

# 鼻咽癌放疗后肿瘤复发及颅底骨坏死引起颈内动脉破裂的治疗方案

王再兴<sup>1</sup>, 唐志元<sup>2</sup>, 李定波<sup>1</sup>, 石照辉<sup>3</sup>, 曾宪海<sup>1</sup>, 张秋航<sup>1,4</sup>

1. 深圳市龙岗区耳鼻咽喉医院/深圳市耳鼻咽喉研究所 耳鼻咽喉科, 广东 深圳 518172

2. 深圳大学总医院 耳鼻咽喉头颈外科, 广东 深圳 518055

3. 中山大学第三附属医院 耳鼻咽喉头颈外科/变态反应科/鼻眶上颌骨颅底中心, 广东 广州 510630

4. 首都医科大学附属北京宣武医院 耳鼻咽喉头颈外科, 北京 100730

**摘要:** **目的** 探讨经鼻内镜手术治疗局部复发鼻咽癌或鼻咽癌放疗后颅底骨坏死的颈内动脉保护技巧和围术期处理策略。**方法** 回顾性分析 2019 年 1 月至 2023 年 12 月于深圳市龙岗区耳鼻咽喉医院接受经鼻内镜下手术治疗的局部复发鼻咽癌及鼻咽癌颅底骨坏死患者临床资料, 对病变邻近或累及颈内动脉病例的性别与年龄、病变部位及其与颈内动脉关系、病变切除情况、术中重要血管的保护方法、术后颈内动脉出血及处理、术后病情恢复情况等进行分析总结。**结果** 共纳入患者 47 例, 男女比例 25:22, 平均 (50.98±10.93) 岁; 其中复发组 29 例, 病变侵犯颈内动脉 9 例; 骨坏死组 18 例, 病变侵犯颈内动脉 6 例。术后随访过程中, 复发组 5 例患者术后手术邻近部位肿瘤复发, 平均复发时间 15 个月; 术后颈内动脉破裂出血发生率为 6.9%, 死亡率为 10.34%。骨坏死组中 1 例患者术后 7 月再次发现骨坏死并再次行手术治疗; 术后颈内动脉破裂出血发生率为 5.6%, 死亡率为 11.11%。两组病例出血均发生于高位颈段颈内动脉, 患者术前均发现病变已侵犯颈内动脉。**结论** 对于鼻咽癌局部复发或放疗后颅底骨坏死, 特别是邻近或累及颈内动脉者, 术前需充分评估肿瘤范围及周围重要血管情况, 制定相应的手术方案及处理方法; 术中熟练掌握保护颈内动脉的手术技巧, 注重对大血管进行保护, 可提高手术安全性。

**关键词:** 局部复发鼻咽癌; 颅底骨坏死; 鼻内镜手术; 颈内动脉

中图分类号: R739.63

文献标志码: A

文章编号: 1673-3770(2025)04-0049-10

**引用格式:** 王再兴, 唐志元, 李定波, 等. 鼻咽癌放疗后肿瘤复发及颅底骨坏死引起颈内动脉破裂的治疗方案[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2025, 39(4):49-58. WANG Zaixing, TANG Zhiyuan, LI Dingbo, et al. Treatment of internal carotid artery rupture caused by tumor recurrence and skull base osteonecrosis after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma[J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2025, 39(4):49-58.

## Treatment of internal carotid artery rupture caused by tumor recurrence and skull base osteonecrosis after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma

WANG Zaixing<sup>1</sup>, TANG Zhiyuan<sup>2</sup>, LI Dingbo<sup>1</sup>, SHI Zhaohui<sup>3</sup>, ZENG Xianhai<sup>1</sup>, ZHANG Qiuhan<sup>1,4</sup>

1. Department of Otolaryngology, Shenzhen Longgang Otolaryngology hospital & Shenzhen Otolaryngology Research Institute, Shenzhen 518172, Guangdong, China

2. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery, Shenzhen University General Hospital, Shenzhen 518055, Guangdong, China

3. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery/Allergy/Naso-Orbital-Maxilla and Skull Base Center, The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong, China

4. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China

**Abstract: Objective** To investigate the internal carotid artery protection techniques and perioperative management strategies of endoscopic surgery for local recurrent nasopharyngeal carcinoma or skull base osteonecrosis after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma. **Methods** The clinical data of patients with local recurrent nasopharyngeal carcinoma and skull base osteonecrosis of nasopharyngeal carcinoma who received endoscopic surgery at Department of Otolaryngology, Shenzhen Longgang Otolaryngology hospital from January 2019 to December 2023 were retrospectively analyzed. The gender and age of the patients near or involving the

收稿日期: 2024-05-09

基金课题: 深圳市医学重点学科建设经费资助 (NO:SZXK039)

第一作者: 王再兴, 唐志元为共同第一作者

通信作者: 张秋航. E-mail: 13701267977@163.com

internal carotid artery were analyzed and summarized, the lesion site and its relationship with the internal carotid artery, the resection of the lesion, the protection methods of important blood vessels during the operation, the postoperative internal carotid artery bleeding and its management, and the postoperative recovery were analyzed and summarized. **Results** A total of 47 patients were included, with a male to female ratio of 25:22 and an average age of  $50.98 \pm 10.93$  years. There were 29 cases of recurrence and 9 cases of internal carotid artery invasion. In the osteonecrosis group, the lesion invaded the internal carotid artery in 6 cases. During the postoperative follow-up, 5 patients in the recurrence group had tumour recurrence at the site adjacent to surgery, and the average recurrence time was 15 months. The incidence of postoperative internal carotid artery rupture bleeding was 6.9% and the mortality rate was 10.34%. In the osteonecrosis group, 1 patient was found to have recurrent osteonecrosis at 7 months after surgery and was treated again. The incidence of postoperative internal carotid artery rupture bleeding was 5.6% and the mortality was 11.11%. Bleeding occurred in the high internal carotid artery in both groups, and the lesions were found to have invaded the internal carotid artery before surgery. **Conclusion** For patients with local recurrence of nasopharyngeal carcinoma or with skull base osteonecrosis near or involving the internal carotid artery after radiotherapy, the extent of the tumour and surrounding major blood vessels should be fully evaluated before surgery, and the appropriate surgical protocols and management methods should be formulated. Surgical safety can be improved by mastering the surgical skills to protect the internal carotid artery and by paying attention to the protection of major blood vessels.

