

骨髓增生异常综合征继发上颌骨坏死患者 术后全数字化即刻赈复体制作

张晗之¹ 丁梦婷¹ 余文珺¹ 焦婷^{1,2}

¹上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔修复科,上海交通大学口腔医学院,国家口腔医学中心,国家口腔疾病临床医学研究中心,上海市口腔医学重点实验室,上海市口腔医学研究所,上海 200011; ²上海市奉贤区奉城医院,上海 201418

通信作者:焦婷,Email:jiao_ting@126.com

【摘要】 基于多源数据融合与3D打印技术,完成骨髓增生异常综合征(MDS)继发上颌骨坏死患者的术后即刻赈复体制作。在上颌骨切除术前多学科规划手术方案,通过数字化设计并数控制作上颌即刻赈复体,使之能在术后即刻佩戴,恢复其口腔功能及面容美观。患者术后即刻佩戴口鼻瘘得到封闭,能够进行正常发音,容貌改善明显。本文中的全数字化技术可有效应用于上颌即刻赈复治疗,操作效率高,修复效果良好。

【关键词】 骨髓增生异常综合征; 颌骨缺损; 即刻赈复体; 数字化技术

基金项目:上海市卫生和计划生育委员会科研课题(201840022);上海市奉贤区科委社会类科技发展基金(奉科20221210)

引用著录格式:张晗之,丁梦婷,余文珺,等. 骨髓增生异常综合征继发上颌骨坏死患者术后全数字化即刻赈复体制作[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2023, 17(4):253-259.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.04.004

Digital fabrication of an immediate obturator prosthesis to reconstruct a maxillectomy defect secondary to the chemotherapy/immunosuppression of myelodysplastic syndromes

Zhang Hanzhi¹, Ding Mengting¹, She Wenjun¹, Jiao Ting^{1,2}

¹Department of Prosthodontics, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University; National Cancer for Stomatology; National Clinical Research Center for Oral Diseases; Shanghai Key Laboratory of Stomatology; Shanghai Research Institute of Stomatology, Shanghai 200011, China; ²Fengcheng Hospital of Fengxian District, Shanghai 201418, China

Corresponding author: Jiao Ting, Email: jiao_ting@126.com

【Abstract】 An immediate maxillary obturator prosthesis was designed and fabricated by digital technologies for a patient with maxillary osteonecrosis secondary to the myelodysplastic syndrome before maxillectomy in order to reconstruct the oral function and facial appearance after the surgery. The patient's oral function and appearance were improved significantly by the prosthesis. The digital technologies to design and fabricate the prosthesis used in this case could be effectively applied to the immediate reconstruction of maxillary defects with high efficiency and satisfactory outcome.

【Key words】 Myelodysplastic syndromes; Maxillary defect; Immediate obturator prosthesis; Digital technology

Fund programs: Scientific Research Project Supported by Shanghai Multiple Commission of Health and Family Planning (201840022); Science and Technology Development Fund Project in Fengxian District in Shanghai (2001210)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.04.004

接受上颌骨切除的患者,术后发生的颌面部缺损严重损害咀嚼、发音等口腔功能及外貌美观。赈复治疗广泛应用于此类患者。完整的赈复治疗分为3步:(1)手术即刻赈复体;(2)术后临时赈复体;(3)最终赈复体。其中,即刻赈复体是整个治疗流程的第一步,也是不可忽视的一步。手术后创面愈合早期阶段常会伴随软组织收缩,造成唇部及面颊向内收缩及塌陷^[1],若不及时干预,将不利于患者口腔功能的恢复及日后最终赈复体的治疗效果。手术后戴用即刻赈复体可以减少瘢痕挛缩、软组织塌陷,尽早改善患者的口腔功能。

传统方法制作即刻赈复体操作复杂、耗时长,对颌面修复专科医生和技师有较高的操作技能要求。随着数字化技术在口腔修复领域的不断发展,利用数字化取代传统方法,设计与制作数字化上颌即刻赈复体成为可能。本文利用全数字化技术,完成了1例上颌骨切除患者即刻数字化上颌赈复体的设计与制作,并得到了满意的修复效果。

