

经口腔内窥镜在三维可视化及实时导航技术下 切除咽旁及侧颅底良性肿瘤初探

闫冰¹ 骆献阳^{2,3,4} 胡妮婷^{2,3} 洪志聪^{2,3,4} 关丽梅^{2,3,4} 薛丽丽^{3,5}

1. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心

四川大学华西口腔医院头颈肿瘤外科, 成都 610041;

2. 厦门大学附属第一医院耳鼻咽喉头颈外科, 厦门 361003;

3. 厦门大学医学院, 厦门 361003; 4. 厦门市耳鼻咽喉头颈外科重点实验室, 厦门 361003;

5. 厦门大学附属第一医院口腔科, 厦门 361003

[摘要] **目的** 开展在三维可视化技术及术中实时导航辅助下, 采取经口腔入路内窥镜下切除咽旁及侧颅底肿瘤的初步研究。**方法** 对8例咽旁或侧颅底区域的软组织肿瘤患者术前CT数据建模, 通过三维可视化技术重建肿瘤与周围血管及其他重要结构的解剖位置关系, 进行术前设计。术中采取经口腔入路, 术中实时导航引导, 内窥镜下切除咽旁及侧颅底软组织肿瘤, 并评估该方法的临床应用价值。**结果** 8名患者采用该技术进行手术, 术中失血量均控制在150 mL以内, 平均失血量约125 mL。术后患者并发症发生率低, 通过术后功能训练, 患者均能够获得良好恢复。因采用经口入路, 患者术后面部皮肤无伤口无瘢痕, 对患者容貌无影响。**结论** 三维可视化技术、术中实时导航及内窥镜三者联合为咽旁肿瘤或侧颅底肿瘤患者提供了一种美观、安全、微创的手术方式。

[关键词] 三维可视化技术; 导航技术; 内窥镜; 咽旁肿瘤; 侧颅底肿瘤

[中图分类号] R782.05 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2024.2023239



本文链接 开放科学标识码

Preliminary study on the resection of parapharyngeal and lateral skull base tumors by using transoral endoscopy with 3D visualization and navigation technologies

Yan Bing¹, Luo Xianyang^{2,3,4}, Hu Niting^{2,3}, Hong Zhicong^{2,3,4}, Guan Limei^{2,3,4}, Xue Lili^{3,5}

1. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Dept. of Head and Neck Oncology Surgery, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Dept. of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the First Affiliated Hospital of Xiamen University, Xiamen 361003, China; 3. School of Medicine, Xiamen University, Xiamen 361003, China; 4. Xiamen Key Laboratory of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Xiamen 361003, China; 5. Dept. of Stomatology, the First Affiliated Hospital of Xiamen University, Xiamen 361003, China

Correspondence: Xue Lili, E-mail: xuelili0596@163.com

[Abstract] **Objective** With the assistance of 3D visualization and real-time navigation technologies, the tumors in the parapharyngeal and lateral skull base should be removed through oral the approach with endoscopy. **Methods** The preoperative CT data of eight patients with parapharyngeal or lateral skull base soft tissue tumors were modeled, and the anatomical position relationship between the tumor and surrounding blood vessels and other important structures was re-

constructed using 3D visualization technology, and preoperative design was performed. The intraoperative oral approach and real-time navigation guidance were adopted in the endoscopic resection of soft tissue tumors in the parapharyngeal and lateral skull base, and the clinical ap-

[收稿日期] 2023-07-28; **[修回日期]** 2023-11-25

[作者简介] 闫冰, 副主任医师, 博士, E-mail: yanbing_west@163.com

[通信作者] 薛丽丽, 副主任医师, 博士, E-mail: xuelili0596@163.com

plication value of this method was evaluated. **Results** The blood loss during the operation was controlled within 150 mL, and the average blood loss was approximately 125 mL. The incidence of postoperative complications was low, and patients could recover well through functional training. The oral approach did not leave any wounds nor scars on the patient's facial skin after the operation and had no effect on the patient's appearance. **Conclusion** The combination of 3D visualization technology, intraoperative real-time navigation, and endoscopy provides a beautiful, safe, and minimally invasive surgical method for patients with parapharyngeal or lateral skull base tumors.