**Key words:** Local recurrent nasopharyngeal carcinoma; Skull base bone necrosis; Nasal endoscopic surgery; Internal carotid artery

放疗伴或不伴化疗是鼻咽癌(nasopharyngeal carcinoma, NPC)的主要治疗方法<sup>[1-2]</sup>。尽管随着近年来放疗技术和治疗方案的明显改进,NPC 治疗效果及预后得到大幅度提升,但 NPC 患者仍具有肿瘤复发以及治疗相关并发症的风险,约有 8.4% ~ 10.9%的NPC 患者在初次治疗后的随访中出现局部复发<sup>[3]</sup>。此外,放疗后所引发的放射性骨坏死(osteonecrosis, ORN)仍是 NPC 最严重的并发症之一。尤其是颅底 ORN,因其病变与重要的神经血管结构和颅内腔非常接近,成为危及生命的严重并发症。

鼻内镜手术在成为难治性慢性鼻窦炎标准治疗方法的同时,也被证明是处理清除颅底坏死骨质和复发性鼻咽癌的可靠工具。鼻咽癌放疗后颅底 ORN 早期手术清创和重建是预防继发性并发症的关键治疗方法<sup>[4]</sup>,鼻内镜下颅底坏死组织切除及修复创面是目前主要治疗颅底 ORN 的手段。研究表明鼻内镜手术可彻底清除颅底坏死骨质及坏死灶,降低手术风险,提高患者生存质量<sup>[5-6]</sup>,另外经鼻内镜下鼻咽切除术已被证实是复发性鼻咽癌(recurrent NPC, rNPC)的主要治疗方法。与重复放疗相比,内镜鼻咽切除术具有更高的生存率和生活质量,治疗相关并发症较少的特点<sup>[7-8]</sup>。然而,对于病变侵犯颈内动脉(internal carotid artery, ICA)的 rNPC 或颅底 ORN 患者进行内镜手术是一个很大的挑战,因为在手术中需要定位 ICA,并且需要非常小心地分离病变以防止血管破裂,这可能是一个潜在的危及生命的并发症。

近年来,我们针对病变邻近或累及颈内动脉病例的 NPC 放疗后颅底 ORN 或 rNPC 患者,应用鼻

内镜手术治疗取得了较为满意的效果。本研究结合 47 例患者的临床资料,总结手术技术操作要点和临床经验,提出在临床中需注意的危险因素及应对策略,以供参考借鉴。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2019 年 1 月至 2023 年 12 月因鼻咽癌放疗后复发或颅底 ORN 就诊于深圳市龙岗区耳鼻喉医院耳鼻喉科并行经鼻内镜手术治疗的患者的资料。分组标准:①对于局部复发鼻咽癌患者,经鼻咽内镜或纤维喉镜检查,并行鼻咽活检病理确诊,纳入复发组;②对于 NPC 放疗后颅底 ORN 患者,结合症状及影像学确诊,包括恶臭、头痛、鼻出血、耳痛、耳溢和恶臭等症状,内镜检查结果包括鼻咽部见骨或死骨的任何组织坏死或恶臭分泌物的迹象<sup>[9]</sup>,鼻咽部颅底病变在 MRI 表现为 T1 加权图像和 T1 增强序列上呈低信号<sup>[10-11]</sup>,纳入骨坏死组。

收集纳入患者资料,包括:①性别、年龄、入院日期、症状、原发肿瘤资料等;②电子鼻咽喉镜检查及影像学检查,包括头颈部 CT、MRI 和脑血管造影(digital subtraction angiography, DSA);③手术部位以及具体手术方式;④手术效果评估及术后并发症记录。

在本研究中,影像学检查数据记录要点包括①鼻咽癌肿瘤部位及范围;②骨组织破坏程度:包括 MRI 评估基底斜坡、蝶骨体、海绵窦、岩尖和其他颅底区域骨坏死的范围及边界;③瘤体包绕颈内动脉百分比以及颈内动脉受累程度<sup>[12]</sup>,其中增强 MRI 显示病变与颈内动脉间距  $\leq 1.8$  mm 者设为颈

内动脉受侵的标准<sup>[13]</sup>。

## 1.2 随访及观察指标

患者确诊发病日期定为随访开始时间,结束时间为 2023 年 12 月。所有患者采用电话结合门诊随访方式,要求术后 1 周内复查 MRI 和 DSA 确认颈内动脉完好。术后前 3 个月,每个月复查 1 次;2 年之内每 6 个月复查 1 次;之后每年复查 1 次。每次复诊均行电子鼻咽喉镜检查,鼻咽颅底 MRI 或 CT 在治疗后前 2 年每 6 个月 1 次,之后每年 1 次。当患者出现复发病状或任何并发症时可以随时就诊。随访过程中记录患者的死亡时间及具体原因,以死亡为终止事件。

