

ICS 35.240.80

CCS C39

# 团体标准

T/NAHIEM XXX—2026

---

## 混合现实技术辅助口腔颌面部肿瘤手术 的技术流程及操作

Expert Consensus on Technical Procedures and Operating  
Protocols for Mixed Reality-Assisted Oral and Maxillofacial  
Oncological Surgery

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

全国卫生产业企业管理协会发布

## 目 次

前 言 .....	3
摘 要 .....	4
1 总 则 .....	5
2 规范性引用文件 .....	5
3 术语及定义 .....	5
4 技术使用所需设备与软件 .....	7
5 技术流程与操作规范 .....	8
结 语 .....	16

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准由全国卫生产业企业管理协会数字化口腔产业分会提出。

本标准由全国卫生产业企业管理协会归口。

本标准主要起草单位：北京大学口腔医学院、复旦大学附属中山医院、南京大学医学院附属口腔医院、四川大学华西口腔医院、上海交通大学口腔医学院、中山大学附属口腔医院、武汉大学口腔医学院、中国人民解放军总医院、空军军医大学口腔医学院、北京理工大学光电学院、中国医科大学附属口腔医院、河北医科大学口腔医院

本文件主要起草人：彭歆、刘峰、王勇、章文博、季彤、韩伟、罗恩、刘剑楠、侯劲松、刘冰、赵一姣、张海钟、魏建华、杨健、范敬凡、刘法昱、朱桂全、李向军、田磊、王成、于尧、唐祖南

## 摘要

口腔颌面部肿瘤是口腔颌面外科的常见疾病。口腔颌面部解剖结构复杂，操作空间狭小，手术操作要求高。在传统的口腔颌面部肿瘤手术治疗过程中，手术计划制定及术中实施常常依赖术者经验和二维影像，缺乏直观的三维指引。随着数字医学影像处理和计算机辅助外科技术的发展，临床医生可以通过数字化软件实现肿瘤的三维可视化，并在此基础上进行虚拟手术设计，制定个性化手术方案。但传统的术中影像引导，仍存在视野受限、定位精度不足等问题。近年来，混合现实等可视化技术的发展为实现术区结构立体可视化提供了可能。该技术既可独立使用，在术区呈现肿瘤与邻近解剖结构的图像及虚拟手术设计方案，提供直观的术中图像引导；也可与现有外科导航系统深度融合，解决术者观看导航图像进行手术操作的“手眼协调性”问题，进一步提升术中引导的精准度。混合现实技术可辅助实现精确、立体、直观的术前三维诊断和术中精准引导，提升手术的安全性和精确性，最终达到个性化、微创化的口腔颌面部肿瘤切除。为此，全国卫生产业企业管理协会数字化口腔产业分会组织专家经过充分讨论，制订了《混合现实技术辅助口腔颌面部肿瘤手术的技术流程及操作》专家共识，旨在规范该技术的临床操作流程，促进其推广应用。

**关键词：**混合现实；肿瘤切除；数字化外科；专家共识

# 1 总 则

## 1.1 标准目标

1.1.1 制定混合现实技术辅助口腔颌面部肿瘤手术切除的技术流程及操作步骤，以规范该技术的临床操作流程，促进其推广应用。

1.1.2 改善传统手术中医生过度依赖自身经验，以及手术过程中存在视野受限、定位精度不足等问题。通过混合现实图像引导，改善术中图像可视化效果，提升手术操作精度，实现个性化、微创化的口腔颌面部肿瘤手术治疗。

## 1.2 标准适用范围

本标准规定了混合现实技术辅助口腔颌面部肿瘤手术的适应证、使用设备、技术流程及操作规范。

适用于医疗机构中应用混合现实技术辅助口腔颌面部肿瘤手术的临床实践，包括术前规划、术中引导与术后评估。

# 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。

《导航引导颌骨缺损重建技术流程及操作的专家共识》（2019年）

来源：中华口腔医学会口腔颌面外科专业委员会. 导航引导颌骨缺损重建技术流程及操作的专家共识[J]. 中华口腔医学杂志,2019,54(5):289-296.

