

• 头颈肿瘤与智慧外科专题 • 临床经验与技术交流 •

## 增强现实技术在口腔颌面部肿瘤患者软组织缺损修复中应用的可行性分析\*

陈俊天, 曾维, 汤炜<sup>△</sup>

610041 成都, 四川大学华西口腔医院 创伤与整形外科(陈俊天、曾维、汤炜); 610041 成都, 四川大学 口腔疾病研究国家重点实验室/国家口腔疾病临床研究中心(陈俊天、曾维、汤炜)

**[摘要]** **目的:** 提出一种基于增强现实引导的口腔颌面部软组织缺损修复手术规划方案, 并初步评估其可行性和临床疗效。**方法:** 两位医师对同一患者使用不同方法设计皮瓣, 年轻医师进行术前数字化设计并应用增强现实引导技术标记供区皮瓣, 有经验的高年资医师采用传统手术方式测量和设计皮瓣, 5 名患者采用增强现实技术设计的皮瓣实施手术, 4 名患者采用传统方式设计的皮瓣实施手术。对比两种方法设计的皮瓣的差异, 分析增强现实技术在颌面部软组织缺损修复中应用的可行性。**结果:** 6 名患者使用两种方式设计的皮瓣形状相近, 患者满意度都较高, 3 名患者使用两种方式设计的皮瓣形状不同, 应用增强现实技术的患者满意度较高。术前模拟修复模型与术后面部扫描模型配准的平均距离为 0.21 mm 至 3.13 mm。**结论:** 增强现实技术应用于颌面部软组织修复降低了手术难度, 提高了手术精确性, 取得了较为满意的临床效果, 有良好的可行性, 未来还需通过对软组织形变等方面的研究进一步提高手术的精确性。

**[关键词]** 增强现实; 软组织缺损; 可行性

**[中图分类号]** R622; G739.8 **[文献标志码]** A **doi:**10.3969/j.issn.1674-0904.2021.12.008

**引文格式:** Chen JT, Zeng W, Tang W. Feasibility of augmented reality technology applied in cancer patients with oral and maxillofacial soft tissue defects[J]. J Cancer Control Treat, 2021, 34(12): 1136-1142. [陈俊天, 曾维, 汤炜. 增强现实技术在口腔颌面部肿瘤患者软组织缺损修复中应用的可行性分析[J]. 肿瘤预防与治疗, 2021, 34(12): 1136-1142.]

### Feasibility of Augmented Reality Technology Applied in Cancer Patients with Oral and Maxillofacial Soft Tissue Defects

Chen Juntian, Zeng Wei, Tang Wei

Department of Trauma and Plastic Surgery, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China (Chen Juntian, Zeng Wei, Tang Wei); State Key Laboratory of Oral Diseases & National Clinical Research Center for Oral Disease, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China (Chen Juntian, Zeng Wei, Tang Wei)

**Corresponding author:** Tang Wei, E-mail: mydrtw@vip.sina.com

This study was supported by grants from Chengdu Science and Technology Bureau (No. 2019-YF05-01244-SN).

**[Abstract]** **Objective:** To propose an augmented reality (AR) guided surgical plan for oral and maxillofacial soft tissue defect repair, and evaluate its feasibility and clinical efficacy. **Methods:** Two physicians used different methods to design the flaps for the same patient. A young physician performed preoperative digital design, and applied AR, a guidance tech-

[收稿日期] 2021-09-28 [修回日期] 2021-11-19

[基金项目] \*四川省科技厅区域创新合作项目——对口科技援助(编号:2020YFQ0012)