病例与方法

一、简要病史与治疗计划

1. 病史:患者,男,31岁,职业为教师。因“上腭渐

进性溃烂伴上颌多数牙齿脱落1年余”于上海交通大学医学院附属第九人民医院就诊。该患者2009年被诊断为骨髓增生异常综合征(myelodysplastic syndrome, MDS),自此长期行小剂量免疫抑制治疗。2020年,接受造血干细胞移植,继续长期服用免疫抑制药物,其间多次出现多部位皮肤感染并接受多种药物抗感染治疗。2020年8月起出现鼻中隔穿孔、口内上腭黏膜溃烂坏死。2021年3月出现腭部穿孔,上颌牙齿逐渐脱落。此后症状逐渐趋于稳定(图1)。

2. 初诊临床检查:患者初次就诊时全身可见散在点状粉色皮损,双侧手足掌面皮肤泛红蜕皮,皮温偏高,有压痛。右大腿外侧15 cm×10 cm色素沉着,皮肤质硬、干燥,有皮下硬结。颌面部稍不对称,左侧鼻基底组织坏死、缺损,上唇组织弹性差,张口轻中度受限;口内上颌骨大部分坏死(17-25),坏死边界清楚,死骨有轻微松动度;15-25缺失,16-18、26松动Ⅱ~Ⅲ度,27松动Ⅰ度;硬腭死骨暴露,硬软腭交界处组织分离(图2)。