# 3 术语及定义

## 混合现实（Mixed Reality, MR）

混合现实是把计算机生成的虚拟对象融合到真实环境中，在现实世界、虚拟世界和用户之间搭起一个交互反馈的信息回路，以加深用户对现实世界的感知体验。

## 计算机断层扫描（Computed Tomography, CT）

计算机断层扫描是用 x 线束对人体检查部位按一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收该层面上各个不同方向的人体组织对 x 线的衰减值，经模 / 数转换输

人计算机，通过计算机处理后得到扫描断面的组织衰减系数的数字矩阵，再将矩阵内的数值通过数 / 模转换，用黑白不同的灰度等级表示，即构成 CT 图像。

### **增强计算机断层扫描（Contrast-Enhanced Computed Tomography, CECT）**

指经静脉注射碘对比剂后进行的 CT 扫描检查，又称为增强 CT。其原理为对比剂随血循环使目标区域组织的 X 线吸收率显著增高，通过分析不同时相与部位的强化特征，清晰显示病灶血供、范围及与血管毗邻关系，主要用于占位性病变的检出、定性诊断及血管显影。

### **磁共振成像（Magnetic Resonance Imaging, MRI）**

又称核磁共振成像，是利用强外磁场内人体中的氢质子（氢原子核），在特定射频脉冲作用下产生磁共振现象，所进行的一种医学成像技术。

### **三维重建（3D reconstruction）**

三维重建是指对三维物体建立计算机表示和处理的数学模型。它是在虚拟环境下对物体进行处理、操作和分析其性质的基础，也是在计算机中建立表达客观世界的虚拟现实的关键技术。

### **图像分割（Image segmentation）**

图像分割是根据目标与背景的先验知识，将图像中的目标、背景进行识别、标记，将目标从背景或其他伪目标中分离出来的过程。

### **图像融合（Image fusion）**

图像融合是将来自相同或不同成像设备采集的同一组织或器官的相关图像，经过适当的空间配准和叠加，加以必要的变换处理，使其在空间位置、空间坐标上达到匹配。融合后的图像达到了信息互补，增加了信息量，形成了一个综合解剖结构和功能信息的新图像。

### **医学数字图像和通讯格式(digital imaging and communication in medicine, DICOM)**

医学数字成像和通讯格式，是医学图像和相关信息的国际标准(ISO 12052)。它定义了质量能满足临床需要的可用于数据交换的医学图像格式。

### **虚拟手术设计（Virtual surgical planning）**

虚拟手术设计是利用各种医学影像数据，使用虚拟现实技术在计算机中建立一个模拟环境，医师借助虚拟环境中的信息，进行手术计划、训练，在实际手术过程中引导手术，是计算机辅助外科的重要环节。

### **外科手术导航系统（Surgical navigation system）**

外科手术导航系统是一种通过计算机技术将患者术前或术中影像数据与实际解剖结构进行精准匹配,并能够利用三维定位系统实时采集并显示手术器械在空间中的位置,辅助外科医生进行术区结构精确定位的手术辅助系统。由计算机工作站、定位装置、示踪装置和显示器组成。

## 4 技术使用所需设备与软件

### 4.1 数据采集设备

CT、CECT 和 MRI 数据是口腔颌面部肿瘤手术常用数据,一般要求 CT 层厚 $\leq 1.25\text{mm}$ , MRI 层厚 $\leq 2\text{mm}$ ,方可满足口腔颌面部手术的精度要求。

### 4.2 数字化软件

数字化软件主要用于混合现实手术术前手术规划。混合现实手术相关的数字外科软件具备以下功能:

- 数据的三维重建和测量,包括长度和角度测量
- 手术方案的规划,包括分割、融合、移动、镜像等多种功能模块
- 手术方案的导出。
- 术后效果评价。混合现实技术辅助肿瘤切除术后可通过色谱分析对比手术切除精度,从而评价术后效果。

### 4.3 混合现实系统

混合现实系统利用光学透射式头戴显示器,实现虚拟三维图像与真实解剖结构的相互融合,能够将处理后的影像数据立体、直观呈递到术者面前。该系统包含混合现实工作站、混合现实显示端、平面显示器端和手持操作端,主要用于混合现实图像的显示及操控。