[通讯作者] <sup>△</sup>汤炜, E-mail: mydrtw@vip.sina.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:  
模拟动画及手术演示



nology, for labeling donor site flaps; another experienced senior physician measured and designed flaps using traditional surgical methods. 5 patients were operated with flaps designed by AR, and 4 patients were operated with flaps designed by traditional surgical methods. The feasibility of AR in maxillofacial soft tissue defect repair was analyzed by comparing the differences between the two methods. **Results:** In 6 cases, the AR-assisted flap resembled the traditional one in shape, with high patient satisfaction; in 3 cases, the shapes of the flap designed by two methods differed, and patients with AR-assisted surgery expressed higher satisfaction. The mean registration distance between the preoperative simulated repair model and the postoperative scan model ranged from 0.21 mm to 3.13 mm. **Conclusion:** The application of AR in maxillofacial soft tissue repair makes the surgery less difficult and more accurate, and has achieved satisfactory clinical results and feasibility. In the future, the accuracy of surgery should be further improved through studies on soft tissue deformation and other aspects.

[**Key words**] Augmented reality; Soft tissue defect; Feasibility

口腔颌面部肿瘤切除常伴随软硬组织缺损,影响患者容貌,进而损害患者身心健康。软组织和骨组织移植是颌面部缺损修复中最常用的技术<sup>[1-4]</sup>。在血管化骨移植手术中,数字化技术已得到广泛应用,数字化虚拟修复设计、3D 打印数字化导板辅助骨塑形等,有效提高了手术的精确性,促进了数字化技术在颌面外科的应用<sup>[5-7]</sup>。目前软组织移植手术主要依靠术中测量及术者经验,难以精确设计皮瓣形状及大小。如何合理运用数字化技术将术前手术规划有效展现于术中,指导皮瓣精确制备,是颌面部软组织缺损修复的重点和难点。

增强现实(augmented reality, AR)技术是一种将虚拟模型叠加于真实场景的技术<sup>[8-11]</sup>,近年来在颌面外科手术领域,如头颈部肿瘤、创伤、正颌外科等逐步得到应用<sup>[12-13]</sup>,提高了手术的精确性。课题组前期搭建了基于云平台的 AR 图像引导系统,并进行了初步应用,在颌面创伤、鼻畸形、异物取出<sup>[14]</sup>等手术治疗中将术前规划设计模型实时显示在术中真实场景中,取得了较好的效果。基于此,本研究提出

将 AR 技术应用于肿瘤引起的颌面部软组织缺损修复手术,在术中进行实时动态引导,辅助术中皮瓣的精确制取,并且评估该技术的可行性。

## 1 材料与方 法

### 1.1 病例纳入及分组

2019 年 1 月至 2021 年 1 月,从就诊于四川大学华西口腔医院的患者中收集 9 例肿瘤患者。纳入标准:颌面部软组织缺损,需行皮瓣转移修复手术者。排除标准:1)皮瓣移植失败者;2)术后失访者。本研究得到了四川大学华西口腔医院伦理委员会的同意,所有患者理解并自愿参加研究,签署了知情同意书。两位医师分别对同一病人进行术前手术设计,年轻医师利用数字化手术设计和 AR 图像引导技术设计皮瓣,高年资医师利用传统测量方法手工设计皮瓣。5 例患者按照 AR 技术设计的皮瓣实施手术,4 例患者按照传统方法设计皮瓣实施手术,患者详细信息见表 1。

表 1 患者资料

Table 1. Information of Patients

No.	Sex	Age ( a )	Disease	Sites of defects	Application of augmented reality
1	Male	49	Periorbital tumor	Left supraorbital skin	Yes
2	Male	32	Periorbital tumor	Right suborbital skin	Yes
3	Female	21	Nasal tumor	The left wing of nose	Yes
4	Male	28	Periorbital tumor	Left suborbital skin	Yes
5	Female	31	Nasal tumor	Nasal dorsum	Yes
6	Male	43	Periorbital tumor	Left supraorbital skin	No
7	Male	44	Nasal tumor	The left wing of nose, the apex of nose	No
8	Male	25	Periorbital tumor	Right suborbital skin	No
9	Female	28	Periorbital tumor	Right supraorbital skin	No