3. 诊断:(1)临床诊断:骨髓增生异常综合征;异体造血干细胞移植后;免疫抑制状态。(2)口腔诊断:口腔鼻腔瘘;上颌牙列缺损;牙体缺损;鼻底

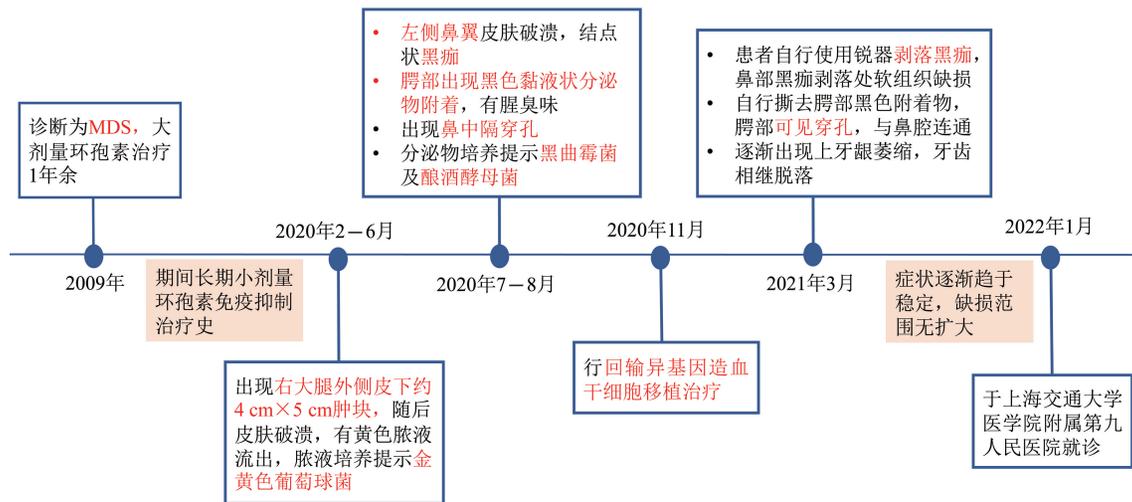


图1 骨髓增生异常综合征(MDS)免疫治疗后继发上颌骨坏死患者疾病及症状演变流程图



图2 骨髓增生异常综合征(MDS)免疫治疗后继发上颌骨坏死患者初诊时口内照片 A:口内正面观;B:口内右侧面观;C:口内左侧面观;D:上颌口内照。

软组织缺损;上颌骨感染性骨坏死。

4. 治疗方案:口腔颌面外科、口腔修复科、感染科和血液科等多学科讨论后决定行上颌死骨摘除术、术后数字化上颌即刻临时赈复体修复。具体内容包 括:(1)术前口腔修复科进行口内数据及计算机体层摄影术(CT)数据采集,与颌面外科等多学科讨论,明确手术切除范围后,通过多源数据建模,数字化设计结合3D打印,一次性完成上颌即刻赈复体的制作;(2)术中口腔颌面外科根据设计方案行上颌死骨摘除术,同期进行松动牙拔除;(3)术后拆包后立即佩戴数字化上颌即刻赈复体,完成即刻赈复治疗;(4)定期随访,根据黏膜恢复情况修改加衬将即刻赈复体调整为临时赈复体;(5)等待创面愈合完成及机体状态稳定后,后期再考虑最终赈复修复。

二、数字化设计并数控加工制作中空式上颌即刻赈复体的过程与方法

1. 术前数据采集、数字化建模:术前进行颌面部螺旋CT扫描,利用Mimics软件(Materialise Software,比利时)进行上下颌骨3D数据重建。术前根据患者临床病变范围和CT影像检查,与外科医生确定手术范围,并在上下颌骨3D数据上进行范围标记,作为上颌即刻赈复体的设计范围指导(图3)。术前进行患者口内上下颌牙列及腭部、咬合光学扫描,获得具有准确咬合关系的上下颌口内扫描数据。将颌骨数据及口内扫描数据导入Geomagic Wrap软件(Geomagic Software,美国)进行数据处理。

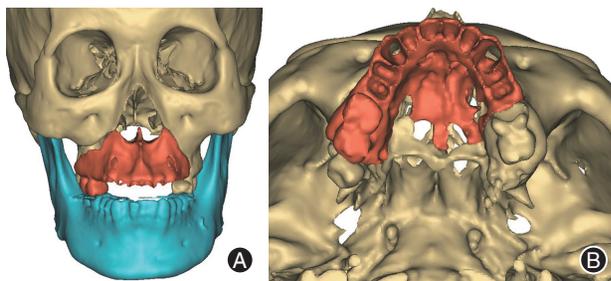


图3 颌骨3D数据重建并划定手术范围 A:CT重建手术切除示意图正面观;B:CT重建手术切除示意图侧面观。

通过将口内扫描和CT数据对齐、融合进行上颌骨与牙列的数字化建模。将下颌口内扫描数据及咬合数据导入,进行咬合数据校准,获得具有准确牙咬合关系的上下颌数字化模型数据。根据事先确定的手术切除范围在上颌模型上进行划定。对上颌模型数据(STL文件)进行牙齿剪切以模拟拔

除,根据患者口内预留牙临床松动度及修复计划,仅保留左上第二磨牙。将口内扫描获得的上颌数据的死骨部分进行平滑处理。根据手术后软组织变化特点,将手术区牙槽嵴从唇颊侧面内收1个牙尖的宽度(约3~4 mm,图4A~4B),并向上形成垂直高度达到前鼻棘。将处理后的上颌数据作为术前上颌数字化模型数据。

在软件中根据标记手术切除范围进一步对上颌模型数据进行裁切,以模拟实际手术切除后上颌形态,将裁切后的数据作为模拟术后上颌数字化模型数据(图4C~4D)。

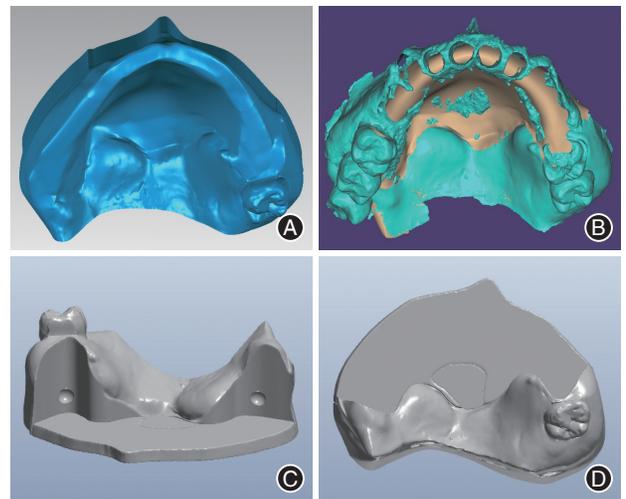


图4 利用Geomagic软件进行上颌模型数据重建和处理 A:内收的上颌模型;B:内收后的牙槽嵴与术前口内牙槽嵴;C:模拟术后上颌数字化模型前面观;D:模拟术后上颌数字化模型侧面观。