#### 4.3.1 混合现实工作站

储存并处理三维重建模型和虚拟手术方案的图像数据,利用算法对其重建后传输至混合现实显示端、手持操作端及平面显示器端。

#### 4.3.2 混合现实显示端

混合现实图像的显示设备,通常为头戴式显示器,代表性产品为微软的 HoloLens (见图 1),主要接收混合系统工作站传输的图像数据,并进行三维重建图像实时立体显示,提供手势、语音指令进行图像调控的功能。



图 1 头戴式显示器（HoloLens 2，微软，美国）

#### 4.3.3 手持操作端

三维重建图像的辅助操纵端口，能够对各个重建模型调整：如图像的隐藏-显示，放大-缩小，平移-旋转，颜色调节，透明度调整，标记点引导范围设置等。

#### 4.3.4 平面显示器端

以平面显示器显示三维重建图像，并通过设备（平板、手机等）所带摄像头拍摄目标区域图像，以视频投射式的方式显示三维重建图像与目标区域实际结构的空间位置，方便多人观看、调整。

### 4.4 外科手术导航系统

外科手术导航系统是导航手术的核心部件，目前国内外已有多家手术导航系统面世。外科手术导航系统主要包括：定位跟踪系统、图像工作站及软件、显示系统、定位参考架和导航手术器械等。其中被动式光学跟踪是目前最为常用的定位方法，其原理是通过两个及以上的红外探测装置追踪安装在手术器械和患者身上的被动式(反光)标记点，从而实时探测手术器械和患者在空间中的精确位置。通过将混合现实与外科手术导航系统数据传输与连接，利用手术导航辅助混合现实图像空间配准，提升配准效率与精度。

目前手术导航空间配准方式主要为基于标记点的配准 (fiducial-based paired-point transformation)即坐标配准、表面轮廓匹配(surface contour matching)即非坐标配准、以及二者的联合应用。几种方法均可满足颌面部导航手术要求。

## 5 技术流程与操作规范

### 5.1 术前数据采集及手术设计

本阶段在于获取全面、高质量的医学影像数据，并基于这些数据进行精准的术前规划，并用于术中图像引导。所采集的影像数据可包括以下几类：CT、CECT、MRI 及口内扫描数据。

#### 5.1.1 术前数据采集

术前需要获取患者的影像学数据（包括 CT、CECT、MRI 及口内扫描数据等），用以显示口腔颌面部肿瘤的范围、位置及毗邻结构（动静脉、骨性结构等）的关系，单纯进行头颈部的 CECT 或者 MRI 检查均可，其余影像检查可作为影像信息的补充。其中，CT 数据常作为骨性框架基础，CECT 或 MRI 数据能够更加清晰的显示软组织肿瘤边界，口扫数据可提供极其精确的牙列配准参考。

数据采集要求 CT 或 CECT 层厚 $\leq 1.25\text{mm}$ ，MRI 层厚 $\leq 2\text{mm}$ ，数据以 DICOM 文件格式输出，扫描范围为眶上缘以上 2cm 至锁骨上水平，扫描时患者处于牙尖交错位，以取得稳定的上下颌关系。口内扫描数据需获取包含完整牙列、龈缘的高精度三维表面数据，格式应为通用 STL 或 OBJ 格式，扫描精度小于  $50\ \mu\text{m}$ 。

根据采用配准的方式不同，影像数据采集的过程中应满足相应要求：1.基于表面轮廓配准：扫描范围应包含配准区域，一般包括颅顶至舌骨范围，配准区域选择不易移动、变形的部位，如：额部、颧部、乳突等；2.基于点对点配准：需要在术前拍摄时已标记配准点，如佩戴含有配准点的咬合夹板，植入颌骨的金属螺钉，粘贴于皮肤表面的物理标记物或者颌面部骨组织已有标志点（如鼻根点、眼眦点、眶下孔、颞孔等）。在患者固有解剖标志点不足或分布不佳时，牙尖可以作为有效的补充点，改善配准点的分布性，尽量选择影像上和体表都相对容易识别的牙尖。配准点的数量一般不低于 4 个，布点位置应尽量分散，避免点共线或共面，但所在范围靠近手术操作区域。

