝合在桡腕周围的韧带上，以加强半舟骨假体的稳定性。术中透视见假体位置及腕关节结构良好(图7,8)。术中仔细操作，注意保护局部血管、神经等重要组织减少损伤。



图7 术中透视舟状骨位



图8 术中透视侧位

2 结 果

术后预防感染24 h，非甾体药物对症止痛治疗，抬高患肢，患肢支具保护下适当功能锻炼。患者定期随访，假体固定牢固，术后2周切口愈合良好，未出现感染。术后6周去除支具后逐步恢复部分负重，根据骨折愈合情况逐步恢复至日常正常活动。术后12周随访患者未诉腕关节疼痛等不适症状，腕关节屈55°，伸70°，腕关节功能恢复良好(图9,10)。

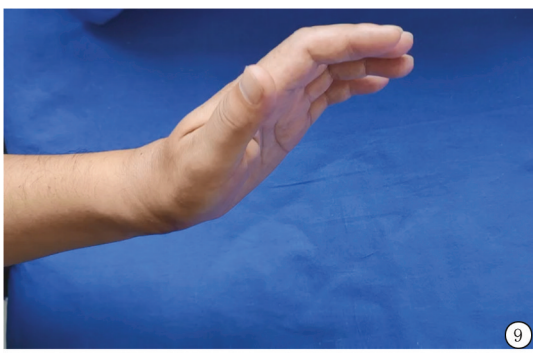


图9 术后12周腕关节背伸功能恢复情况

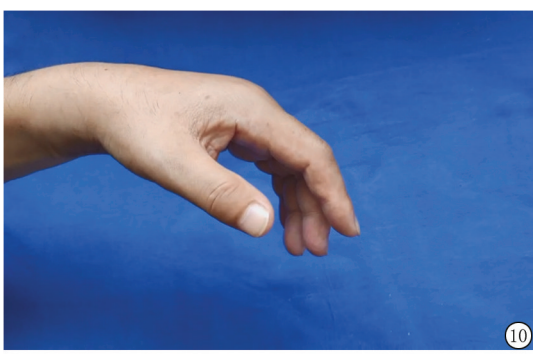


图10 术后12周腕关节屈曲功能恢复情况

3 讨 论

临床中常见的手舟骨骨折极易造成漏诊及治疗不当，导致临床疗效不佳，远期出现创伤性腕关节炎及慢性疼痛等，导致腕关节功能障碍，严重影响患者生活质量及劳动能力，给个人、家庭及社会带来痛苦及负担。常规手术切开治疗容易对舟骨血供造成破

坏，使骨折不愈合率增加，最终导致预后不理想[2]。目前传统的空心螺钉、克氏针、钢板等固定方式都无法取得满意的疗效[3]。

3D打印技术又称快速成型技术，是根据数字模型文件，将光敏树脂等可黏合材料逐层打印，最终叠加为3D实体的技术。目前3D打印技术已广泛应用于骨外科、神经外科、整形外科等领域中[4]。Belloti等[5]利用3D打印技术辅助治疗桡骨远端骨折不愈合。Liu等[6]研究表明，数字化设计和3D打印相结合有利于提高颌骨缺损手术治疗的精确性和疗效。Dennis等[7]研究认为，术前模拟对皮瓣移植和骨板接合具有重要指导作用。Levine等[8]成功将3D打印技术应用于颅颌面外科手术，3D打印的个性化手术导板有效地提高了骨骼重新定位与替换的准确性，术后效果理想。吴东迎等[9]在人工全膝关节置换术中应用3D打印截骨导板，发现3D打印截骨导板辅助的全膝关节置换手术的手术时间更短、出血量更少。Eggbeer等[10]经临床实验发现3D打印的可摘除局部义齿的功能完整、合适度高，符合患者的个性化需求。3D打印技术可以打印多孔类骨小梁假体，促进假体－骨界面的骨性愈合，减少应力遮挡的发生，延长植入物使用寿命[11]。程文俊等[12]将3D打印的金属髋臼杯用于9例患者，随访6个月，随访结果显示，术后植入髋臼的稳定性佳，且有骨长入现象。Benum等[13]用3D技术打印的股骨假体进行了2例全髋关节置换手术，并取得较理想的疗效。Ansari等[14]将3D打印技术应用在复杂髋臼骨折的治疗中。Chen等[15]成功应用3D打印矫形模治疗前臂骨折。有Meta分析认为，在治疗外伤性骨折手术中3D打印辅助比常规手术更具优势[16]。王剑利等[17]3D打印个体化定制假体治疗上肢显微修复后骨和关节缺损，可有效恢复上肢骨和关节缺损处的解剖结构。所以，3D打印技术在产品的更新和定制方面较传统产品有明显优点。