### 1.2 设备及软件

螺旋 CT( Philips MX16 EVO CT, Holland, 电压

120 kV, 电流 7 700 mA, 扫描矩阵 512 × 512, 层厚 0.50 mm); 实验用计算机( Pentium4 3.06 GHz 双核

CPU,6G DDR2 内存,256M RADEON 显卡,1T 硬盘,Win7-SP1 操作系统);光固化 3D 打印机(苏州中瑞智创三维科技股份有限公司,中国,型号 SLA300,精度 0.01 mm);单目摄像机(CMOS,30hz,1080P,自动对焦,HD);Blender 2.90(Blender Foundation, Holland);云平台(<https://116.63.185.120/huaxicloud/>)。

### 1.3 数据采集

1.3.1 模型构建 对纳入的患者进行螺旋 CT 扫描,以获取颌面部数据,将数据保存为医学数字成像和通信(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM)格式,导入 Blender 2.90 中重建 3D 颌面部软组织 CT 模型(图 1)。



图 1 使用 Blender 2.90 重建颌面部软组织 CT 模型  
Figure 1. CT Model of Maxillofacial Soft Tissue Reconstruction in Blender 2.90

1.3.2 确定皮瓣部位 对所有患者进行面部动静脉彩超检查,标记出供血区动脉位置,以此确定皮瓣蒂部位置。

1.3.3 构建 AR 模型 使用移动端云平台面部扫描功能,拍摄患者术前各角度照片,拍摄时患者保持坐位,嘱患者保持不动,面部肌肉放松。将照片导入 Blender 2.90 中重建 3D 颌面部扫描模型(图 2)。

### 1.4 AR 技术辅助颌面部软组织缺损修复流程

1.4.1 软组织缺损重建 将颌面部软组织 CT 模型与面部扫描模型进行配准融合,在融合后的模型上标记出组织缺损范围(皮瓣受区范围,图 3),根据缺损范围建立缺损修复模型。然后根据彩超标记的动脉走行标记出皮瓣蒂部的位置,依据蒂部的位置将缺损范围转移至正常皮肤,标记皮瓣供区,按照标记建立皮瓣转移模型并在模型上标记皮瓣关键信息。最后,根据皮瓣转移的方向和距离设计皮瓣转移路径,制作动画示意皮瓣转移过程,以此在术中进

行主动引导,辅助皮瓣设计(图 4)。

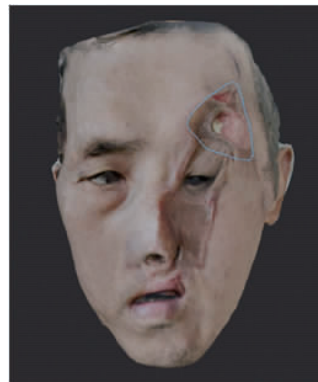


图 2 在术前 3D 面部扫描模型上标记缺损范围  
Figure 2. The Defect Area Marked on the 3D Facial Scan Model before Surgery

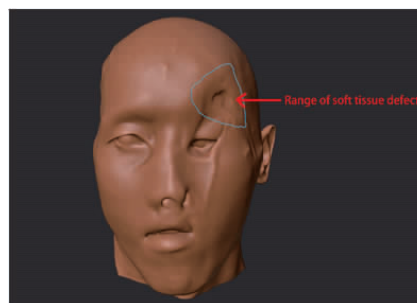


图 3 根据面部扫描模型在 CT 模型上标记的软组织缺损范围  
Figure 3. Range of the Soft Tissue Defect Marked on CT Model in accordance with Facial Scan Model

1.4.2 AR 图像引导系统规划设计 首先,将缺损修复模型、皮瓣转移模型、转移动画在 Blender 中设计完成后,分别上传至云平台 AR 系统。然后在 Blender 中设计出可供 AR 系统识别的计算机视觉人工标记物(Marker)并上传至云平台。根据患者面部稳固的解剖部位(耳廓、鼻背、额角等)设计固位导板,并将 STL 数据导入光固化打印机中进行 3D 打印,利用固位导板将 Marker 放置于患者颌面部术前设计位置,系统通过对 Marker 识别跟踪实时显示 AR 模型。固位导板及 Marker 打印后行低温等离子消毒。