[Key words] 3D visualization technology; navigation technology; endoscope; parapharyngeal tumor; lateral skull base tumor

随着数字化技术在医学领域的发展,三维可视化技术被越来越多地应用于疾病的临床诊断及治疗,特别是在肿瘤类疾病的诊断及治疗方面^[1-3]。三维可视化技术是将二维的CT或磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)图像数据通过计算机图像处理技术转化为三维可视图像,可以对肿瘤的形态、空间位置、与周围血管等重要结构的关系进行直观、准确、便捷地描述和展现,为术前诊断、手术方案规划及精准治疗提供帮助^[1-2]。术中导航技术可以实时显示术中解剖空间位置,引导术者准确进入解剖区域,在头颈肿瘤外科的颅底肿瘤切除手术中,常常与内窥镜配合应用,达到精准、微创的治疗效果^[4-5]。近年来,内窥镜技术逐渐在口腔颌面外科领域,特别是口腔颌面-头颈部肿瘤治疗中得到应用^[6]。本研究将三维可视化技术、术中实时导航技术及内窥镜技术三者相结合用于咽旁及侧颅底肿瘤切除,初步探讨该方法在口腔颌面-头颈部肿瘤手术的临床应用价值。

1 材料和方法

1.1 一般资料

2020年1月—2021年12月收治的咽旁及侧颅底肿瘤患者8例,其中女性4例,男性4例,年龄23~72岁,中位年龄37岁,其中咽旁肿瘤5例,侧颅底肿瘤3例。术前患者均在CT引导下或彩超引导下穿刺活检,明确病理诊断,均为良性肿瘤,术前患者及家属均签署知情同意书。8例患者均采用三维可视化及导航技术辅助下经口内镜技术切除咽旁及侧颅底肿瘤新方法。

1.2 数据采集及三维可视化图像建立

收集患者术前增强CT图像数据或MRI图像数据,包括动静脉期数据,采用dicom格式导入到三维影像工作站(安徽紫薇帝星数字科技有限公司),建立三维模型,并进行平滑、镂空、减噪、

增强对比度等处理,完成最终三维可视化图像建立。同时将相应的dicom格式数据导入Matrix Polar导航系统(艾克松有限公司,德国),为术中实时导航做准备。

1.3 临床应用

术前通过三维可视化技术重建肿瘤与周围血管及其他重要结构的解剖位置关系,帮助手术医生评估手术风险,制定手术计划,并向患者及家属介绍手术过程,签订手术同意书。

术中对患者采取经鼻气管插管全麻的麻醉方式,完成导航定位及器械注册,在内窥镜及摄录系统辅助下,经口腔入路切除咽旁及侧颅底肿瘤。术中在导航引导下,手术医生按照术前三维可视化技术制定的手术方案进行操作,以减少创伤,达到精准手术切除的目的。

2 结果

相比借助传统CT或MRI等影像学资料介绍手术过程及风险,三维可视化技术可以更好地帮助患者及家属理解手术过程及风险,提高整个治疗流程的满意度。

2.1 一般结果

术中采用该项技术,手术时间控制在1~3 h,手术平均耗时约2 h 4 min。因术前通过三维可视化技术明确肿瘤与周围组织结构,特别是肿瘤与血管关系,术中采用导航技术明确定位,因此,8例患者术中失血量均控制在150 mL以内,平均失血量约125 mL。术后患者并发症发生率低,无术后出血、颅神经损伤等并发症,主要并发症是术后疼痛、术区肿胀及张口受限等,通过术后功能训练,患者均能够获得良好恢复,术后2个月张口度均可达到3.5~4 cm,无咬合关系紊乱、无吞咽困难等不适。因采用经口入路,患者术后面部皮肤无伤口无瘢痕,对患者容貌无影响,8例患者术后满意度达100%。术后随访,8例患者随访时间

均超过18个月，未见肿瘤复发（表1）。

表 1 8例咽旁及侧颅底肿瘤患者一般及手术资料

Tab 1 General and surgical data of 8 patients with parapharyngeal and lateral skull base tumors