## 1.3 手术方法和技巧

所有患者术前均进行充分评估。手术在全麻下进行,针对侵犯颈内动脉区域进行内镜下颅底病变切除术。需要强调的是,肿瘤复发和骨坏死的处理技巧是不同的,肿瘤复发需要切除足够的安全缘,而颅底骨坏死是切除坏死骨质,尽可能保留正常黏膜,而且在切除骨坏死过程中尽量减少电凝及等离子设备的使用,避免二次损伤导致新的坏死,其他手术技术是相同的。手术中使用保护颈内动脉的手术技巧进行操作,不同程度地显露颈内动脉,并切除颅底病变。(深圳市耳鼻咽喉研究所解剖教研室提供解剖图片)。

### 1.3.1 鞍区手术技巧(海绵窦段颈内动脉的保护)

①解剖标志的辨认:斜坡凹陷、蝶骨平台、视神经颈内动脉隐窝、鞍底、海绵窦段颈内动脉与鞍底硬脑膜切迹;②手术操作:尽量避免用力牵拉及使用锐利器械切除海绵窦段颈内动脉周围病变;③术后处理:裸露的颈内动脉需要进行颅底重建,以保护裸露的颈内动脉。见图 1。

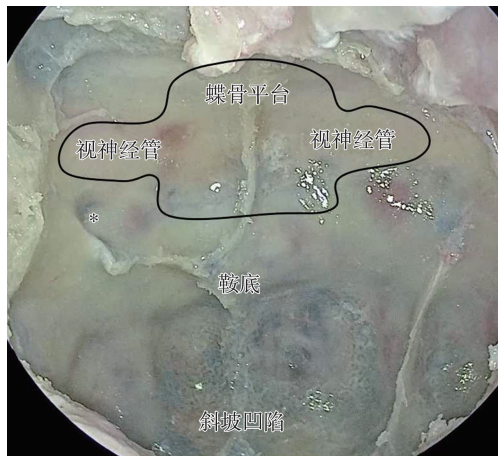


图 1 鞍区解剖结构图,\* 视神经颈内动脉隐窝  
Figure 1 Anatomical structure of the sellar region, \* optic nerve internal carotid artery recess;

### 1.3.2 斜坡区域手术技巧(斜坡旁段颈内动脉的保护)

①解剖结构的辨认:斜坡凹陷、翼管神经、圆孔;②手术器械使用:根据病变性质决定该区域手术器械的使用及颈内动脉周围病变的处理程度。具体而言,处理初次手术病例,因为没有瘢痕组织形成,等离子、剥离子、刮匙及取瘤钳等可用于切除病变。对于二次/多次手术或放化疗后的手术病例,对于靠近重要血管和神经的病变或瘢痕组织不能用等离子切除,而应采用剥离子、磨钻、取瘤钳及咬切钳切除病变;③术后处理:术后裸露的颈内动脉需要进行颅底重建。见图 2。

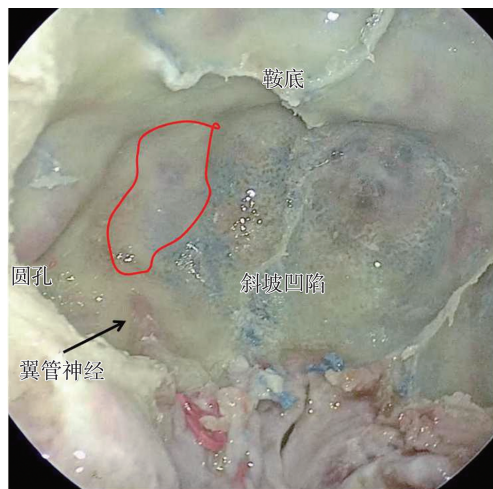


图 2 斜坡区域解剖图,红色线圈提示是右侧鞍旁段颈内动脉  
Figure 2 Anatomical diagram of the clival region. The red coil indicates the internal carotid artery of the right parasellar segment

### 1.3.3 颞下窝区域手术技巧(岩骨段颈内动脉的保护)

①解剖结构的辨认:卵圆孔、咽鼓管、翼管神经;②手术器械的使用:根据病变性质决定该区域手术器械的使用,特别是颅底磨钻及低温等离子,在该区域颈内动脉周围需要慎重使用;③术后处理:对于术后岩骨段裸露的颈内动脉需要使用肌肉进行颅底重建。见图 3。

### 1.3.4 颈静脉孔区域手术技巧(高位颈段颈内动脉的保护)

①解剖结构的辨认:卵圆孔、咽鼓管、棘孔、舌下神经孔、颈静脉孔;②手术方法:该区域需要内镜经口径路手术,颈内动脉变异及辨认困难,需要注意该区域手术器械的使用,建议针对颈内动脉周围病变进行钝性分离的方法进行处理;③术后处理:如果术后的颈内动脉表面有大范围的肌肉缺损及裸露,需带蒂肌肉瓣进行颅底重建。见图 4。

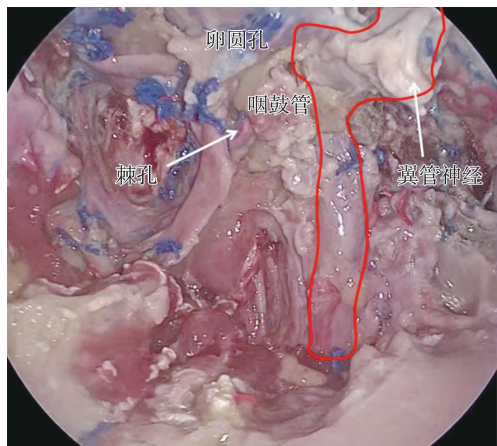


图 3 颞下窝解剖图,红色线圈提示是右侧岩骨段及高位颈段颈内动脉

Figure 3 Anatomical diagram of the infratemporal fossa. The red coil indicates the right petrosal segment and the internal carotid artery of the high cervical segment