1.4.3 术中应用 常规插管麻醉后,首先,高年资医师根据受区缺损范围及彩超标记的血管位置手动测量,设计供血皮瓣。然后打开电脑,通过 Chrome 浏览器进入 AR 系统。将灭菌后的人工标记物固定在患者颌面部,用三脚架固定单目摄像机,识别标记后显示患者缺损修复及皮瓣转移的 AR 模型,将重

建的患者三维图像信息与摄像机实时捕获的患者面部信息融合并显示在计算机屏幕上,年轻医师根据 AR 模型再次标记皮瓣供区。对两次标记的皮瓣进行主观比较和评价,依据标记形状的近似程度将结果分

为“相似”和“不同”。5 名患者按照 AR 技术设计的皮瓣实施手术(图 5、6),4 名患者按照传统方法设计的皮瓣实施手术,手术均由同一位医师完成。

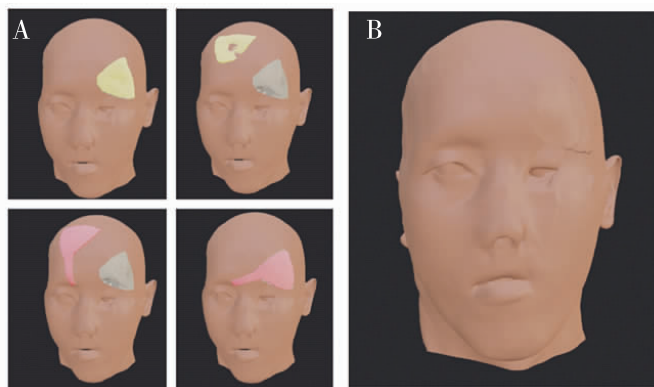


图 4 模拟修复动画及模型

Figure 4. Animation and Models of the Simulated Repair

A. The flap transfer model (as indicated by the red color) with animation was established by transferring the defect area (as indicated by the yellow color) to the normal skin, as well as marking the donor area and the pedicle position; B. The simulated repair model was then generated.

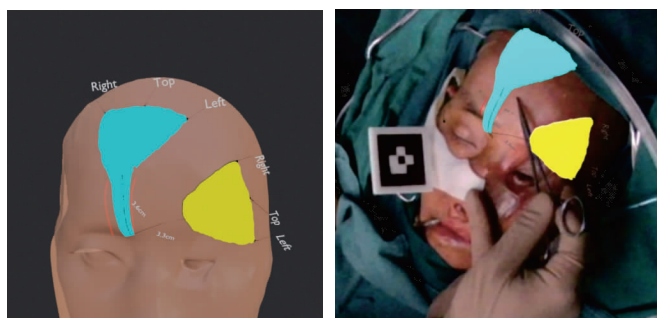


图 5 术中应用

Figure 5. Intraoperative Application

The augmented reality system enabled the real-time tracking of the defect area model (as indicated by the yellow color) and the flap transfer model (as indicated by the blue color) during the operation, located and marked the flap and blood vessels, and actively guided the surgeon to accurately mark the shape, pedicle position and length of flap.



图 6 术中皮瓣移植

Figure 6. Flap Transplantation

### 1.5 术后评估

术后 3 个月对患者随访,进行术后面部扫描,获得面扫模型,导入 Geomagnetic Studio 13.0 中,与术前模拟修复模型重叠配准,计算两个模型皮瓣受区的差异(图 7)。然后,调查患者对修复效果的满意度评分,1~5 分依次为“不满意”“一般”“较满意”“满意”“十分满意”。根据术中 AR 技术和传统手术方式在术前准备、手术设计、术中应用全过程的比较,分析应用 AR 技术与传统手术方式的优缺点,评估 AR 技术在口腔颌面部软组织缺损修复中应用的