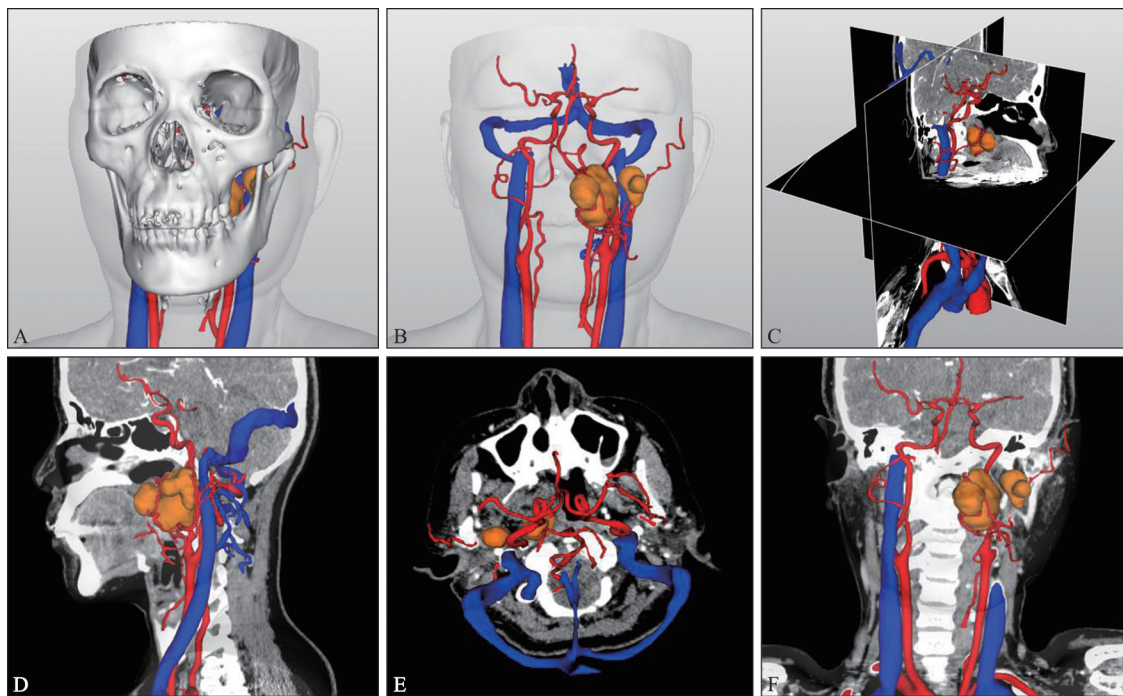
编号	年龄/岁	性别	肿瘤部位	肿瘤大小	手术时间	术中出血/mL	病理结果	术后张口度/cm
1	32	男	颞下窝	5 cm×3 cm×2 cm	3 h	150	神经鞘瘤	3.5
2	58	女	咽旁及侧颅底	3 cm×2.5 cm×1 cm	3 h 2 min	130	多形性腺瘤	4
3	60	女	咽旁	3 cm×2 cm×1 cm	2 h 20 min	130	多形性腺瘤	3.7
4	62	男	咽旁	5 cm×2 cm×1.5 cm	2 h	120	肌上皮瘤	3.8
5	40	男	咽旁	4 cm×2 cm×1.5 cm	1 h 10 min	100	上皮源性囊肿	3.5
6	45	男	咽旁	3 cm×2 cm×1 cm	1 h 20 min	100	上皮源性囊肿	3.8
7	68	女	颞下窝	2.5 cm×1 cm×1 cm	2 h	150	神经鞘瘤	3.5
8	70	男	咽旁及侧颅底	4 cm×3 cm×1.5 cm	1 h 40 min	120	多形性腺瘤	3.8

2.2 典型病例

患者，女，58岁，因“左侧软腭肿物2年余”入院。患者入院后完善相关检查，增强CT提示左侧咽旁间隙及侧颅底多发团块影，边界清楚，考虑良性肿瘤可能。

术前在CT引导下完成穿刺活检，病理提示涎腺源性肿瘤，多形性腺瘤可能。术前将患者颌面部增强CT数据导入三维影像工作站，建立三维可视化模型，评估肿瘤与周围组织解剖关系。可见肿瘤位于咽旁及侧颅底部位，呈两个形态不规则

团块，两个肿瘤之间相距有一定距离，与咽旁重要血管如颈内动脉无粘连。此外，通过三维可视化技术呈现了肿瘤、血管与传统CT的融合影像，手术医师充分地了解肿瘤的分布以及与周围重要组织结构的解剖关系。三维可视化图像显示，较大肿瘤位于咽旁前间隙，向内凸向口咽部，因此手术入路可以选择经口咽旁手术入路切除肿瘤，但是较小肿瘤在髁状突内侧颅底区域，位置较深，因此需要术中导航来辅助医师确认肿瘤位置（图1）。