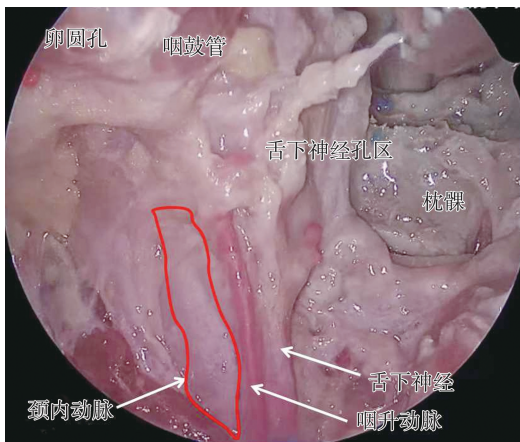


图 4 颈静脉孔区解剖,红色线圈提示是右侧颈段颈内动脉

Figure 4 Anatomy of the jugular foramen. The red coil indicates the internal carotid artery of the right cervical segment

## 2 结果

### 2.1 患者一般情况

经过严格的病例筛选后,47 例病变邻近或累及颈内动脉病例的颅底 ORN 或 rNPC 患者被纳入研究,其中男 25 例、女 22 例;年龄 25 ~ 73 (50.98 ± 10.93) 岁。

复发组 29 例,患者平均放疗次数 32.86 次,头痛发生率为 100%,鼻臭发生率为 37.93%,反复鼻出血发生率为 82.76%,听力下降发生率为 93.10%。

病变侵犯颈内动脉 9 例,1 号患者同时伴有斜坡区骨坏死;

骨坏死组 18 例,患者平均放疗次数 32.89 次,头痛发生率为 100%,鼻臭发生率为 100%,反复鼻出血发生率为 94.45%,听力下降发生率为 100%。病变侵犯颈内动脉 6 例,颅底骨坏死主要位于斜坡区。

两组患者一般资料及颅底病变部位、侵犯 ICA 情况等见表 1、表 2。

表 1 复发组肿瘤特征及颈内动脉受累情况表

Table 1 Tumor characteristics and internal carotid artery involvement in the recurrence group

序号	性别	年龄/岁	包绕 ICA 范围/%	病变邻近 ICA 距离/mm	肿瘤位置	累及分段
1	女	42	50	1	破裂孔	岩骨及高位颈段
2	男	62	30	2	鼻咽、岩尖、斜坡	破裂孔
3	男	65	50	1	鼻咽、翼腭窝	破裂孔
4	男	25	20	3	鼻咽、斜坡	斜坡旁段
5	女	63	10	3	翼腭窝、斜坡、蝶窦、海绵窦	斜坡、岩骨
6	男	67	40	2	鼻咽、斜坡、岩尖	破裂孔、岩骨
7	女	44	25	2	岩尖、斜坡、鞍区、海绵窦	斜坡、岩尖
8	女	39	20	1	鼻咽、岩尖、斜坡、翼腭窝、颞下窝	破裂孔、斜坡
9	女	28	30	2	鼻咽、斜坡	破裂孔
10	女	28	10	3	鼻咽、斜坡	破裂孔
11	男	73	10	3	鼻咽	破裂孔
12	女	49	50	1	鼻咽、颞下窝、翼腭窝	破裂孔、岩骨段
13	男	49	50	1	鼻咽、斜坡、岩尖	斜坡、破裂孔、岩骨
14	女	58	50	1	鼻咽、斜坡、岩尖	斜坡、破裂孔、岩骨
15	女	60	50	1	鼻咽、斜坡、岩尖	斜坡、破裂孔、岩骨
16	男	48	30	3	鼻咽、斜坡、岩尖	斜坡、破裂孔、岩骨
17	女	52	50	1	鼻咽、斜坡、岩尖	破裂孔
18	女	53	30	3	斜坡、破裂孔	破裂孔
19	男	49	30	2	鼻咽、斜坡	破裂孔

续表

序号	性别	年龄/岁	包绕 ICA 范围/%	病变邻近 ICA 距离/mm	肿瘤位置	累及分段
20	女	44	30	2	鼻咽、斜坡、岩尖	破裂孔、岩骨
21	男	45	60	1	鼻咽、斜坡、岩尖	岩骨段及斜坡旁段
22	女	53	60	2	鼻咽、斜坡、岩尖	破裂孔、岩骨
23	男	60	20	3	鼻咽、斜坡	破裂孔
24	女	46	20	3	鼻咽、斜坡	破裂孔
25	女	38	30	2	鼻咽、斜坡	破裂孔
26	男	50	30	3	鼻咽、斜坡	破裂孔
27	男	61	30	2	鼻咽、斜坡	破裂孔
28	男	61	30	3	鼻咽、斜坡、岩尖	破裂孔、岩骨
29	女	60	40	2	鼻咽、斜坡、岩尖	斜坡、破裂孔、岩骨

注:ICA 为颈内动脉。

表 2 骨坏死组病灶特征及颈内动脉受累情况表

Table 2 Lesion characteristics and internal carotid artery involvement in osteonecrosis group