2. 数字化上颌即刻赈复体设计:在3Shape Dental System软件上进行左上第二磨牙的数字化卡环、小连接体与网状结构的设计。

按照术前上颌数字化模型的原有腭部形态、牙槽嵴高度和内收后的颊侧牙槽骨形态,在模拟术后上颌模型上进行赈复体设计。在Exo Cad软件上,根据下颌数字化模型、后牙术前实际咬合关系,按照内收后的牙弓弧度,在内收后的牙槽嵴顶上进行17-26数字化排牙(图5)。

排牙后进一步参考术前上颌数字化模型的颌骨形态,在模拟术后模型上设计赈复体(图6)。将27近缺损侧的赈复体边界与27之间预留约3 mm空隙。

最后设计赈复体与模拟术后上颌模型准确就位定位装置、上下颌咬合准确辅助装置、赈复体与卡环连接区域结构,设计赈复体中空,厚度3 mm。

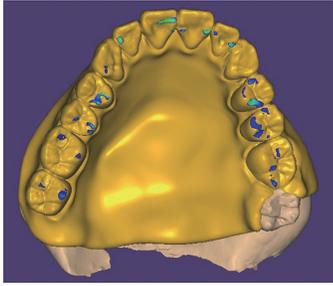


图5 利用3Shape Dental System软件进行上颌17-26数字化排牙



图6 在模拟术后模型上根据术前颌骨形态设计腭复体

3. 数控加工制作数字化上颌腭复体各部件并精确连接:通过3D打印设备打印树脂上颌模拟术后模型、下颌模型、树脂腭复体部分、钴铬卡环与网状结构,在上颌模型上完成腭复体部分与卡环的准确就位并进行精确连接,抛光得到最终的数字化即刻上颌骨腭复体(图7)。

三、手术及即刻腭复体初戴

患者全身麻醉下行双侧上颌骨死骨摘除术,完全去除死骨并拔除上颌松动牙,上颌骨放置碘仿包压迫。

手术完成后10 d拆包,当天初戴该数字化上颌即刻腭复体。少量修改后腭复体就位,患者发音、外貌得到明显改善。但由于患者上颌骨切除缺损范围大,仅有1颗基牙,张口时腭复体固位稳定情况欠佳。使用自凝塑料在腭复体右侧颊侧初步加衬以加强固位。