### 5.1.2 肿瘤的三维评估

将患者术前 DICOM 格式的影像数据导入数字化软件中，将术区重要结构进行三维重建，重建方式包括基于阈值自动分割和利用分割工具的人工选择分割。基于阈值分割可实现皮肤、骨组织、血管结构自动分割和重建。分割工具功能则主要用于由操作人员对肿瘤、肌肉、神经等需要人工判断的结构进行人工勾选与分割重建。重建模型以 STL 格式导出。

### 5.1.3 多模态影像融合

基于单一影像数据（如 CT、CECT 或 MRI）可进行肿瘤的三维评估和虚拟手术设计，但根据治疗需要可以选择多模态影像融合，提供更为全面、精确的影像学信息，具体步骤为：

选择两组不同类型影像数据，将数据导入数字化软件，选择自动配准进行图像融合，具体算法为互信息最大化法的刚性配准融合。将感兴趣区域（ROI）设置在口腔颌面部病变所在区域，软件将根据算法进行相同的解剖结构的匹配与融合，最后根据整体配准情况进行手动微调，判断标准为骨骼和皮肤表面相关轮廓融合平滑，颈内动脉，耳屏，眼球等定义明确结构间配准正确。

### 5.1.4 虚拟手术设计

根据融合后及重建后的三维影像进行术前分析，根据肿瘤性质确定切除范围和截骨范围，利用数字化软件中的镜像、融合、截骨、骨瓣重建等功能模块，进

行手术过程模拟,即根据肿瘤的三维重建图像确定截骨范围,设计截骨平面位置,完成虚拟截骨。同时根据缺损范围设计个性化修复重建方案。符合预期的虚拟手术设计将通过 STL 格式导出。

#### 5.1.5 三维重建模型编辑

将所有导出的 STL 文件(包括融合后组织、虚拟手术计划以及术后重建效果的 STL 文件等)输入到混合现实工作站,将不同部位的重建图像进行颜色赋值和透明度预设,皮肤、骨组织、血管以及肿瘤以不同的颜色显示(见图 2)。处理完成后的三维重建模型以混合现实图像格式导出。

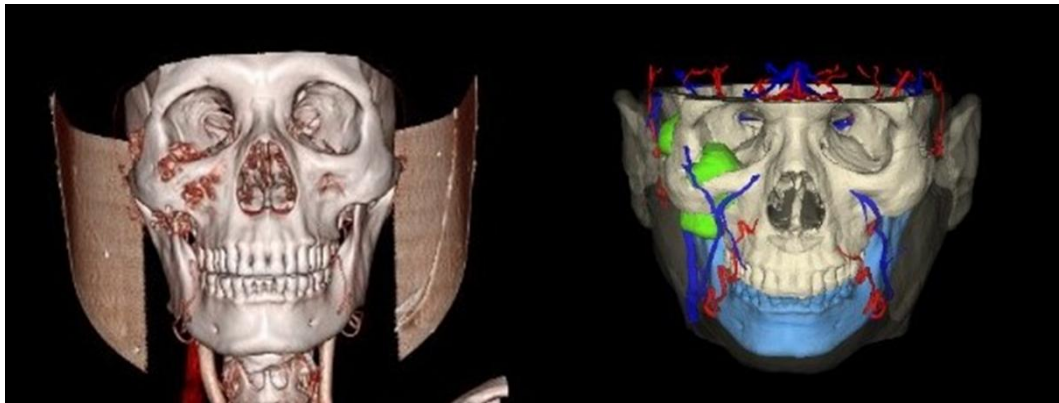


图 2 三维影像工作站对重建组织进行颜色赋值和透明度设定。

#### 5.1.6 混合现实图像显示

混合现实工作站将三维重建模型传输到混合现实显示端,利用混合现实头戴式显示器显示三维重建模型的全息影像(基于干涉与衍射原理的三维影像实验制作技术)(见图 3)。通过移动操作端或在空间采用特定手势可对三维重建模型进行缩放、移动、旋转、隐藏、透明度调节和改变颜色等操作。依靠头戴式显示器,术者能看到术前重建的所有 STL 模型,如肿物、上下颌骨、颅骨、颈内外动脉、颈内静脉、皮肤以及辅助软件编辑模块中所设定的截骨平面,标记点,重建骨瓣的位置、长度、摆放角度等。