国外在舟状骨手术中使用3D打印的特异性模型和模板已取得良好效果，也开始使用3D打印假体，可以初步恢复接近正常的腕关节生物力学特性[18]。我国目前在手舟骨骨折治疗中，对3D打印技术往往应用于个性化设计辅助导板进行精确手术固定[2]，或术前打印等比例腕关节模型提高微创手术准确度[19]，而对部分手舟骨3D打印假体置换治疗腕关节骨折目前未见国内文献报道。本文通过影像检查资料1∶1完整复刻患者腕关节骨折模型，直观还原骨折及位移的情况，确保打印的假体和关节面的连续性均能得到完美匹配，最大程度地保留了患者的腕关节功能，取得了良好的疗效，为患者提供了一种高效、可预期性的手术方式。本文中病例的成功在临床实践具有巨大的应用潜力，尤其是目前腕关节骨折治疗过程中迫切需要制定个性化的手术方案，需要精准高效的手术方式提高疾病的诊疗效率及质量。

虽然3D打印技术有着诸多的优点，但其发展仍受多种因素如材料、成本等的制约，3D打印设备价格也从数万元到上千万元人民币不等[20]，使其在科研和临床中的推广应用受到了一定限制，但随着近年来3D打印技术的飞速发展，和新材料的不断涌现，3D打印技术也将逐步完善，成本及应用门槛也将不断降低，可以逐步推广普及至更广泛的地区及医院，惠及更多的患者。今后将进一步深入研究，开展大宗病例临床应用，术后对患者进行长期随访，完善3D打印部分手舟骨置换术相关技术细节，提高技术的有效性和安全性。

[参考文献]

[1] 周伟民，闵国全.3D打印医学[J/CD].转化医学研究(电子版)，2014，4(3)：58－62.

[2] 朱少波，荣存敏.腕舟骨骨折微创治疗的研究进展[J].实用手外科杂志，2022，36(4)：532－534.

[3] 杨伟铎，康兵，陈少伟，等.手舟骨骨折内固定装置的应用现状[J].世界复合医学，2023，9(8)：186－190.

[4] 邓滨，欧阳汉斌，黄文华.3D打印在医学领域的应用进展[J].中国医学物理学杂志，2016，33(4)：389－392.

[5] Belloti JC，Alves BVP，Faloppa F，et al. The malunion of distal radius fracture：corrective osteotomy through planning with prototyping in 3D printing[J]. Injury，2021，52(Suppl 3)：S44－S48.

[6] Liu YF，Xu LW，Zhu HY，et al. Technical procedures for templateguided surgery for mandibular reconstruction based on digital design and manufacturing[J]. Biomed Eng Online，2013，13(8)：843－854.

[7] Dennis R，Raquel GM，Peter B，et al. Importance of patientspecific intraoperative guides in complex maxillofacial reconstruction[J]. J Cranio Maxill Surg，2013，41(5)：382－390.

[8] Levine JP，Ashish P，Saadeh PB，et al. Computer-aided design and manufacturing in craniomaxillofacial surgery：the new state of the art[J]. J Craniofac Surg，2012，23(1)：288－293.

[9] 吴东迎，袁峰，吴继彬，等.3D打印截骨导板在人工全膝关节置换术中的应用[J].中华骨科杂志，2015，35(9)：921－926.

[10] Eggbeer D，Bibb R，Williams R. The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks[J]. Proc Inst Mech Eng H，2005，219(3)：195－202.

[11] 王彩梅，张卫平，王刚，等.电子束熔融快速成型技术在骨科植入物修复过程中的骨诱导能力[J].中国组织工程研究，2013，

17(52):9055－9061.

[12] 程文俊,勘武生,郑琼,等.3D打印钛合金骨小梁金属臼杯全髋关节置换术的短期疗效[J].中华骨科杂志,2014,34(8):816－823.

[13] Benum P, Amodt A, Nordsletten L. Customized femoral stems in osteopetrosis and the development of a guiding system for the preparation of an intramedullary cavity[J]. Bone Joint J,2010,92(9):1303－1305.

[14] Ansari S,Barik S,Singh SK,et al. Role of 3D printing in the management of complex acetabular fractures:a comparative study[J]. Eur J Trauma Emerg Surg,2021,47(5):1291－1296.

[15] Chen Y, Lin H, Yu Q, et al. Application of 3D-printed orthopedic cast for the treatment of forearm fractures:finite element analysis and comparative clinical assessment[J]. Biomed Res Int,2020,2020:9569530.

[16] Yang S, Lin H, Luo C. Meta-analysis of 3D printing applications in traumatic fractures[J]. Front Surg,2021,8:696391.

[17] 王剑利,王根,曲新强,等.3D打印个体化假体用于上肢显微修复后骨和关节缺损精准重建的短期疗效[J].中华显微外科杂志,2023,46(3):283－290.

[18] Li LX,Kedgley AE,Horwitz MD. A review of the use of 3D printing technology in treatment of scaphoid fractures[J]. JH Surg Asian Pac Vol,2023,28(1):22－33.

[19] 申运山,金德富,周立亚,等.手舟骨中轴与第二掌骨长轴夹角测量研究[J].中华手外科杂志,2023,39(4):305－308.

[20] 余冬梅,方奥,张建斌.3D打印材料[J].金属世界,2014,(5):6－13.

(本文编辑:赵丽洁)