

头颈肿瘤与智慧外科专题 • 新技术及应用 •

## 计算机辅助设计联合 3D 打印技术一期个体化修复重建肿瘤性下颌骨硬软组织复合式缺损 2 例\*

李腾, 李超<sup>△</sup>, 蔡永聪, 周雨秋, 姜健, 宁玉东, 税春燕, 孙荣昊, 汪旭, 何天琪, 陈孝磊, 刘薇, 张玉瑶

610041 成都, 四川省肿瘤医院·研究所, 四川省癌症防治中心, 电子科技大学医学院 头颈肿瘤外科(李腾、李超、蔡永聪、周雨秋、姜健、宁玉东、税春燕、孙荣昊、汪旭、何天琪、陈孝磊、刘薇、张玉瑶); 563000 贵州 遵义, 遵义医科大学 口腔医学院(李腾); 610041 成都, 成都医学院 临床医学系(汪旭、何天琪、刘薇、张玉瑶); 646000 四川 泸州, 西南医科大学附属医院 耳鼻咽喉头颈外科(陈孝磊)

**[摘要]** 下颌骨肿瘤手术切除遗留的硬软复合式缺损的一期精准个体化修复一直以来是行业讨论的热点。计算机辅助设计(computer-aided design, CAD)/计算机辅助制作(computer aided-manufacture, CAM)及 3D 打印技术为此类缺损的一期修复重建提供了重要的技术保障。该技术使得修复更加精准、个体化,同时最大程度减少了骨皮瓣供区组织的损伤。本研究报道了四川省肿瘤医院收治两名口腔恶性肿瘤患者,分别采用血管化游离腓骨肌皮瓣、血管化游离髂骨肌皮瓣结合 CAD/CAM 及 3D 打印技术一期进行肿瘤切除后的硬软组织复合式缺损的一期精准个体化的修复重建,发现患者在手术治疗后取得满意的修复效果。CAD/CAM 技术及 3D 打印技术结合游离皮瓣应用于肿瘤患者的手术可产生良好的修复效果。

**[关键词]** 3D 打印技术;血管化游离腓骨肌皮瓣;血管化游离髂骨肌皮瓣;肿瘤

**[中图分类号]** R608;R628;R739.8 **[文献标志码]** B doi:10.3969/j.issn.1674-0904.2021.12.012

**引文格式:** Li T, Li C, Cai YC, et al. Computer-aided design combined with 3D printing technology for individualized first-stage mandibular reconstruction of tumor-induced composite soft and hard tissue defects: A report of 2 cases[J]. J Cancer Control Treat, 2021, 34(12): 1158-1163. [李腾, 李超, 蔡永聪, 等. 计算机辅助设计联合 3D 打印技术一期个体化修复重建肿瘤性下颌骨硬软组织复合式缺损 2 例[J]. 肿瘤预防与治疗, 2021, 34(12): 1158-1163.]

下颌骨位于面部下三分之一,是颌面部骨中唯一能活动的骨及颜面部外形的主要支撑结构。下颌骨髁突与颞骨关节窝及关节结节共同参与构成的颞下颌关节支持咀嚼、吞咽、言语等功能活动。手术切除累及下颌骨的病变必定会对患者的口腔功能及容貌产生严重影响。因此,实现下颌骨缺损精准个体化修复重建成为头颈外科医生所热衷的课题。计算机辅助设计(computer-aided design, CAD)/计算机辅助制作(computer-aided manufacture, CAM)及 3D 打印技术凭借其虚拟手术及模型外科等为精准个体

化的修复重建提供了有力保障,本团队近年来利用 CAD/CAM 及 3D 打印技术在头颈外科缺损修复重建工作中做了大量的临床探讨<sup>[1]</sup>,并成功报道了利用该技术结合双游离组织成功修复不同空间方位下颌骨及口颊硬软组织复合式缺损的案例<sup>[2]</sup>。现报道近期两例经典的将 CAD/CAM 及 3D 打印技术结合游离皮瓣应用于口腔恶性肿瘤手术导致的下颌骨及邻近软组织硬软组织缺损的个体化修复重建。通过术前的精准个体化计算机虚拟外科及 3D 打印模型外科,患者均获得了满意的修复效果,现将诊疗及设计流程及手术经过报道如下。