四、复诊随访

2周后复诊,患者佩戴情况良好,进一步使用人工牙龈材料作为软衬进行加衬(图8)获得鼻部、腭

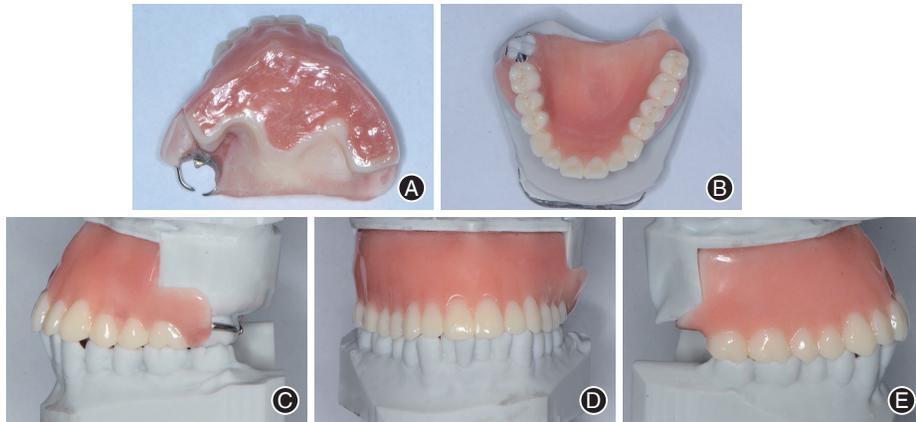


图7 使用数控加工制作完成的数字化即刻上颌腭复体 A:组织面观;B:殆面观;C:左侧面观;D:正面观;E:右侧面观。

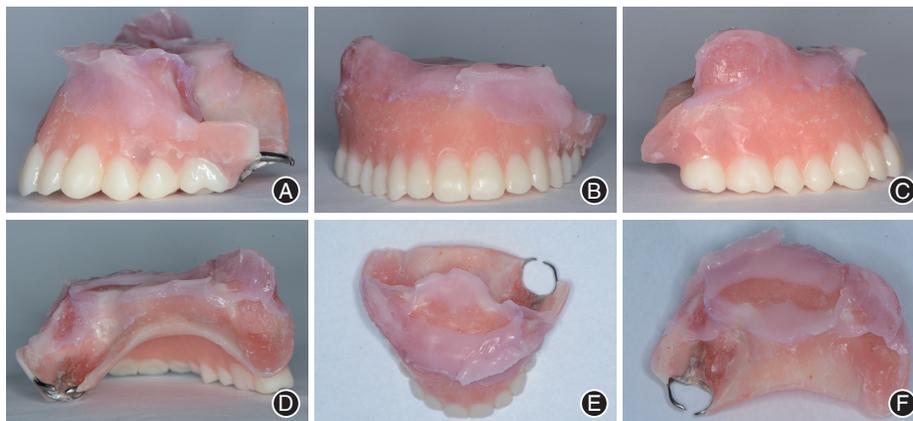


图8 即刻腭复体佩戴2周后软衬加衬,作为临时腭复体 A:左侧面观;B:正面观;C:右侧面观;D:后面观;E:组织面观(上方);F:组织面观(后方)。

部倒凹,增加膺复体固位。于1、3个月后复诊并根据伤口愈合情况进行局部压痛点修改。手术6个月后,患者行鼻唇缺损修复术,并于修复术后2个月复诊显示治疗稳定,能使用改膺复体清晰语音和缓慢进食,全身基础状态改善。计划在后期进一步完成最终上颌膺复体修复。

讨 论

一、治疗方式的选择与考量

骨髓增生异常综合征是一种起源于造血干细胞的异质性恶性克隆性肿瘤,此类患者通常接受化疗及异基因造血干细胞移植。由于长期处于免疫低下的状态,感染成为此类患者最常见的并发症。有研究显示,在继发肺炎感染的骨髓异常增生综合征患者中,58%为真菌感染引起^[2]。而曲霉菌、黏菌等作为典型血管性入侵感染型真菌,是引起真菌类骨坏死的病原菌^[3]。本例患者有13余年骨髓增生异常综合征病史、长期免疫抑制治疗史和反复感染史,并且接受过造血干细胞移植,这对治疗方式的选择产生了重要指导。

上颌骨切除术后患者的修复方式主要有两种:外科重建修复、膺复修复。考虑到患者处于免疫抑制状态,全身支持差,外科皮瓣修复术后感染的风险大、皮瓣存活率未知;另外由于患者全身多处发生皮肤感染,很难具有满足皮瓣或骨瓣供区条件的区域,因此不考虑外科修复方式。而膺复修复包括种植膺复和活动膺复,但若采用种植修复,术后感染发生率高、影响骨组织血运,导致种植失败。因此对于该例患者,阻塞器膺复体是最合适、最便捷有效的方式。

由于患者腭部死骨完全暴露,病变范围十分清晰,利于口腔外科及口腔修复科医生直接通过CT及临床表现决定手术切除范围及拔除牙位,因此采用数字化设计,便于直接在软件上于术前划定切除范围,使得修复科医生可根据划定的手术范围在数字化模型上模拟切除,利于数字化即刻膺复体设计。