序号	性别	年龄/岁	包绕 ICA 范围/%	病变邻近 ICA 距离/mm	累及分段
1	男	48	50	1	岩骨段
2	男	52	50	2	岩尖、破裂孔
3	男	53	60	1	斜坡、岩尖、破裂孔
4	女	34	50	2	斜坡
5	女	59	80	1	斜坡、破裂孔、岩骨
6	女	29	60	1	海绵窦、斜坡
7	男	62	50	2	斜坡
8	男	58	60	1	斜坡
9	女	45	30	3	斜坡
10	女	61	40	2	斜坡、破裂孔
11	女	47	30	3	斜坡
12	男	48	40	2	斜坡、岩骨
13	男	59	30	3	斜坡
14	男	45	30	2	斜坡
15	男	52	30	3	斜坡
16	男	60	20	3	斜坡
17	男	62	30	1	斜坡
18	男	50	40	2	斜坡

注:ICA 为颈内动脉。

## 2.2 生存预后

所有患者均在完成术前充分评估后行经鼻内镜下颅底病变切除术,手术过程使用保护颈内动脉的手术技巧进行操作,不同程度地显露颈内动脉,均未损伤重要血管。

术后随访时间 2~53 个月,平均随访时间(21.15±11.47)个月。两组病例出血均发生于高位颈段颈内动脉,患者术前均发现病变已侵犯颈内动脉。

### 2.2.1 复发组

术后手术邻近部位肿瘤复发 5 例,平均复发时间 15 个月;出现远处转移死亡 1 例;术后 6 个月因脑梗死亡 1 例;术后 2 个月死于颈内动脉破裂出血 1 例,出现左侧颈内动脉出血行 DSA 栓塞止血成功 1 例。术后颈内动脉破裂出血发生率为 6.9%

(2/29),死亡率为 10.34%(3/29)。

### 2.2.2 骨坏死组

术后 7 个月再次发现骨坏死并再次行手术治疗 1 例;术后 3 个月因脑梗死亡 1 例;术后 1 个月颈内动脉破裂出血死亡 1 例。颈内动脉破裂出血发生率为 5.6%(1/18),死亡率为 11.11%(2/18)。

## 2.3 典型病例

### 2.3.1 病例 1

患者女,37 岁,鼻咽癌放疗后 9 年,右侧头痛 5 个月就诊。鼻咽核磁共振检查发现斜坡、右侧岩尖、海绵窦见病变,包绕右侧颈内动脉海绵窦段及斜坡旁段。病理活组织检查提示:未分化非角化性癌。进行内镜经鼻入路岩斜坡区病变切除术,手术顺利,术后随访三年,无复发。见图 5。

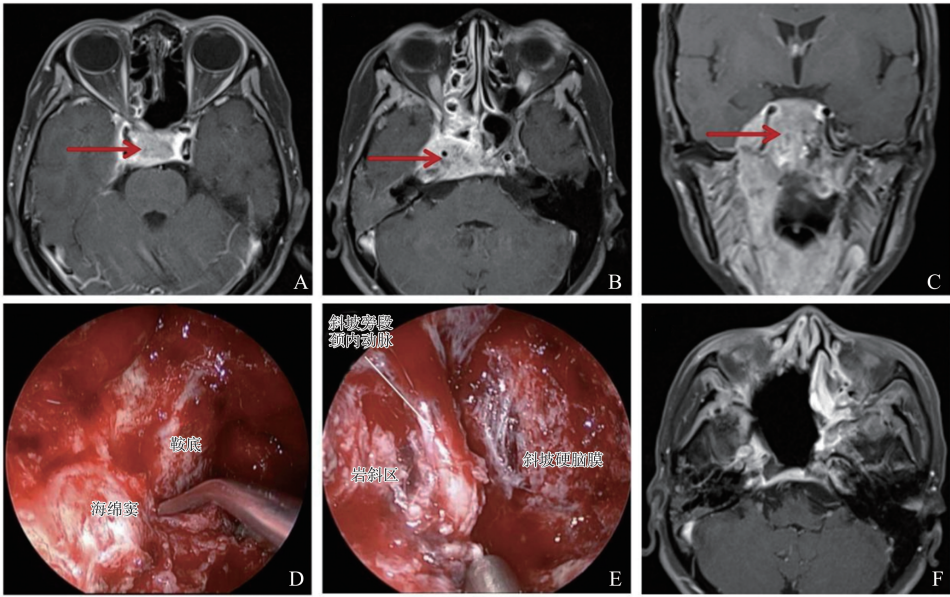


图 5 例子 1 患者术前术后鼻窦增强核磁共振及术中所见

A~C: 术前鼻咽部 MRI 检查提示鼻咽部肿瘤 (红色箭头); D~E: 术中对重要解剖位置的暴露; F: 术后鼻咽部 MRI 检查  
Figure 5 Pre- and post-operative enhanced MR and intraoperative imagine of sinus in patient 1

A-C: Preoperative nasopharyngeal MRI examination indicating nasopharyngeal tumor (red arrow); D-E: Intraoperative exposure to important anatomical sites; F: Postoperative nasopharyngeal MRI

### 2.3.2 病例 2

患者女, 38 岁, 鼻咽癌放疗后 4 年, 鼻臭感伴头痛半年。既往有鼻咽癌复发手术病史, 术后病情控制欠佳, 再次复发。鼻咽核磁共振检查提示: 左侧岩尖和颞下窝见病变, 包绕左侧颈内动脉岩骨段。术前颈内动脉 BOT 实验提示阴性, 无手术

禁忌症。予全麻气管插管内镜下左侧岩尖和颞下窝肿瘤切除术, 手术顺利。术后 1 月出现右侧颈内动脉破裂出血, 压迫止血后进行颈内动脉栓塞后无再次出血, 术后进行靶向及免疫治疗, 三年内肿瘤无复发。见图 6。