A: CT数据重建三维影像；B: 肿瘤与周围血管关系的三维影像；C: 三维可视化影像与CT影像在不同空间方向的融合；D-F: 三维可视化肿瘤影像分别与CT影像在矢状面、水平面和冠状面的融合，可以更好地显示肿瘤与周围组织结构的关系。

图 1 肿瘤患者的三维可视化图像

Fig 1 3D visualization images of tumor patients

基于术前三维可视化图像分析及手术方案，术中采取实时导航引导辅助手术医师寻找深部肿

瘤。将CT数据采用dicom格式输入Matrix Polar导航系统，采用经鼻气管插管全麻方式后，将定位

头架通过胶带固定于患者额部正中位置, 保持跟
踪仪与定位头架之间距离处于导航仪可见状态下,

注册探针及导航器械, 然后按照增强表面模式进
行患者注册 (图2)。

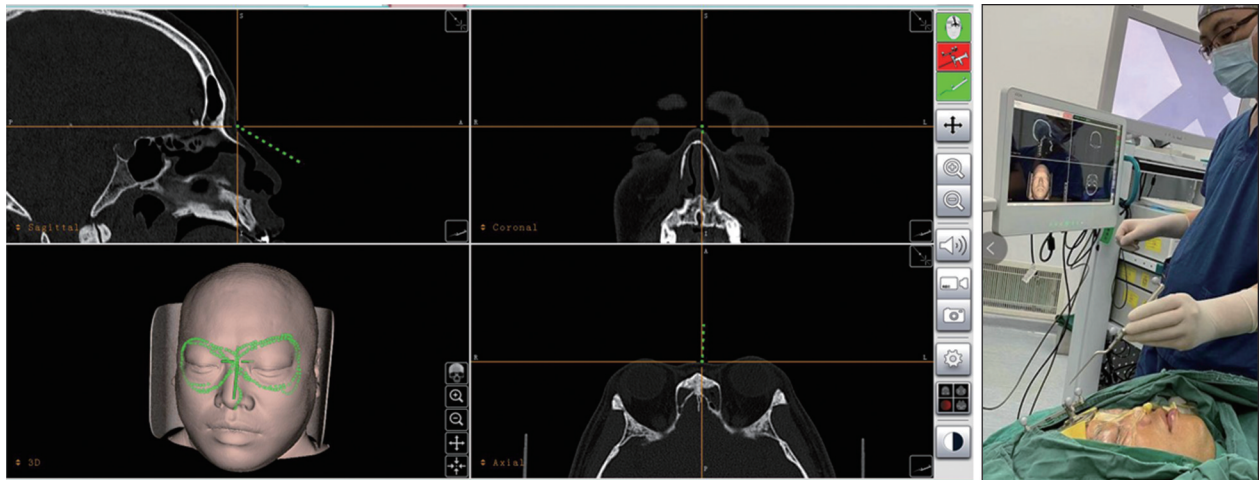
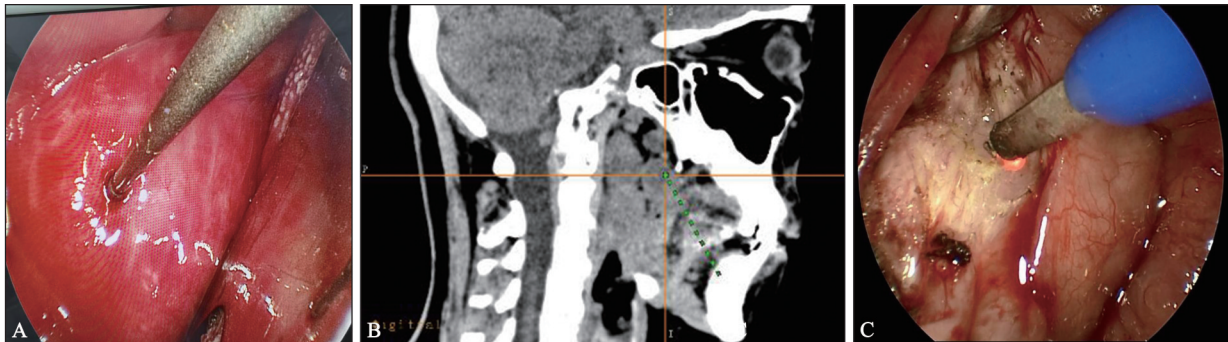