另外,患者虽上颌多数牙齿脱落,但仍有保持稳定咬合关系的双侧后牙,因此可直接获得术前口内咬合关系,并将现有的咬合关系及咬合平面应用于数字化排牙设计。现有的牙槽弧度也可用于前牙排牙的美学指导。

患者就诊时口内上颌骨坏死范围大、上颌余留牙松动、口鼻腔相通,这些特点使得传统临床取模

风险大,口鼻腔相通的取模可能造成呛咳、窒息;印模材料容易遗留在腔隙中引发感染。而选择数字化印模,通过口内光学扫描,可以简单快速地直接获得上下颌牙列、腭部和上下颌咬合数据,通过将口内扫描数据、咬合数据与螺旋CT数据融合,获得可处理的、具有准确咬合关系的多源数据融合模型,直接用于后续数字化模型设计和膺复体设计。此过程可大幅度减少临床操作时间,并降低操作风险。

本病例患者职业为教师,对外貌和发音有一定要求,希望尽可能恢复术前面部容貌和语音,且能够帮助吞咽和咀嚼。数字化设计可直接参照术前颌骨形态设计阻塞器的颊侧形态,帮助获得面部软组织支撑,恢复面部丰满度,最大程度减少术后患者外貌的改变,同时可直接根据术前腭部软组织形态设计阻塞器缺损腔及腭穹窿形态,减少口鼻相通及腭部形态改变对语音的影响;另外,参考原有牙弓弧度排列前牙位置,可以最低程度减少发音时前牙与舌的相对位置的改变,有利于恢复发音。数字化完成的口内排牙还可以辅助吞咽和咀嚼功能。值得注意的是,由于术后创面愈合的早期阶段常会伴随软组织收缩,在术前模型设计处理上颌模型时,需要对余留牙的牙槽嵴进行修整,尤其是前牙区牙槽嵴,以减少皮肤和嘴唇闭合的张力^[4],可将牙槽嵴的唇面与颊面内收,Mohamed等^[1]指出应将牙槽嵴唇颊面内收2~3 mm。因此,本例患者模型处理时,将上颌牙槽嵴从唇颊侧面内收1个牙尖的宽度(约3 mm),后续排牙则按照内收后的牙弓弧度,在牙槽嵴顶上进行排列。术后即刻戴入阻塞器,对于促进具有皮片覆盖的创面软组织愈合具有一定引导作用,尽量减小瘢痕及面型的改变。

考虑到实际手术切除范围可能与术前计划不完全相同,因此在设计左上第二磨牙近缺损侧的膺复体边界时,将该边界与基牙之间留有一定空隙(约3 mm),以便术后顺利就位,并可以根据实际情况完成加衬,使之与实际缺损边缘更贴合。

双侧上颌骨切除的患者,缺损面积大,唇部及面颊向内塌陷,导致膺复体固位相对差。减轻膺复体的重量有利于降低其垂直向脱位力,利于其固位,并增强患者佩戴舒适度。因此,本例即刻膺复体设计时将其设计为中空,利于患者佩戴。

二、即刻膺复和多学科合作的重要性

对于所有需要接受上颌骨切除术的患者,即刻

颌复的重要性需要得到强调。上颌骨切除造成的口腔内的巨大缺损、面颊挛缩塌陷和口腔功能丧失等问题导致此类患者的生活质量大大降低。即刻上颌颌复体通过对鼻腔的封闭,使得患者可以尽快自主吞咽、正常发音,能在术后即刻恢复容貌。在愈合过程中,由于软组织得到支撑,瘢痕挛缩的程度将会大大降低。有文献显示,未接受颌复修复上颌骨缺损的患者会产生严重的瘢痕挛缩、面部畸形,而越早的颌复治疗对于面部容貌的改变越小^[5]。因此,上颌骨切除的患者即刻颌复治疗的重要性必须得到强调,术前口腔外科医生、口腔修复科医生及相关学科医生的紧密合作尤为重要。