该阶段的混合现实图像显示亦可用于医学教学和医患沟通。在教学中,可借助全息影像实时展示复杂解剖区域和虚拟手术方案,培训医学生的立体感知与手术操作理解;在医患沟通中,患者及家属可通过直观的三维模型了解病灶位置、手术规划及预期效果,辅助医疗决策并增强治疗依从性。

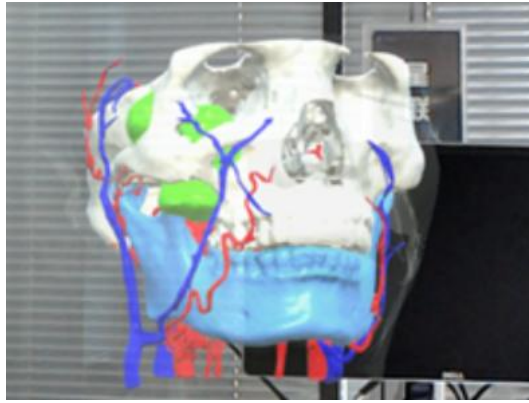


图3 MR 头戴式显示器显示三维重建模型的全息影像

## 5.2 术中应用流程

混合现实系统的术中应用有两种形式：独立应用时，混合现实系统能够基于术前 CT、MRI 等影像数据生成三维全息模型，并与术区结构相配准，提供直观的术中图像引导；与外科导航系统结合使用时，能够实现更为精准、实时的三维全息图像的定位与跟踪，解决术者观看导航图像进行手术操作的“手眼协调性”问题。并且在导航辅助下，器械与病灶、血管的实时位置关系可转化为术野中直接感知的可视化信息，混合现实图像不需要通过术区叠加的形式实现图像引导，避免因术区结构的遮挡影响术者操作。

### 5.2.1 混合现实系统

#### 5.2.1.1 混合现实图像配准

混合现实图像配准是指将基于术前影像数据重建的虚拟三维模型与患者真实的解剖结构进行高精度匹配的过程。主要的配准方式包括基于人工标记点配准、基于解剖标记点配准，基于外部标记点自动配准以及基于人工智能深度学习算法的软硬组织特征点配准：

(1) 基于人工标记点手动配准：术前在患者面部皮肤上粘贴特制的、在 CT、MRI 上可显影的标记点，粘贴区域一般选择术中不易移位，且容易匹配的区域，如眼眶周缘、额头等区域，经过数字化软件进行标记点三维重建；术中通过对虚拟模型进行旋转、平移、缩放等操作，使得虚拟标记点与术区粘贴的标记点进行匹配。

(2) 基于解剖标记点手动配准：选择患者固有的、易于识别的骨性解剖标志点进行配准，如鼻根点、眼内外眦、鼻尖点或牙齿等，术中通过对虚拟模型进行旋转、平移、缩放等操作，使得虚拟模型中对应点与术区解剖标志点进行匹配。

(3) 基于外部标记点自动配准：将外部特征点（如光学 NDI 定位装置，QR 码等）牢固固定于头部，或与术区不发生相对位移的区域，在术前将外部特征点坐标系与真实坐标系归一配准后，在手术中完成虚拟图像与实际术区的自动匹配。

(4) 基于人工智能深度学习算法的软硬组织特征点配准：选择患者术中不移动，

或相对术区不发生位移的软硬组织特征点，通过数据收集与模型训练，在术中完成虚拟模型与患者术区对应特征点的自动配准。

### 5.2.1.2 混合现实显示三维重建模型

图像配准完成后，混合现实工作站将三维重建模型通过局域网共享至混合现实显示端和平面显示器端。术者佩戴混合现实显示端，在术区可直观立体地观看肿瘤位置及其周围结构的三维重建图像（见图 4），结合术前虚拟手术计划，对手术切口设计、肿物显露方式、切除范围进行分析。