**[收稿日期]** 2021-07-01 **[修回日期]** 2021-09-05

**[基金项目]** \*国家自然科学基金(编号:81902779);四川省科技厅重点研发项目(编号:19ZDYF0291);成都市重点研发支撑计划(编号:2019-YFYF-00038-SN)

**[通讯作者]** <sup>△</sup>李超, E-mail: headneck@qq.com

**开放科学(资源服务)标识码(OSID)**

本文开放的科学数据与内容:

计算机设计及辅助三维数字化虚拟外科结合 3D 打印技术指导半侧下颌骨血管化游离腓骨修复术



## 1 病例资料

病例 1, 女, 64 岁, 以“右下牙龈高分化鳞癌术后放化疗后 4 年余”收治入院。入院查体: 牙龈癌术后, 右侧颌下腺及右侧下颌骨部分术后缺如, 术区皮肤可见手术疤痕, 口腔内原皮瓣颜色较红, 弹性好, 原来皮瓣后份磨牙后区见菜花样新生物。余颈部未扪及明显肿块及淋巴结肿大(图 1A)。复查增强 CT 提示: 1. 牙龈癌术后, 术区后份软组织稍增厚、强化, 较前明显, 待排肿瘤复发(图 1B)。病理活检提示(右磨牙后区肿物): 查见异型增生鳞状上皮, 支持为鳞状细胞癌复发。利用患者术前复查的 CT 数据 3D 打印出模型, 术前通过计算机 CAD/CAM 技术模拟手术, 并在电脑上模拟手术截骨及取瓣及修复设计, 进行虚拟外科并确定最终手术方案, 设计下颌骨截骨线(图 2); 利用 CAD/CAM 技术获得患侧下颌骨三维重建数据, 通过 3D 打印技术快速成型, 制作出等比例三维立体模型与截骨导板, 并

在 3D 打印磨具上进行模型外科, 通过打印一比一磨具提前术前弯制形状及角度适宜的个性化钛板。经过多学科综合讨论、评估后, 排除手术禁忌于 2021 年 5 月 12 日行全麻下“右下颌骨肿瘤恶性扩大切除术 + 下颌骨部分切除术 + 左侧腓骨肌皮瓣移植修复术 + 下颌骨重建 + 钛板内固定 + 气管切开术”(图 3A)。运用预先制备的钛板对病变下颌骨进行预打孔定位, 保持了正常的咬合关系, 同时用 3D 打印的个性化截骨导板为标准, 按照术前虚拟手术设计方案精确切除受侵下颌骨。同期切取血管化的腓骨肌皮瓣并在打印的截骨导板上进行按照缺损预制的个性化截骨塑形。塑形后置于下颌骨缺损处, 达到精准重建, 将腓动静脉与受区动静脉进行显微血管吻合术。利用术前预先弯制的钛板将剩余下颌骨与腓骨瓣固定修复下颌骨缺损并对位固定(图 3B,C), 腓骨携带穿支皮瓣修复口腔软组织缺损。术后患者随访, CT 三维重建显示受区腓骨就位良好, 缺损精准修复, 患者咬合功能关系恢复良好(图 4)。

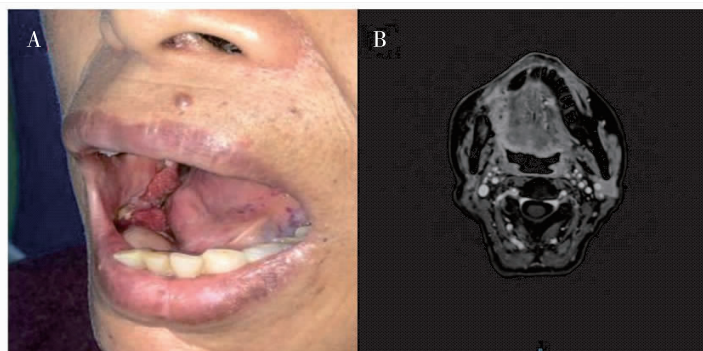


图 1 患者二次手术前复诊情况及影像学检查所见

Figure 1. Second Diagnosis and Imaging Findings before the Second Operation

A. The flap in the primary surgical site survived, and a recurrent mass was seen in the posterior area of the right molar; B. Enhanced CT showed slight thickening and enhancement in soft tissues in the surgical site after gingival cancer surgery, which was more obvious than before, and the tumor to be removed recurred. The reinforcement in the adjacent residual mandible was not uniform.