可行性。

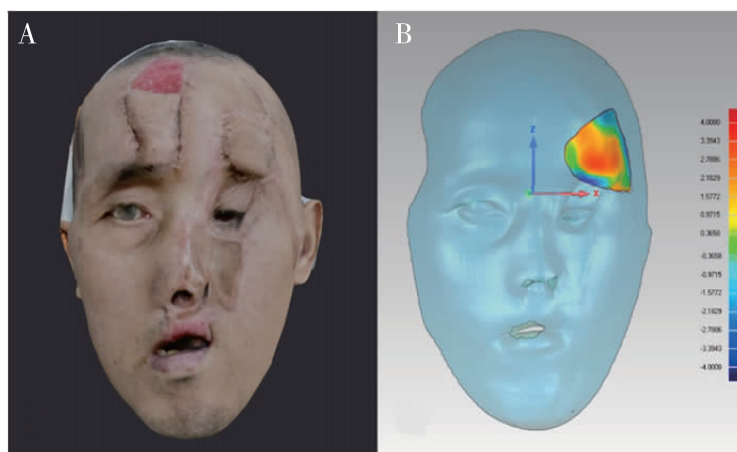


图 7 术后评价

Figure 7. Postoperative Evaluation

A. Postoperative facial scan model of a patient; B. A chromatographic display of the model registration of the receiving area.

## 2 结果

本研究共纳入 9 名患者,年龄范围为 21 岁到 49 岁(表 1)。术后面扫模型与术前模拟修复模型在皮瓣区域的平均距离为 0.21 mm 至 3.13 mm,标准偏差在 1.58 mm 至 1.85 mm 之间(表 2),两组修复效果与术前预期均无明显差异。6 名患者两种方式设计的皮瓣形状基本一致,患者术后满意度都较高;3 名患者皮瓣形状差异较大,应用 AR 技术的患

者术后满意度较高(表 3)。AR 引导手术相较于传统手术方式,需要计算机辅助设计相关的技术,术前设计时间较长,术前设计难度也较高,但在术中有效展示了术前的规划设计,降低了对医师手术经验的要求,辅助设计的皮瓣面积较精确,皮瓣形状与缺损区域更加贴合、皮瓣蒂部的长度更合适,通过精确的术前规划和术中主动引导保证了手术精确性,在口腔颌面部软组织修复手术中有较好的可行性(表 4)。

表 2 术后面扫模型与术前模拟修复模型配准偏差分析

Table 2. Registration Deviation between the Postoperative Scan Model and the Preoperative Simulated Repair Model

No.	Mean registration distance (mm)	Standard deviation (mm)
1	0.36	1.70
2	1.24	1.58
3	3.13	1.70
4	0.42	1.64
5	1.96	1.85
6	0.85	1.65
7	2.84	1.69
8	0.21	1.73
9	0.86	1.74

表 3 两种方式设计的皮瓣相似度比较及术后患者满意度评分

Table 3. Similarity in the Flap Designed by Two Methods and Postoperative Feedback from Patients

Variable	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9
Similarity in flap	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Satisfaction score	5	4	4	4	5	5	2	4	4

表 4 AR 辅助口腔颌面部软组织修复的可行性分析

Table 4. Feasibility of AR-Assisted Oral and Maxillofacial Soft Tissue Repair

Surgery feature	AR-guided surgery	Traditional surgery
Preoperative design time	Long	Short
Difficulty of preoperative design	Difficult	Simple
Whether computer-aided design is required	Yes	No
The operation time	Long	Short
The flap area	Accurate	Uncertain
Accuracy of flap shape	Acceptable	Uncertain

AR: Augmented reality.