图 2 术前导航系统注册及患者定位

Fig 2 Preoperative navigation system registration and patient positioning

开口器撑开口腔, 见患者左侧咽旁及软腭黏
膜膨隆。术中内窥镜 (0°鼻内窥镜, Storz 公司,
德国) 辅助下, 于翼下颌皱襞内侧做纵行切口,
切口上端接近翼钩水平, 下端至磨牙后垫平面水
平。采用 15 号刀片切开黏膜及黏膜下层, 电刀电
凝止血后, 术中见肿物位于翼内肌内侧, 肿瘤内

侧为咽上缩肌, 表面腭帆张肌及腭帆提肌覆盖。
术中将肿瘤表面肌肉解剖分离暴露肿瘤, 肿瘤表
面光滑, 包膜完整, 术中通过导航探针定位确认
肿瘤为咽旁间隙肿瘤, 遂将肿瘤行包膜外切除,
术中保证肿瘤包膜完整无破损 (图3)。



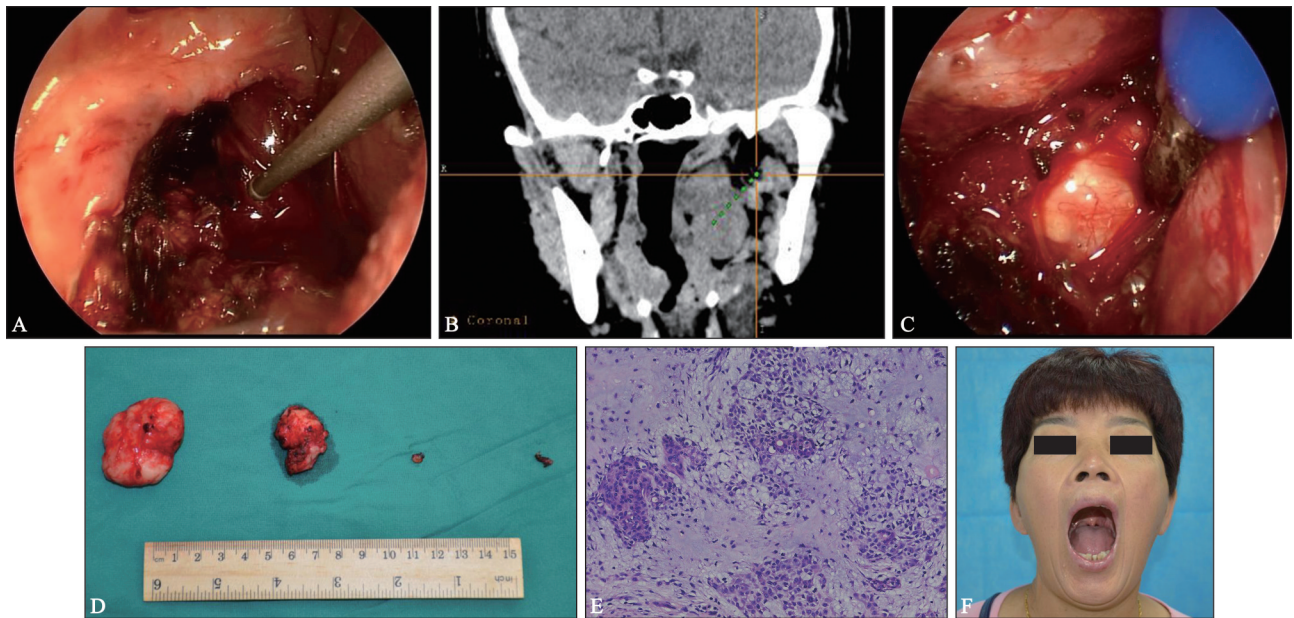
A: 口腔内探针定位肿瘤; B: 导航仪显示探针定位侧颅底肿瘤; C: 内窥镜下切除肿瘤。

图 3 术中实时导航引导下内窥镜辅助经口切除咽旁及侧颅底肿瘤的图像

Fig 3 Images of intraoperative real-time navigation guided endoscopic assisted intraoral resection of tumors in the parapharyngeal and lateral skull base

将咽旁肿瘤切除后, 术中见翼内肌及咽上缩
肌等肌肉组织, 未见颅底区域肿瘤。术中采用 Ma-
trix Polar 导航系统的注册探针进行肿瘤定位, 根
据三维可视化图像显示颅底区域肿瘤位置, 将探
针放置于翼内肌组织近髁状突侧的区域, 术中导
航提示肿瘤位于术区翼内肌肌肉组织深层, 确认
为侧颅底区域肿瘤。遂在内窥镜辅助下继续解剖
分离肌肉组织, 分离过程中在肌肉组织间隙可见
两粒微小肿瘤, 最小直径约 5 mm, 术中将两粒微