病例 2, 女, 36 岁, 2021 年 3 月 2 日因“9 个月前“洁牙”时发现右侧下颌后牙松动”于当地就诊, 行“颌骨肿块活检术”, 术后病理示: 右侧下颌骨淋巴组织增生性病变。为求进一步诊治就诊于我院, 入院查体: 右侧下颌区稍肿胀, 开口型正常, 伸舌无偏斜。右下尖牙、第一前磨牙、第一磨牙、第二磨牙缺如, 内可见白色假体, 剩余牙齿无松动。颈部未触及肿大淋巴结。病理免疫组化结果示: 尤文肉瘤。利用 CAD/CAM 技术获得患者下颌骨三维重建数据, 术前模拟手术并确定最终手术方案, 进行虚拟手术,

设计下颌骨截骨线(图 5); 通过 3D 打印技术快速成型, 制作出等比例三维立体模型与截骨导板, 术前弯制形状及角度适宜的钛板(图 6A)。经过多学科综合讨论、评估后, 排除手术禁忌于 2021 年 5 月 19 日行全麻下“右下颌骨肿瘤及下颌骨截断性切除 + 左髂骨肌皮瓣制备 + 右侧下颌骨重建”。运用预先制备的钛板对病变下颌骨进行预打孔定位, 保持患者咬合功能位置, 同时以截骨导板为标准, 按照模拟外科设计精确切除受侵下颌骨。根据术前打印 3D 截骨导板制备个性化的髂骨游离肌皮瓣(图 6B), 将

血管化的髂骨肌皮瓣置于下颌骨缺损处,利用术前预先制备的钛板将剩余下颌骨与髂骨瓣固定修复下颌骨缺损并对位固定(图 6C、D)。术后病理示:尤

文肉瘤。术后患者一般情况可,皮瓣、骨瓣均存活,开口不受限,咬合关系正常。

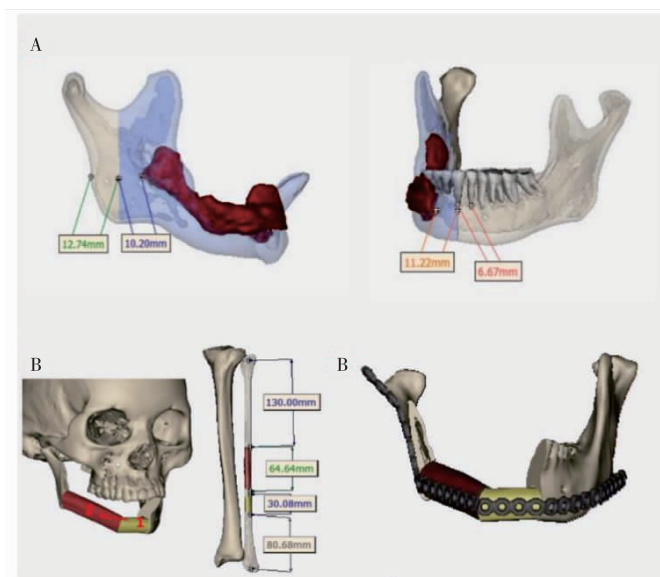


图 2 CAD 技术模拟下颌骨、腓骨的截骨及修复方案

Figure 2. Osteotomy and Reconstruction of Mandible and Fibula Simulated by CAD

A. Simulated surgical resection range of the mandible in the focal area; B. Simulated range of osteotomy and effect of fibular flap reconstruction; C. Simulated placement of titanium plates.

CAD: Computer-aided design.