### 3 讨论

#### 3.1 口腔颌面部软组织移植的难点

对于肿瘤导致的颌面部软组织缺损,皮瓣转移修复是目前的常用方法。在软组织移植修复过程中要考虑受区缺损面积、供区取皮瓣面积、血管走行等多种因素,在手术前需制定详细的手术计划。但如何在手术中有效执行术前设计,精确辅助皮瓣转移仍是手术的难点。传统手术方式在设计皮瓣时主要依赖医师的手术经验,可能由于测量误差、皮瓣形状不规则等原因难以精确制取皮瓣,为避免移植后皮瓣面积不足,需制取较大皮瓣,受区缺损范围较大,且供区皮瓣可能较厚,影响术后美学效果<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 AR 技术的优势

AR 技术可以将计算机生成的虚拟场景叠加在现有的现实场景之上,在颌面部软组织缺损修复手术中,将术前设计模型直接叠加在真实术野上,实时展示皮瓣供区及受区范围、血管位置等信息,并可通过术中动画展示实现手术设计动态可视化,为医师提供更多信息。皮瓣移植修复操作多位于皮肤表面,不存在物体与模型相互遮挡,因此 AR 模型显示精确性较高。对于需要塑形的皮瓣,例如鼻部较大缺损的修复,可以通过术前对模型降维,创建二维修复模型并转移至额部,精确制备匹配缺损区域形状的皮肤瓣,在制取皮瓣面积合适的同时也能取得较好的美学效果<sup>[16]</sup>。

对比分析应用 AR 技术与传统方式设计的皮瓣可知,对于形状较规则、曲度较小的皮瓣,两种方式设计出的皮瓣较为一致,均取得了较为满意的手术效果。但对于形状不规则、曲度较大的皮瓣,两种方式设计出的皮瓣存在较大差异,应用 AR 技术设计的皮瓣形状更加精确,手术效果更好。AR 技术的应用需要完善的术前数字化设计,可能增加术前准

备的时间,但通过术前设计规划、术中实时展示引导,有效降低了医师经验的手术效果的影响,年轻医师也能够通过术前数字化测量精确设计皮瓣<sup>[17-18]</sup>。课题组开发的云平台 AR 图像引导系统不仅能显示皮瓣模型,还提供了皮瓣关键点位置的信息,同时设计动画展示皮瓣的转移路径,主动引导术者进行皮瓣设计,简化了皮瓣的设计过程,提高了手术精确性,在口腔颌面部软组织缺损修复手术中应用具有良好的可行性。

#### 3.3 未来研究方向

AR 技术在颌面外科皮瓣移植手术中应用取得了良好的效果,有效帮助术者执行术前规划。本研究仍存在一定的局限性,样本数据少(仅 9 人),AR 技术改善手术结果和手术条件的潜力和在实际应用中的精确性,还需要在涉及更多患者的对比实验中得到证实。其次,尽管课题组开发的 AR 系统显示了皮瓣形状及血管位置等关键信息,并通过主动引导保证皮瓣转移的方向和位置的准确性,降低了手术难度,保证了手术效果,但由于软组织具有较大的弹性,系统无法模拟皮瓣发生的收缩、变形,实现软组织缺损的精确修复仍是一个较大的挑战。未来可通过对软组织形变的研究,将软组织形变的模拟引入 AR 系统,提高系统对颌面部软组织缺损修复手术引导的精确性。此外,目前采用的视频式 AR 显示方式,模型仅在屏幕上叠加,不能直接展示在术区。未来研究可考虑通过术中投影,增加手术交互设计等方式,更直观地展现术前设计,提高 AR 显示技术的沉浸感,辅助口腔颌面部软组织缺损精确修复<sup>[19-20]</sup>。

综上所述,本课题组在前期研究基础上,利用 AR 技术辅助设计皮瓣,为精确修复颌面部软组织缺损提供了新的思路,降低了医师经验对手术效果的影响,取得了较为满意的临床效果,在口腔颌面部