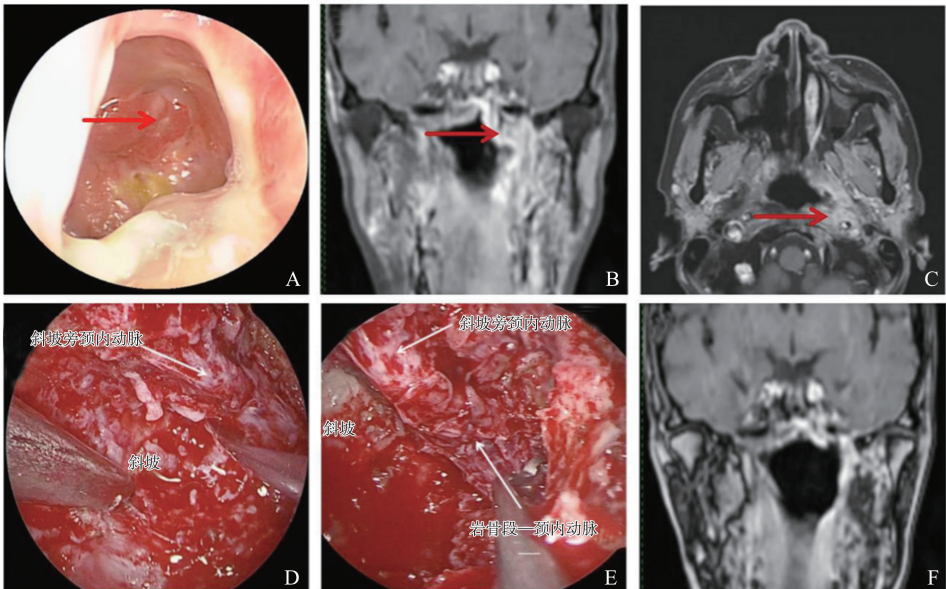


图 6 例子 2 患者术前术后鼻窦增强 MR 及术中所见

A: 术前内镜检查提示鼻咽部隆起肿瘤位置; B~C: 术前鼻咽部 MRI 检查提示鼻咽部肿瘤 (红色箭头); C~E: 术中对重要解剖位置的暴露; F: 术后鼻咽部 MRI 检查  
Figure 6 Pre- and post-operative enhanced MR and intraoperative imagine of sinus in patient 2

A: Preoperative endoscopic examination indicated the location of the nasopharyngeal eminence tumor B-C: Preoperative nasopharyngeal MRI examination indicates nasopharyngeal tumor (red arrow); D-E: Intraoperative exposure to important anatomical sites; F: Postoperative nasopharyngeal MRI

## 3 讨论

### 3.1 处理方式

熟练掌握 ICA 解剖定位关系是手术安全进行的基础。在手术中,咽鼓管骨段开口的后部靠近咽旁颈内动脉,因此可以作为术中定位咽旁段颈内动脉的可靠标志之一。翼管神经则是另一个关键的解剖标志,可作为颈内动脉岩骨段和斜坡旁段之间连接的标志。此外,手术中使用导航系统也能帮助定位颈内动脉和其他重要的解剖标志。在定位颈内动脉后,尽可能小心分离并移除侵入颈内动脉的肿瘤,以防止血管破裂引起严重并发症。为保证肿瘤的完整切除,在切除肿瘤后还需根据术前增强 MRI 显示的病变范围,在切缘的上、下、左、右代表部位切取手术切缘送检。

#### 3.1.1 颈内动脉处理策略

术前进行充分的影像学评估,特别是核磁共振检查及颈内动脉造影。根据病变性质和影像学特征决定是否进行颈内动脉造影及球囊闭塞实验(balloon occlusion test, BOT)。

对于需要进行颈内动脉球囊闭塞实验的患者,根据球囊闭塞试验结果决定术中的外科干预程度,术前 BOT(-)对于恶性肿瘤,为了根治性切除肿瘤,甚至可以牺牲颈内动脉;术前 BOT(+)可选择血管搭桥或者颅内动脉支架植入术,以确保颈内动脉的供血。

不主张术前进行颈内动脉闭塞,因为即便是累及颈内动脉的恶性肿瘤,术中颈内动脉破裂的概率也很小<sup>[14]</sup>。可以考虑术中应用影像导航系统及术中血管超声多普勒检查,对颈内动脉进行确认及予以保护,一旦术中颈内动脉破裂,需要果断进行碘仿纱条填塞,再进行血管介入治疗。

#### 3.1.2 颈内动脉处理的注意事项

术前 BOT 检查阴性且侧支循环代偿良好的患者,术中可安全暴露颈内动脉的咽旁段、岩骨段、斜坡段和海绵窦段,采取积极的内镜下鼻咽扩大切除术。切除颈内动脉周围结构时可借助影像导航系统及术中血管超声探头仔细辨认颈内动脉,谨防医源性损伤出血。如遇出血情况,可术中颈内动脉压闭后行颈内动脉造影及栓塞。

向下切除范围包括鼻咽腔、下鼻甲后端、上颌窦后、内侧壁、腭骨垂直板、翼突内外板、腭帆张肌、腭帆提肌、颊咽筋膜等。向后处理破裂孔周围病变,预先开放蝶窦辅助定位斜坡旁至破裂孔段颈内动脉。影像导航系统及术中血管超声也可辅助辨认位于咽