图 4 术区混合现实显示三维重建模型

### 5.2.1.3 混合现实辅助口腔颌面部肿瘤手术

#### (1) 混合现实辅助骨组织肿瘤切除

进行骨组织肿瘤切除时，基于术前多模态影像融合（CT、MRI 或 DSA/CTA）进行肿瘤三维重建，设计截骨范围；术中，将混合现实图像与术区结构配准（见图 5），基于混合现实图像中虚拟手术计划来标记实际截骨线的位置，引导切除颌骨肿瘤。



图 5 混合现实辅助骨组织肿瘤切除

#### (2) 混合现实辅助软组织肿瘤切除

进行软组织肿瘤切除时，基于术前多模态影像融合（CT、MRI）进行肿瘤、血管以及周围骨组织结构进行三维重建；术中，将混合现实图像与术区结构配准（见图 6），三维全息图像显示肿瘤大小、范围以及与周围重要结构的位置关系，

降低周围结构损伤概率，提升手术安全性。



图 6 混合现实辅助腮腺深叶瘤切除

## 5.2.2 混合现实-手术导航系统

### 5.2.2.1 导航系统注册与配准

#### (1) 参考架注册：

分为头戴式参考架和固定式参考架：

头戴式参考架用于软组织导航或对精度要求相对较低的场景。全麻完成后，将参考架与配套的弹性头带组装，参考架主体置于前额正中位置，将头带环绕患者头部，在枕部进行固定，松紧度需以参考架稳固无晃动为宜，其上方安装反光球。

固定式参考架与患者的颌面骨形成刚性连接，可提供高级别的稳定性。全麻完成后，在患者头顶部行约 1cm 小切口，在顶骨部位安装导航参考架固定装置，上方安装反光球。参考架安装要牢固，避免术中松动，固定部位应避开天然骨缝。咬合板式的参考架同样也可以设计并在术中行颌间牵引后固定使用，咬合板可外置 QR 码。

#### (2) 影像配准：

将红外探测装置对准术区，探测区域应同时显示参考架和术区。然后开始配准操作，配准方式可选择激光面部轮廓配准或点对点配准，具体方式可参考不同导航系统操作说明。

配准完成后，需进行配准效果的验证。一般采用将器械尖端紧贴术区及附近硬组织(如牙齿或骨)表面进行滑动，观察屏幕显示器尖端位置与实际位置的一致性。配准核心区域的配准误差应小于 2mm。误差超标需进行点配准或面配准补充采集，直到达到精度要求，方可进入术中引导切除阶段。

### 5.2.2.2 混合现实-导航显示三维重建模型

将混合现实系统与手术导航连接后，术者佩戴混合现实显示端在术区可直观立体地观看和操作虚拟三维导航探针与三维重建图像，并通过二者之间关系映射实际探针与术区对应解剖结构关系（见图 7）。