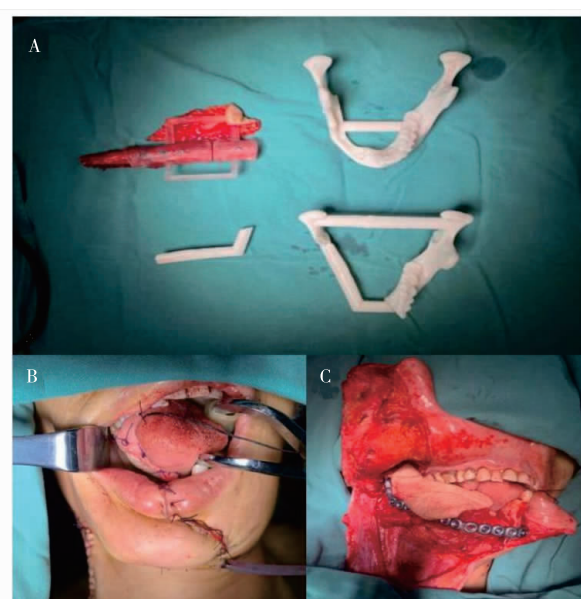


图 3 CAD/CAM 联合 3D 打印辅助下游离腓骨肌皮瓣修复下颌骨缺损术中所见

Figure 3. Mandibular Reconstruction with Free Fibula Osteomyocutaneous Flap Assisted by CAD/CAM and 3D Printing

A. Rapid prototyped-mandible model and reduction guide plate as well as the fibular flap made using customized osteotomy plate were prepared according to the simulation scheme; B. Reconstruction performed in the defect area with the free fibula flap, and the prebent titanium plate properly fixed; C. Intraoperative repaired mandible.

CAD: Computer-aided design; CAM: Computer-aided manufacture.

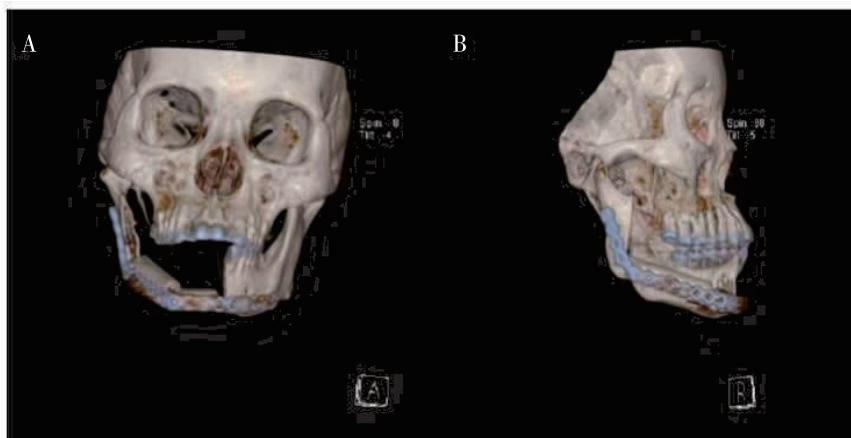


图 4 术后复查 CT 扫描三维重建

Figure 4. CT Scan of Postoperative 3D Reconstruction

A. The fibula was in good position, and the defect was repaired accurately; B. The occlusal relationship was well recovered.