传统方法制作一般是术中佩戴腭护板,在拆包当天在患者口内进行修改加衬转化为即刻阻塞器。佩戴即刻阻塞器2~3周后建议重新制作临时颌复体,而具体更换临时颌复体的时间需要由医生根据实际情况判断。有时可以直接将即刻阻塞器通过加衬和修改转变为临时颌复体^[6-7]。待术后3~6个月,创面愈合稳定后,可以完成最终颌复体。

另外,由于治疗过程的不同环节有不同科室参与,多学科合作对于治疗方案的制定及治疗完成具有重要意义。对于这类患者,为了提高术后颌复体的固位,便于口腔修复科医生进行颌复治疗,手术中形成的软组织倒凹、保留的基牙及牙槽骨成为提供固位的关键。这些需要在术前事先与口腔外科医生讨论沟通,共同确定术中应形成提高颌复体固位的软组织倒凹,口腔外科医生通过在术中使用皮片覆盖形成软组织倒凹、保留近缺损侧牙槽骨等方式,以增加术后颌复体佩戴时的固位。

三、数字化即刻颌复设计与制作技术的优势与创新

传统临时颌复需要经验丰富的颌面修复专科医师和技师完成。医师在术前完成口内取模,技师对获得的石膏模型进行处理,需要将切除区域的牙齿磨除及将牙槽嵴预先内收,若术前手术区域的牙槽形态已丧失,则先需要在石膏模型上还原正常的牙槽嵴形态后再进行制作。而由于内部切除形态范围等无法直接在石膏模型上预先获得,因此只能先完成简单的腭护板,术中即刻佩戴。在拆包后由口腔颌面修复专科医师在患者口内椅旁进行多次缺损腔取模和加衬,才能获得进入缺损腔的阻塞器部分形态,在这个过程中,患者常需忍受较明显的疼痛和不适,术后体力也常不能耐受性较长时间的

椅旁治疗过程。另外,由于在此阶段缺损腔的不断加衬变化,无法利用和获得稳定的咬合关系及殆平面,腭护板在第一次制作时通常不排牙或仅排个别前牙,无法达到美学要求,常需在术后1~3个月进行临时颌复体的重新制作。

随着数字化技术的发展,数字化设计逐渐应用于颌面颌复的治疗。Ye等^[8]验证了通过将口内扫描数据与螺旋CT数据融合处理获得的上颌含缺损腔的数字化模型的精度满足临床要求。周恬等^[9]通过利用数字化设计阴模制作硅橡胶阻塞器修复上颌骨缺损,并与传统的制作方法进行效果评价比较,发现数字化设计硅橡胶阻塞器可以提高患者的舒适程度。本课题组前期的研究证明,口内扫描制作大连接体的可靠性^[10-11],同时完成口内扫描与CT多源数据融合数字化建模,并在模型数据上进行数字化支架设计,利用选择性激光熔化(SLM)技术进行支架的数字化制作,但后续使用传统方法排牙、失蜡制作上颌颌复体^[12-14]。

本文介绍了一种利用患者术前口内扫描数据及颌面部CT数据融合建模,全数字化设计和制作,直接获得一体式中空上颌即刻颌复体的方法,在这项技术中实现了数字化多源数据的融合、术前模型设计、3D打印金属支架与树脂人工牙阻塞器的精准对位,突破了已有数字化制作可摘局部义齿后阶段必须人工排牙与装盒的瓶颈,实现了一步法完成即刻颌复体制作的过程。这项技术降低了颌骨缺损修复的操作风险及操作难度,减少了椅旁操作和技师制作的时间,可提升患者就诊体验,在术后即刻有效恢复面容、咬合和发音等功能。

对于其他因上颌骨肿瘤需要手术的患者,术前制作术后即刻颌复需要考虑手术切除边界的多变等因素。该类患者可术后即刻拍摄CT,并根据CT数据进行临时颌复体的数字化设计与制作。此时具体制作流程仍可以使用本病例中提出的方法,因此对于即刻颌复数字化治疗,本研究提出的方法可根据实际情况推广变通。