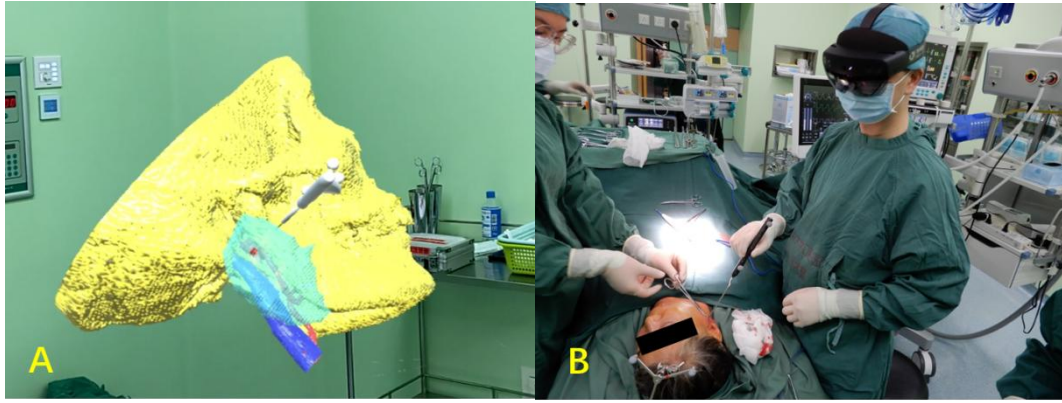


图 7 虚拟探针与三维重建模型映射术区解剖结构关系：A 混合现实头戴式显示器显示三维重建模型和虚拟探针；B 真实探针与实际结构的关系。

手术医生可以通过混合现实显示端和平面显示器端对患者病灶的三维重建模型进行观看、调整、讨论和分析，观察肿瘤位置及其周围结构的三维重建图像，结合术前虚拟手术计划，对手术切口设计、肿物显露方式、切除范围进行分析。

### 5.2.3 混合现实-导航辅助口腔颌面部肿瘤手术

#### 5.2.3.1 混合现实-导航辅助骨组织肿瘤切除

进行骨组织肿瘤切除时，基于术前多模态影像融合（CT、MRI 或 DSA/CTA）进行肿瘤三维重建，设计截骨范围。术中通过手术导航技术实现混合现实图像与术区结构配准。

在上颌骨肿瘤切除时，基于混合现实图像中虚拟手术计划来标记实际截骨线的位置，并可通过查看三维重建模型来确定截骨平面方向，辅助进行上颌骨截骨，精确切除上颌骨肿瘤。

相对于上颌骨，下颌骨的位置稳定性较差。通过将下颌骨戴入薄咬合板或进行颌间结扎，保证咬合处于正中关系。基于混合现实图像中虚拟手术计划来标记实际截骨线的位置，并可通过查看三维重建模型来确定截骨平面方向，辅助进行下颌骨截骨，精确切除下颌骨肿瘤（见图 8）。



图 8 混合现实图像引导下精确定位下颌骨截骨线位置，精确切除下颌骨肿瘤

若术中出现截骨范围不够、切缘阳性的情况，建议采用基于解剖标记点配准

的方式进行导航系统的配准补充采集，直到达到精度要求。再基于混合现实-导航所显示的肿物范围和切缘阳性位置进行扩大截骨，直至获得安全边界。

### 5.2.3.2 混合现实-导航辅助软组织肿瘤切除

进行软组织肿瘤切除时，基于术前多模态影像融合（CT、MRI 或 DSA/CTA）进行肿瘤、血管和神经的三维重建，并在肿瘤表面以及周围重要神经血管等结构上进行标注。针对不同区域风险设定虚拟标记，如设定 5mm 为安全边界，器械尖端靠近肿瘤 5mm 范围内时，系统会进行自动预警。手术过程中，通过混合现实图像实时显示肿瘤位置、血管神经走行，辅助进行肿瘤的定位与切除，避免周围重要神经损伤，提升手术的安全性和精确性（见图 9）。

对于软组织肿瘤术中定位，存在软组织漂移导致的定位精度降低。为了降低该因素对混合现实-导航辅助软组织肿瘤术中定位的影响，建议术中采取与术前影像检查完全相同的体位，切开翻瓣后只对皮肤进行牵拉而减少对深部组织的移动，定位肿物时对周围软组织不进行牵拉或压迫。