软组织缺损修复中具有一定的可行性。未来还需结合软组织形变的研究和交互技术的改进,进一步提高软组织修复的精确性,促进 AR 技术在口腔颌面部软组织缺损修复的应用。

**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] Badilla J, González-Arias S. Scalping forehead transposition flap for total eyelid reconstruction with periocular involvement associated with a conjunctival cyst formation[J]. *Orbit*, 2013, 33(3): 206-209.
- [2] 张兴安, 吴蜀江, 卢海彬, 等. 额瓣修复口腔颌面部缺损的临床观察[J]. *中国美容医学杂志*, 2012, 21(12): 2-3.
- [3] 邓铁红, 王科, 蔡永聪, 等. 股前外侧穿支皮瓣在头颈肿瘤外科应用中的研究进展[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2016, 29(2): 97-101.
- [4] 雷晓旭, 王春, 刘芳芳, 等. 不同皮瓣修复口腔癌手术缺损的疗效及美容度的影响[J]. *临床口腔医学杂志*, 2021, 37(8): 476-480.
- [5] Blanc J, Fuchsmann C, V Nistiriuc-Muntean V, et al. Evaluation of virtual surgical planning systems and customized devices in fibula free flap mandibular reconstruction[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2019, 276(12): 3477-3486.
- [6] Zhang WB, Wang Y, Liu XJ, et al. Reconstruction of maxillary defects with free fibula flap assisted by computer techniques [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2015, 43(5): 630-636.
- [7] Ritschl Lucas M, Kilbertus P, Grill Florian D, et al. In-house, open-source 3D-software-based, CAD/CAM-planned mandibular reconstructions in 20 consecutive free fibula flap cases: An explorative cross-sectional study with three-dimensional performance analysis [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 731336.
- [8] 盛健峰, 唐平, 胡俊, 等. 计算机设计及辅助制作结合 3D 打印技术在颌骨肿瘤切除后骨缺损修复的应用[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2019, 32(7): 618-623.
- [9] 王栋, 张凯, 徐涛, 等. 数字化三维重建技术辅助腹壁浅动脉皮瓣修复口腔颌面部缺损的应用研究[J]. *中华口腔医学杂志*, 2021, 56(3): 263-267.
- [10] 章文博, 于尧, 王洋, 等. 数字化外科技术在上颌骨缺损重建中的应用[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2017, 49(1): 1-5.
- [11] 孟凡皓. 血管化腭骨瓣行下颌骨缺损精确重建方法的研究[D]. 北京:北京协和医学院, 2018.
- [12] Riva G. Applications of virtual environments in medicine [J]. *Methods Inf Med*, 2003, 42(5): 524-534.
- [13] Bosc R, Fitoussi A, Hersant B, et al. Intraoperative augmented reality with heads-up displays in maxillofacial surgery: A systematic review of the literature and a classification of relevant technologies[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 48(1): 132-139.
- [14] Qu M, Hou Y, Xu Y, et al. Precise positioning of an intraoral distractor using augmented reality in patients with hemifacial microsomia [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2015, 43(1): 106-112.
- [15] Profeta A, Schilling C, McGurk M. Augmented reality visualization in head and neck surgery: An overview of recent findings in sentinel node biopsy and future perspectives. [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 54: 694-696.
- [16] Ahn J, Choi H, Hong J, et al. Tracking accuracy of a stereo camera-based augmented reality navigation system for orthognathic surgery [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 77(5): 1070. e1-1070. e11.
- [17] Zeng W, Chen G, Ju R, et al. The combined application of database and three-dimensional image registration technology in the restoration of total nose defect [J]. *J Craniofac Surg*, 2018, 29(5): 484-487.
- [18] Chen G, Zeng W, Yin H, et al. The preliminary application of augmented reality in unilateral orbitozygomatic maxillary complex fractures treatment [J]. *J Craniofac Surg*, 2020, 31(2): 542-548.
- [19] Huang C, Zeng W, Chen J, et al. The combined application of augmented reality and guide template technology in the treatment of nasal deformities [J]. *J Craniofac Surg*, 2021, 32(7): 2431-2434.
- [20] Yao J, Zeng W, Zhou S, et al. Augmented reality technology could be an alternative method to treat craniomaxillofacial foreign bodies: A comparative study between augmented reality technology and navigation technology [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2020, 78(4): 578-587.