综上所述,本病例通过术前精确的切除范围划定、利用多源数据融合建模、数字化模拟手术切除、数字化卡环设计、数字化排牙和数字化阻塞器设计等一系列操作,成功设计并制作全数字化中空式上颌即刻颌复体,实现了将分别数控加工的树脂颌复体与钴铬合金支架的精确连接,并得到满意的修复结果。后期本课题组将通过临床研究进一步对制

作过程中的精度进行评价。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张晗之:研究设计与实施、采集分析数据、文章撰写;丁梦婷:实施研究、采集数据;余文珺:论文指导、支持性贡献;焦婷:研究设计与实施、采集分析数据、研究指导、论文指导、经费支持、支持性贡献

参 考 文 献

- [1] Mohamed K, Subhiksha R, Preetha K. Pre-emptive designing of immediate surgical obturator [J]. *Indian J Surg Oncol*, 2021, 12(4):745-749. DOI:10.1007/s13193-021-01425-2.
- [2] Dayyani F, Conley AP, Strom SS, et al. Cause of death in patients with lower-risk myelodysplastic syndrome [J]. *Cancer*, 2010, 116(9):2174-2179. DOI:10.1002/cncr.24984.
- [3] Dewan H, Patel H, Pandya H, et al. Mucormycosis of jaws - literature review and current treatment protocols [J]. *Natl J Maxillofac Surg*, 2022, 13(2):180-189. DOI:10.4103/njms.NJMS_175_20.
- [4] Beumer J, Curtis TA, Firtell DN. Maxillofacial rehabilitation: Prosthodontics and surgical considerations [M]. St Louis: Ishiyaku EuroAmerica Inc, 1996:241.
- [5] Turkaslan S, Baykul T, Aydin MA, et al. Influence of immediate and permanent obturators on facial contours: A case series [J]. *Cases J*, 2009, 2(1):6. DOI:10.1186/1757-1626-2-6.
- [6] Dalkiz M, Dalkiz AS. The effect of immediate obturator reconstruction after radical maxillary resections on speech and other functions [J]. *Dent J (Basel)*, 2018, 6(3):22. DOI:10.3390/dj6030022.
- [7] Ramirez I, Munhoz MFV, Freitas DJ, et al. Use of immediate obturator prosthesis as a rehabilitation option in cases of squamous cell carcinoma [J]. *J Craniofac Surg*, 2021, 32(5):1794-1795. DOI:10.1097/SCS.00000000000007471.
- [8] Ye H, Ma Q, Hou Y, et al. Generation and evaluation of 3D digital casts of maxillary defects based on multisource data registration: A pilot clinical study [J]. *J Prosthet Dent*, 2017, 118(6):790-795. DOI:10.1016/j.prosdent.2017.01.014.
- [9] 周恬, 顾晓宇. 数字化和传统方法制备上颌骨缺损腭复体的效果评价 [J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2021, 22(6):430-434. DOI:10.19748/j.cn.kqxf.1009-3761.2021.11.006.
- [10] Gan N, Ruan Y, Sun J, et al. Comparison of adaptation between the major connectors fabricated from intraoral digital impressions and extraoral digital impressions [J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):529. DOI:10.1038/s41598-017-17839-4.
- [11] Gan N, Xiong Y, Jiao T. Accuracy of intraoral digital impressions for whole upper jaws, including full dentitions and palatal soft tissues [J]. *PLoS One*, 2016, 11(7):e0158800. DOI:10.1371/journal.pone.0158800.
- [12] Jiao T, Zhu C, Dong X, et al. Rehabilitation of maxillectomy defects with obturator prostheses fabricated using computer-aided design and rapid prototyping: A pilot study [J]. *Int J Prosthodont*, 2014, 27(5):480-486. DOI:10.11607/ijp.3733.
- [13] Qian Y, Qian H, Jiao T, et al. Numeric simulation of the upper airway structure and airflow dynamic characteristics after unilateral complete maxillary resection [J]. *Int J Prosthodont*, 2013, 26(3):268-271. DOI:10.11607/ijp.2970.
- [14] 阮雅焯. 一体化上颌骨腭复体数字化工艺初探 [D]. 上海:上海交通大学, 2018.

(收稿日期:2023-06-11)

(本文编辑:王嫚)