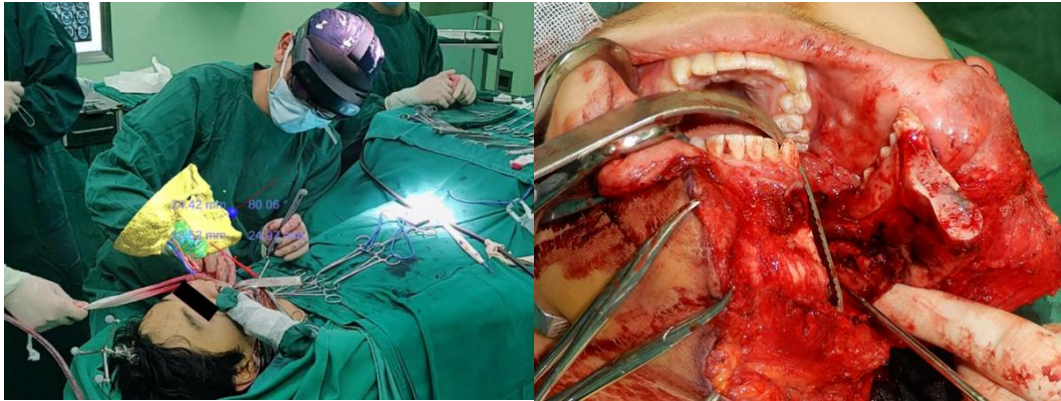


图 9 混合现实图像引导下定位咽旁区肿瘤及周围结构

### 5.2.3.3 混合现实-导航辅助颌骨缺损重建

进行颌骨缺损重建时，以腓骨修复为例，术前利用数字化软件设计腓骨重建方案；术中通过预置的骨性标记点或基于面部轮廓，将术前重建的颌骨缺损模型与患者实际术野进行空间匹配。术者佩戴 MR 眼镜，在术区显示重建骨瓣各段长度以及相互之间角度。在 MR 图像的引导下将截取的腓骨段按虚拟手术方案进行塑形。塑形完成后植入缺损区，在 MR 图像的引导下在设计位置利用钛板钛钉进行固位（见图 10），辅助颌骨缺损重建，提升颌骨缺损重建的精确性。同样的应用流程也适用于其余骨组织瓣修复重建。

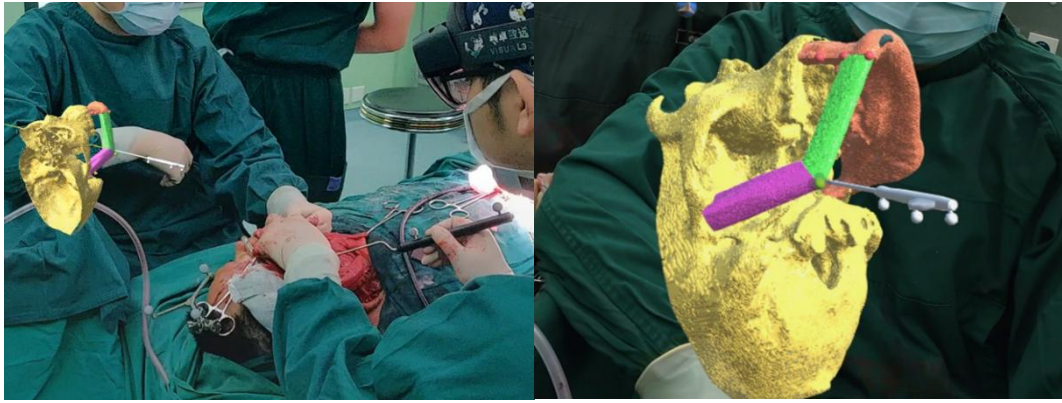


图 10 混合现实图像引导下进行重建腭骨定位

### 5.3 术后评价

#### 5.3.1 术前设计与术中实施一致性

通过术前术后的影像学数据比较，评估手术实际切除范围、重建形态与术前虚拟设计的一致程度。

#### 5.3.2 技术应用辅助手术的整体效能评价

通过对使用人员进行问卷调查、量表评分等方式，对混合现实技术辅助手术的可视化效果及其对手术决策的帮助作用进行整体效能评估。

## 结 语

综上所述，混合现实技术在口腔颌面肿瘤切除领域展现出重要的应用潜力与发展前景。该技术通过将虚拟模型与真实手术视野深度融合，为术者提供了直观、立体、精准的解剖引导，有望提升肿瘤切除的精确性和安全性。需要注意的是，目前市场上混合现实相关的硬件设备、可视化软件来源多样，其技术参数、操作流程与集成度存在差异。因此，各医疗单位在具体应用时，需结合自身设备条件与技术特点，在本共识框架内进行适应性调整与优化，以期安全、有效地开展技术实践。随着未来混合现实技术在医学领域的应用不断深入拓展，本共识也将及时修订，以期及时有效地指导临床医师的规范化诊疗。