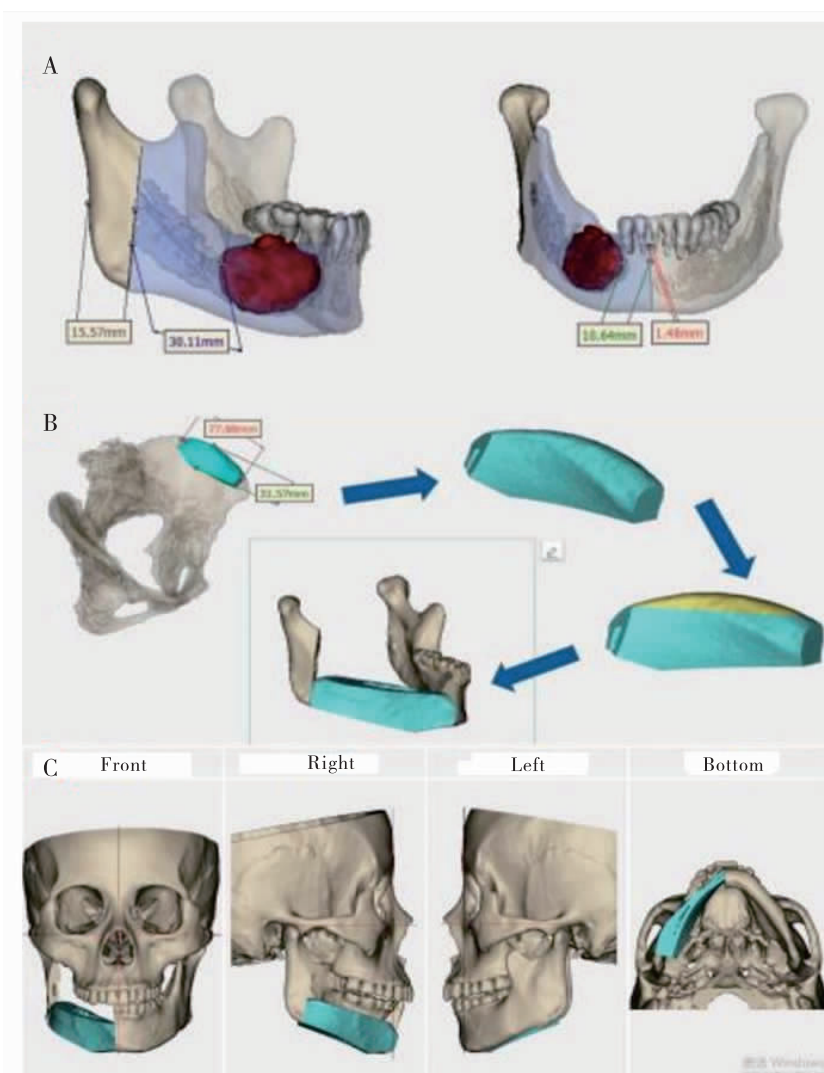


图 5 CAD 技术模拟下颌骨、髌骨的截骨及修复方案

Figure 5. Iliac Osteotomy and Mandibular Reconstruction Simulated by CAD

A. Simulated surgical resection range of the mandible in the focal area; B. Simulated the range of osteotomy for ilium in the donor area and the process of reconstruction; C. Simulated final repair effect.

Abbreviations as indicated by Figure 2.

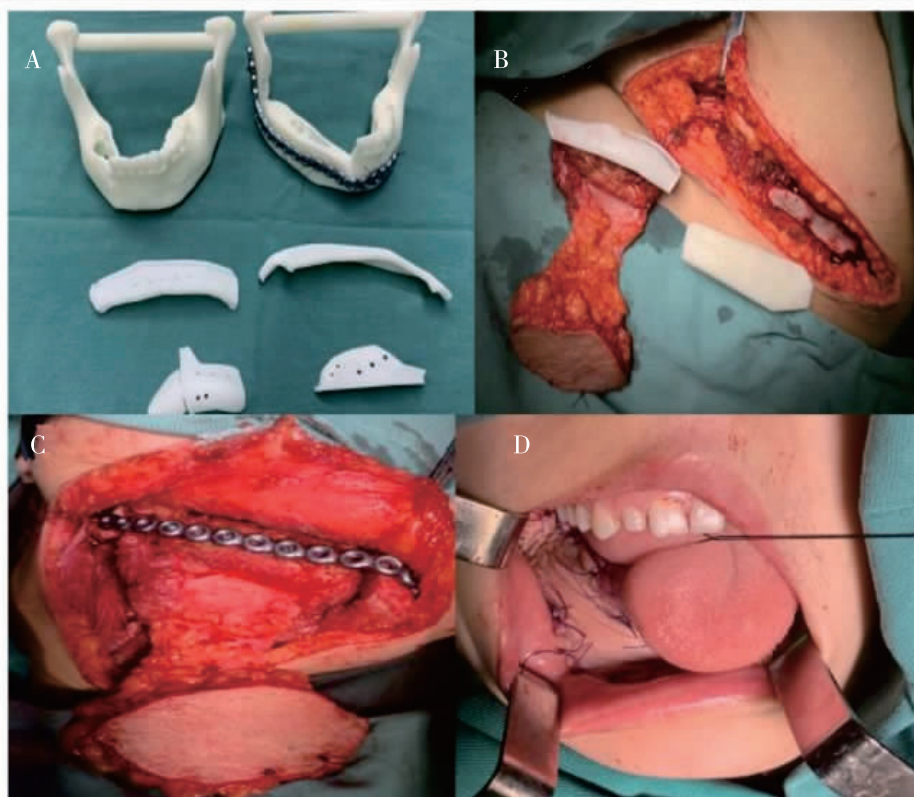


图 6 快速成型的截骨导板模型用于修复患者缺损

Figure 6. Rapid Prototyped-Osteotomy Guide Plate Used for Mandibular Reconstruction

A. Rapid prototyped-osteotomy guide plate and mandible model, and the prebent titanium plate using mandible model; B. Iliac bone flap prepared with osteotomy guide plate; C. Reconstruction performed in the defect area with the free iliac bone flap, and the prebent titanium plate fixed; D. Intraoperative repaired mandible.