鼓管软骨深面的颈内动脉破裂孔段。破裂孔段颈内动脉骨管不完整,肿瘤更易经此途径侵犯颈内动脉。尽量保留颈内动脉外膜可预防术后形成假性动脉瘤。

肿瘤侵犯颅内的主要途径为海绵窦,钝性刮除海绵窦内肿瘤时,应避免过度牵拉硬脑膜和动脉,需警惕颈内动脉在海绵窦内的分支。同时注意保护海绵窦顶后壁的完整,避免血液进入颅内,为出血后的救治提供条件。由于射频等离子刀和单极电凝刀的工作距离难以精确把握,临近颈内动脉操作应避免使用此类设备。手术结束后取自体筋膜组织或鼻中隔黏膜瓣来修复颅底和加固颈内动脉。

#### 3.1.3 颈内动脉出血的处理

无论术中还是术后的颈内动脉出血,致死和致残率均极高,都应慎重对待。需要在出血的早期,在内镜辅助下进行准确、可靠的压迫止血。通常以碘仿纱条填塞压迫颈内动脉,填塞术腔,下方以水囊或前后鼻孔填塞来支撑纱条。填塞止血后应尽早进行血管内介入治疗。介入治疗通常分为颈内动脉闭塞术及颈内动脉覆膜支架置入术两类。此外,如果不适合血管内治疗者,还可以考虑血管搭桥手术。

#### 3.1.4 术腔的修复策略

原则上只有颈内动脉裸露或硬脑膜暴露及有缺损时才需要使用自体游离或带蒂组织瓣修复。此外,术腔缺损导致功能障碍,如硬腭、皮肤缺损等需要修复。其余情况不需要修复,更不能过度修复。

### 3.2 挽救性鼻内镜手术的重要意义

由于鼻咽在解剖学上难以接近,再照射相关的并发症风险高,鼻咽癌患者局部区域失败的管理一直是耳鼻喉科和放疗科医生面临的挑战。rNPC 通常具有很强的放射耐药性,治疗效果不理想<sup>[15]</sup>。一些学者提出,再照射只能考虑用于有限的患者群体,即那些没有其他治疗选择的患者,或者作为手术的辅助治疗<sup>[16]</sup>。近年来,多项针对 rNPC 治疗方案的研究表明,鼻咽切除术比调强放疗或二维常规放疗具有更好的生存率<sup>[17-19]</sup>。特别是挽救性鼻内镜手术已被证明具有良好的效果和较少并发症的独特的优势<sup>[17]</sup>。然而,由于鼻咽部血液供应丰富,肿瘤不断侵蚀周围组织,特别是放疗区域缺乏健康黏膜及组织覆盖,复发的肿瘤更容易包绕侵犯颈内动脉。如何在鼻内镜手术过程中保护 ICA 一直是一大挑战。

另一方面多项研究表明,颈内动脉暴露是鼻咽坏死难以修复的独立不良预后因素。骨坏死是鼻咽癌放疗后的严重并发症,可引起颈内动脉破裂出血

导致致残甚至致命<sup>[20-21]</sup>。鼻咽癌常侵犯颅底,而放疗后肿瘤消失骨表面失去正常粘膜,因微循环缺乏而缺血缺氧,最终导致放射性骨坏死。侧向扩张的溃疡最终可能导致颈内动脉暴露。此时,被放疗破坏的血管由于受到鼻咽细菌的污染和干燥空气的持续刺激将进一步加重损伤<sup>[22]</sup>。因此,在我们的回顾分析中,骨坏死组的患者鼻出血率可高达 94.45%。对于这种反复的鼻出血,采用鼻内镜下鼻咽坏死组织清创术能最大范围地清除坏死骨质组织,祛除细菌繁殖的基础条件,控制病情进一步恶化。

### 3.3 辩证看待颈内动脉球囊闭塞试验的必要性

对于肿瘤包绕或者病变侵犯颈内动脉的患者,我们认为在围手术期完善颈内动脉球囊闭塞试验(balloon occlusion test, BOT)及颈内动脉栓塞处理尤为重要<sup>[23-25]</sup>。我们的治疗策略是在术前进行 BOT 决定手术方式,对于 BOT 阴性结果,由于对侧颈内动脉能够对患侧颅内血供进行代偿,此时术者可扩大病变的手术切除范围,特别是对咽旁段、岩骨段、斜坡段以及鞍旁段的肿瘤进行根治性切除。手术还可根据病变侵犯的程度,适时进行颈内动脉的栓塞和切除,以提高病变的全切率和患者的生存率。若 BOT 试验结果为阳性,处理侵犯颈内动脉的肿瘤时需格外谨慎,注重保护颈内动脉,尽量轻柔地分离并切除肿瘤组织,避免在颈内动脉周围使用射频等离子刀、单极电凝刀等可能引发血管破裂的设备,以预防严重并发症的发生。最后,对术中显露颈内动脉患者进行自体筋膜组织或鼻中隔黏膜瓣颅底重建,以覆盖和加固颈内动脉。

值得一提的是,无论 BOT 试验阴性与否,笔者团队都不主张术前进行常规颈内动脉闭塞<sup>[14]</sup>。因为尽管采用了包括降压加强试验在内的多种方法,BOT 试验阴性患者中仍有高达 5%~20% 的患者在行颈内动脉闭塞后出现脑缺血,甚至术后出现颈内动脉夹层、动脉血栓形成、假性动脉瘤以及脑梗死等严重并发症<sup>[8-9,16]</sup>。因此我们认为,一侧颈内动脉牺牲应始终作为治疗的最后选择。另外,我们临床实际中观察到,即便是累及颈内动脉的颅底病变,手术中使用保护颈内动脉的手术技巧进行操作,不同程度地显露颈内动脉,术中颈内动脉破裂的概率也很小。通过经鼻内镜入路了解 ICA 的解剖结构,根据 BOT 试验结果以及颅底病变的位置、性质及病变与 ICA 的关系,确定切除范围及术式,尽可能避免损伤颈内动脉是至关重要的。但临床实际中还存在另一种情况。在本病例回顾中,1 例颅底 ORN 患者术前反复鼻出血,DSA 检查发现出血来源于假性动脉