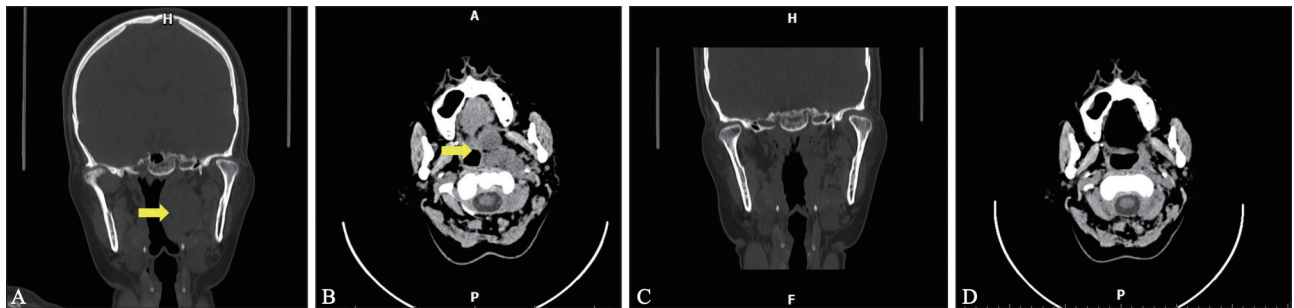
小肿瘤完整切除。将翼内肌肌肉组织解剖分离后
暴露侧颅底肿瘤, 术中见肿瘤位于颞下窝内, 包
膜完整, 外形不规则, 术中行包膜外切除术将肿
瘤完整切除。肿瘤切除后局部电凝止血后冲洗,
缝合肌肉及黏膜关闭创面, 术区不需要放置引流
条。患者术后张口度良好, 未诉不适。病理报告
提示切除肿瘤均为涎腺多形性腺瘤 (图4)。患者
术后随访 18 个月复查 CT, 与术前 CT 比较, 肿瘤
完整切除, 未见肿瘤复发迹象 (图5)。



A: 切除咽旁肿瘤后探针寻找并定位侧颅底区域的肿瘤; B: 术中导航显示探针确定侧颅底肿瘤位置; C: 内窥镜辅助下切除侧颅底肿瘤; D: 术中共发现并切除咽旁及侧颅底肿瘤共4枚, 其中最小肿瘤直径约5 mm; E: 术后4枚肿瘤病理均为多形性腺瘤; F: 术后复诊患者张口度正常。

图 4 咽旁及颅底肿瘤患者术中及术后资料

Fig 4 Intraoperative and postoperative data of patients with parapharyngeal and skull base tumors



A、B: 黄色箭头显示术前咽旁间隙肿瘤; C、D: 术后18个月复查CT, 未见肿瘤复发。

图 5 咽旁及侧颅底肿瘤术前、术后CT影像

Fig 5 Preoperative and postoperative CT images of parapharyngeal and lateral skull base tumors

3 讨论

咽旁及侧颅底部位因其解剖结构复杂, 包含诸多重要血管、神经和肌肉组织, 与呼吸、吞咽、咀嚼及言语等功能密切相关^[7-9]。对发生于咽旁及侧颅底部位的肿瘤, 术者在术前应充分熟悉解剖结构, 还需要进一步了解肿瘤与其周围血管、神经等重要组织的关系, 避免术中造成不必要的损伤^[7]。传统的影像检查提供二维图像模式, 不能够直观地展示患者病变与周围组织结构之间的立体关系, 往往需要医生凭借经验来判断术区解剖结构与病变之间的位置关系^[10]。

三维可视化技术是一种利用计算机将CT或MRI等图像进行特征提取和三维重建, 从而展示和描述器官三维解剖和形态特征的新技术^[11]。三维可视化技术可以帮助医生制定手术规划, 引导医生术中精准手术, 在骨科、胸外科、泌尿外科、心血管外科等多个学科领域获得应用^[12-14]。在本研究中, 三维可视化技术能够更好地将传统影像信息模拟重建三维立体图像, 可以根据需要进行不同视角的切换展示, 展示肿瘤与周围组织的关系, 对手术方案制定、手术入路的选择、术中肿瘤定位等具有重要帮助^[15-16]。8例患者术前经过三维可视化技术制定手术切口及入路选择, 可以有效控制手术出血量, 减小创伤。