## 2 讨论

恶性肿瘤在病变累及颌骨时,颌骨的部分切除或整块切除是保障肿瘤根治的重要措施。而术后遗留的硬软组织缺损对患者的言语、咀嚼、吞咽、美观等功能造成严重影响。恢复上述功能对于头颈外科医生而言是一项极具挑战性的任务。传统的修复重建术前缺乏有效的评估手段,临床医师依赖个人的临床经验在术中反复试验、对比皮瓣与缺损区是否相匹配,术中对病灶范围的探查及皮瓣的多次修剪所耗费的大量时间对手术医生及患者而言均为沉重的负担,不仅延长了手术时间同时也增加对患者的损伤。而 CAD/CAM 联合 3D 打印正为此带来了革命性的改变。因其具有精准化、个体化、可模拟等技术特点在头颈修复重建领域备受关注。由于头颈部软组织具有延展性并容易修整,对其精准修复相对要求不高。然而在颌骨的复杂缺损修复重建中,其优势非常突出。既往本团队在复合式缺损修复重建中应用该技术并取得成功<sup>[2]</sup>。其主要优势在于医

师可根据术前 CT 影像学数据对病灶进行三维立体模拟,清晰、直观地展示出病灶范围。利于计算机设计切除范围同时根据预测的切除范围模拟预估供区制备的骨组织位置及骨量,达到精准切除及个体化修复的目标,不仅提升了手术安全性同时减少了对术区的损伤。利用 3D 打印的模型讨论手术方案并预演手术过程、预弯钛板进行模型外科,可以使术前诊断和术中修复重建更为精准、快捷,大幅缩短手术时间。CAD 联合 3D 打印技术有力地推动了头颈肿瘤术后修复重建的精准化、个体化发展。

血管化的腓骨游离皮瓣及髂骨游离皮瓣等由于具有修复硬组织的优势正广泛地应用于颌骨修复的临床应用中,日益成为颌骨缺损修复重建的坚实支柱。虽然其常因皮岛小、骨高度恢复低不利于二期义齿种植被诟病,但是凭借充足的骨段长度、术中容易制备、节段性供血、可以灵活塑形等优势以及近年来双血管化腓骨瓣的临床应用,腓骨游离皮瓣仍然成为颌骨重建的一线选择<sup>[3-6]</sup>。有研究报道二次游离皮瓣修复的失败率高于初次游离皮瓣<sup>[7-9]</sup>。限制

其成功率的因素包括放疗后的软组织纤维化、与既往手术相关的瘢痕、颈淋巴清扫或放疗导致可供微血管吻合的受体血管不足、复发肿瘤二次切除后造成的更广泛软、硬组织缺损以至修复困难等<sup>[8]</sup>。二次游离皮瓣修复的主要困难往往是由于可供微血管吻合的受体血管不足<sup>[10-11]</sup>,因此针对有潜在复发倾向的头颈肿瘤应考虑其复发后二次修复重建的可能性。在初次手术中应注重受区血管的主动分离及保护,为再次手术及修复提供血管保障。利用 CAD/CAM 技术结合 3D 打印可以提升手术效率及此类复发患者的修复精准度,为二次游离组织瓣挽救性手术提供了技术保障并缩短了此类复杂挽救及一期修复手术的手术时间。

髂骨瓣的主要缺点为制备困难和术中失血量相对较高。不过其充足的骨量、高度及类似下颌骨的自然曲度更有利于下颌骨外形恢复及咬合重建,在累及下颌角的颌骨缺损修复方面明显优于腓骨皮瓣<sup>[12-16]</sup>。利用 CAD/CAM 技术结合 3D 打印技术在术前进行模拟外科精准预测髂骨的切取并最大限度复合缺损的需求,该技术与髂骨皮瓣结合,提升了该骨组织瓣的精准修复效果,同时最大程度减少了不必要的供区损伤。