口腔颌面外科中涉及咽旁间隙或侧颅底的肿瘤手术入路,传统方式多采用颈部或颌面部切口,而较少采用经口手术。因为经口入路手术存在空间狭小、视野不清等弊端。但是随着患者在疾病治疗的同时对微创治疗、功能保全及容貌美观等要求越来越高,内窥镜辅助手术越来越多的应用于头颈部肿瘤的治疗中^[16]。本研究采用内窥镜辅助下经口入路,借助内窥镜可以提供明亮的光源、清晰稳定的图像、局部放大的作用等优势,解决了常规经口手术的视野不清、光源不足等问题,同时也为完整精准切除肿瘤提供了保障。经口内窥镜技术与传统手术比较,可以在较小创伤下到达深部术区、无颌面部皮肤切口,具有微创、美容等优势。

在本研究中,三维可视化技术提供了肿瘤与周围结构组织的关系,为术者提供了三维可视化的“手术地图”,内窥镜技术提供了清晰放大的图像,为术者提供了“高清视野”。但是内窥镜下的图像是局部图像,与常规颌面外科开放性手术相比,有时候会导致初学者或者年轻医生分辨不清解剖结构或解剖位置。因此,本研究采用术中实时导航技术,为术者提供了精准的“手术导航”,帮助术者精准定位。

当然,内窥镜辅助下切除咽旁或侧颅底肿瘤因视野有限,需要外科医生熟练掌握重点区域的解剖结构,术中需要结合导航及三维可视化技术指导手术操作,这些对初学者来说都需要一个较长的培养周期。此外,本研究中咽旁及侧颅底区域的肿瘤最大直径5 cm,经口入路均可将肿瘤完整切除,但是需要注意的是经口入路因为切口限制及解剖空间有限,对巨大肿瘤的切除可能需要与传统手术切口相结合,从而达到完整切除肿瘤的目的。

综上,三维可视化技术、术中实时导航及内窥镜三者联合手术方式可以作为切除咽旁肿瘤或侧颅底肿瘤一种选择。目前,该技术主要应用于咽旁或侧颅底良性肿瘤患者,但仍然存在手术操作空间不足、缺乏手术流程标准化等问题,希望今后能够开展更多的临床研究为头颈部肿瘤患者提供一种安全、美观、微创的手术解决方案。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Cui L, Jiang WQ, Zhang K, et al. A three-dimensional visualization of the full-field surgical region based on thin-slice MRI: a helpful approach for simultaneously guiding tumor resection and perforator flap elevation[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 984892.
- [2] Society of Digital Medicine Chinese, Cancer Committee of Chinese Medical Doctor Association Liver, Precision Medicine Committee of Chinese Medical Doctor Association Clinical, et al. Clinical practice guidelines for precision diagnosis and treatment of complex liver tumor guided by three-dimensional visualization technology (version 2019)[J]. *J South Med Univ*, 2020, 40(3): 297-307.
- [3] Wang R, Li JY. A preoperative evaluation of a giant mediastinal tumor using a novel three-dimensional cinematic rendering visualization method[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2021, 11(11): 4700-4702.
- [4] Barber SR. New navigation approaches for endoscopic lateral skull base surgery[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2021, 54(1): 175-187.
- [5] Tang ZN, Hu LH, Soh HY, et al. Accuracy of mixed reality combined with surgical navigation assisted oral and maxillofacial tumor resection[J]. *Front Oncol*, 2022, 11: 715484.
- [6] 石亮, 宋晓彬, 王克涛, 等. 隐蔽切口入路内窥镜辅助颈部肿物切除效果初探[J]. *中华口腔医学杂志*, 2020, 55(2): 115-118.
- [7] Shi L, Song XB, Wang KT, et al. A novel surgical technique for neck neoplasms: endoscope-assisted resection of benign tumors via a small concealed incision[J]. *Chin J Stomatol*, 2020, 55(2): 115-118.
- [8] 唐祖南, Hui Yuh Soh, 胡未豪, 等. 混合现实技术在口腔颌面部肿瘤手术中的应用[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2020, 52(6): 1124-1129.
- [9] Tang ZN, Hui Yuh Soh, Hu LH, et al. Application of mixed reality technique for the surgery of oral and maxillofacial tumors[J]. *J Peking Univ (Heal Sci)*, 2020, 52(6): 1124-1129.
- [10] Ricotta F, Cercenelli L, Battaglia S, et al. Navigation-guided resection of maxillary tumors: can a new volumetric virtual planning method improve outcomes in terms of control of resection margins[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2018, 46(12): 2240-2247.
- [11] Del Castillo Pardo de Vera JL, Pampín Martínez M, Aragón Niño I, et al. Navigation in surgical arthroscopy of the temporomandibular joint[J]. *Br J Oral Maxillofac*

[1] Cui L, Jiang WQ, Zhang K, et al. A three-dimensional vi-

- Surg, 2022, 60(7): 999-1001.
- [10] 程杰, 汤炜. 增强现实技术在口腔颌面外科中的应用现状及展望[J]. 中国实用口腔科杂志, 2020, 13(8): 506-509.
- Cheng J, Tang W. Application and prospect of augmented reality in oral and maxillofacial surgery[J]. Chin J Pract Stomatol, 2020, 13(8): 506-509.
- [11] 黄晓锋, 单一波, 糜焯东, 等. 三维可视化技术在胸骨肿瘤切除和胸壁重建中的应用[J]. 武汉大学学报(医学版), 2023, 44(7): 829-832.
- Huang XF, Shan YB, Mi YD, et al. Application of 3D visualization technology in sternal tumor resection and chest wall reconstruction[J]. Med J Wuhan Univ, 2023, 44(7): 829-832.
- [12] Byl JL, Sholler R, Gosnell JM, et al. Moving beyond two-dimensional screens to interactive three-dimensional visualization in congenital heart disease[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2020, 36(8): 1567-1573.
- [13] 孟祥晖, 张志军, 方策, 等. 三维可视化技术在复杂骨与软组织肿瘤手术中的临床应用[J]. 中华解剖与临床杂志, 2021, 26(1): 68-72.
- Meng XH, Zhang ZJ, Fang C, et al. Clinical application of three-dimensional visualization technology in bone and soft tissue tumor surgery[J]. Chin J Anat Clin, 2021, 26(1): 68-72.
- [14] 高亮, 陈捷, 孙庭, 等. 全息影像三维可视化技术在肾肿瘤保留肾单位手术中应用的研究进展[J]. 中华泌尿外科杂志, 2020, 41(12): 949-952.
- Gao L, Chen J, Sun T, et al. Holographic image three-dimensional visualization technology in nephron-sparing surgery for renal tumors[J]. Chin J Urol, 2020, 41(12): 949-952.
- [15] Zhao R, Zhu Z, Shao L, et al. Augmented reality guided in reconstruction of mandibular defect with fibular flap: a cadaver study[J]. J Stomatol Oral Maxillofac Surg, 2023, 124(2): 101318.
- [16] 陈淑梅, 李晓艳. 内窥镜辅助下经口入路切除儿童颈深部间隙肿瘤的临床分析[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2022, 29(6): 705-708.
- Chen SM, Li XY. Clinical analysis of endoscopic assisted transoral resection of parapharyngeal space tumors in children[J]. Chin J Clin Oncol Rehabil, 2022, 29(6): 705-708.

(本文编辑 张玉楠)

《口内数字印模技术》出版发行

书籍名称：口内数字印模技术

主编：刘峰、余涛

出版日期：2023年8月

出版社：人民卫生出版社

内容简介：本书分章节介绍口内数字印模技术的相关内容，包括：1) 口内数字印模设备的基本结构与取像原理；2) 口内数字印模技术的优势，让读者在临床应用中充分发挥口内数字印模技术的优势；3) 科学论证口内数字印模技术的准确性及影响因素，为口内数字印模技术临床操作提供参考；4) 详细讲解临床口内数字印模技术操作流程及技巧，为读者正确应用口内数字印模技术提供操作建议；5) 理解口内数字印模技术的各项辅助功能，更好地使用口内数字印模技术；6) 深入探讨口内数字印模技术在天然牙修复、种植修复、正畸、手术导板、医患沟通、口腔软硬组织形态变化相关的科研等方面的应用；7) 认识当前口内数字印模技术的局限性，介绍印模扫描、模型扫描、立体摄影测量技术等对应的替代方式；8) 展望未来口内数字印模技术的发展趋势。本书面向所有口腔临床工作者。