头颈肿瘤即使接受手术治疗仍然有复发的风险。肿瘤复发后二次切除形成的缺损远大于初次手术且需二次重建,往往伴发硬软组织复合缺损。因此,此类患者充分利用 CAD/CAM 技术结合 3D 打印技术可以为这类挽救性手术的个体精准切除及修复重建提供重要技术保障。同时该技术也利于初次手术骨的精准切取个体化修复肿瘤切除后硬软组织复合式缺损,做到“量体裁衣”,最大程度减少供区的形态及功能影响。

**作者声明:** 本文全部作者对于研究和撰写的论文出现的不端行为承担相应责任;并承诺论文中涉及的原始图片、数据资料等已按照有关规定保存,可接受核查。

**学术不端:** 本文在初审、返修及出版前均通过中国知网(CNKI)科技期刊学术不端文献检测系统的学术不端检测。

**同行评议:** 经同行专家双盲外审,达到刊发要求。

**利益冲突:** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**文章版权:** 本文出版前已与全体作者签署了论文授权书等协议。

## [参考文献]

- [1] 孙荣昊,李超,樊晋川,等. 三维重建与快速成型技术相结合在头颈肿瘤外科的潜在应用价值[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 50(5): 429-431.
- [2] 税春燕,李超,王薇,等. 游离髂骨肌皮瓣联合游离前臂皮瓣修复复杂口腔癌缺损一例[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2019, 54(4): 300-302.
- [3] 潘瑾,张益,毛驰,等. 下颌骨缺损血管化腓骨瓣移植术后骨高度变化规律[J]. 中华口腔医学杂志, 2004, 39(6): 452-454.
- [4] Lin YS, Liu WC, Wang KY, et al. Obliquely-arranged double skin paddles: A novel design to reconstruct extensive head and neck defects with a single fibula or peroneal flap [J]. *Microsurgery*, 2019, 39(2): 108-114.
- [5] Yu Y, Zhang WB, Liu XJ, et al. Double-barrel fibula flap versus vascularized iliac crest flap for mandibular reconstruction [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2020, 78(5): 844-850.
- [6] Yang WF, Choi WS, Zhu WY et al. "One-piece" patient-specific reconstruction plate for double-barrel fibula-based mandibular reconstruction [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2020, 49(8): 1016-1019.
- [7] Bender-Heine A, Sweeny L, Curry JM, et al. Management of the acute loss of a free flap to the head and neck-A multi-institutional review[J]. *Laryngoscope*, 2021, 131(3): 518-524.
- [8] Jung TY, Sung KW, Park SY, et al. Salvage surgery with second free flap reconstruction for recurrent oral squamous cell carcinoma [J]. *Heliyon*, 2020, 6(6): e04014.
- [9] Vamadeva SV, Henry FP, Mace A, et al. Secondary free tissue transfer in head and neck reconstruction [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2019, 72(7): 1129-1134.
- [10] Stewart M, Swendseid B, Hammond P, et al. Anastomotic revision in head and neck free flaps [J]. *Laryngoscope*, 2021, 131(5): 1035-1041.
- [11] Sweeny L, Topf M, Wax MK, et al. Shift in the timing of microvascular free tissue transfer failures in head and neck reconstruction [J]. *Laryngoscope*, 2020, 130(2): 347-353.
- [12] Garajei A, Kheradmand AA, Miri SR, et al. A retrospective study on mandibular reconstruction using iliac crest free flap [J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2021, 66: 102354.
- [13] Zheng L, Lv X, Shi Y, et al. Intraoral anastomosis of a vascularized iliac-crest flap in maxillofacial reconstruction [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2019, 72(5): 744-750.
- [14] Zhang M, Rao P, Xia D, et al. Functional reconstruction of mandibular segment defects with individual preformed reconstruction plate and computed tomographic angiography-aided iliac crest flap [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 77(6): 1293-1304.
- [15] Xu H, Gao C, Tao Y, et al. Reconstruction of anterior mandible and mouth floor using the myofascial iliac crest free flap after tumor resection [J]. *Ann Plast Surg*, 2019, 82(4): 411-414.
- [16] Li Y, Shao Z, Zhu Y, et al. Virtual surgical planning for successful second-stage mandibular defect reconstruction using vascularized iliac crest bone flap: A valid and reliable method [J]. *Ann Plast Surg*, 2020, 84(2): 183-187.