瘤。假性动脉瘤是血管局部压力增大动脉壁破裂出血后,血液自破口流出而被邻近的组织包裹形成血肿,血肿机化形成外壁,血肿腔内面为动脉内膜细胞延伸形成内膜而形成<sup>[26]</sup>。此类假性动脉瘤破裂出血量大,病情凶险。因此临床医师需特别关注,发现时应及时予以栓塞。此外,还需注意直接行颈内外动脉造影可能会对此动脉瘤的造成直接冲击,从而造成瘤体破裂大出血而死亡<sup>[27]</sup>,此时应优先选择行颈总动脉造影。

### 3.4 鼻内镜颅底手术颈内动脉损伤特点

在鼻内镜颅底手术中,动脉损伤发生率仅为 0.1%~0.9%<sup>[28-30]</sup>。ICA 损伤更为罕见,发生率为 0%~0.26%<sup>[30]</sup>。然而,报告的动脉损伤率可能低估了实际发生率,因为大多数此类损伤没有被客观报道<sup>[31]</sup>。此外,对于邻近 ICA 的颅底病变,其鼻内镜手术 ICA 损伤率仍鲜有报道。由于颈内动脉周围骨质缺陷、路径异常、动脉壁薄弱、肿瘤包裹或位移、患者接受过二次手术或放疗、以及缺乏专门的鼻内镜颅底手术器械等因素,鼻内镜下颅底手术仍然面临颈内动脉损伤的高风险<sup>[32]</sup>。因此,颅底病变与颈内动脉的关系,被认为是判断病变能否完整切除的关键指标之一<sup>[33]</sup>。本研究回顾了经鼻内镜下手术治疗病变邻近或累及颈内动脉的颅底 ORN 或 rNPC 患者,发现复发组术后 ICA 破裂出血发生率为 6.9%,骨坏死组术后 ICA 破裂出血发生率为 5.6%。对于本研究 5.6%~6.9% 的术后 ICA 破裂出血发生率,笔者团队认为是可接受的临床结果,对于 ICA 受累的颅底病变,以上临床疗效仍是令人满意的;另一方面,与高达 5%~20% 的颈内动脉闭塞并发症相比,以上并发症发生率无疑可为患者带来更多获益。此外,通过回顾性分析我们还发现,以上颈内动脉破裂均发生于高位颈段颈内动脉,患者术前均确诊病变已侵犯颈内动脉(病变与颈内动脉间距 $\leq 1.8$  mm),因此该段 ICA 应在术中加以警惕。此外,由于靠近颈内动脉,阴性边缘的侧位剥离也是危险的,过多的横向剥离也会使动脉附近的血管缺乏支撑,容易导致动脉延迟破裂。

需要指出的是,由于本研究为回顾性分析,单中心为基础的研究设计可能限制了研究结果的普遍性,未来还需要更高质量、更大样本量的研究来验证我们的观点。但是,尽管存在以上局限性,本研究结果仍为临床上病变邻近或累及颈内动脉的颅底 ORN 或 rNPC 鼻内镜手术总结了手术技术操作要点和临床经验,并提出了在临床中需注意的危险因素及应对策略以供参考借鉴。总之,对于鼻咽癌局

部复发或放疗后颅底骨坏死病变邻近或累及颈内动脉者,术前充分评估肿瘤范围及周围重要血管情况,制定相应的手术方案及处理方法;术中熟练掌握 ICA 解剖定位关系,熟练掌握保护颈内动脉的手术技巧,注重对大血管进行保护;以上要点可显著提高患者的生存率,降低治疗相关并发症的发生率。

### 3.5 小结及展望

未来,除了优秀手术团队的建设,内镜颅底解剖细节及其与 ICA 的解剖定位关系的全面了解将进一步提升手术安全性。随着医疗科技、技术的不断进步,积极探索医疗新技术与内镜颅底外科融合策略,术中采用如 3D 视觉与打印、多模态神经导航、机器人辅助等技术准确定位相关解剖标志,将进一步降低鼻内镜颅底手术的 ICA 损伤风险。

### 参考文献:

[1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424. doi:10.3322/caac.21492

[2] Wong KCW, Hui EP, Lo KW, et al. Nasopharyngeal carcinoma: an evolving paradigm [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2021, 18(11): 679-695. doi:10.1038/s41571-021-00524-x

[3] Lai SZ, Li WF, Chen L, et al. How does intensity-modulated radiotherapy versus conventional two-dimensional radiotherapy influence the treatment results in nasopharyngeal carcinoma patients? [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011, 80(3): 661-668. doi:10.1016/j.ijrobp.2010.03.024

[4] Chapchay K, Weinberger J, Eliashar R, et al. Anterior skull base reconstruction following ablative surgery for osteoradionecrosis: case report and review of literature[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2019, 128(12): 1134-1140. doi:10.1177/0003489419865558

[5] 陈卓. 鼻咽癌放疗后复发和广泛颅底骨坏死的内镜手术治疗观察[D]. 广州: 南方医科大学, 2017

[6] 王雅宁, 耿博, 李百彦, 等. 鼻咽癌放疗后颅底骨感染坏死的治疗体会[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2016, 30(6): 42-45. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2016.076

WANG Yaning, GENG Bo, LI Baiyan, et al. The treatment experience on osteoradionecrosis of skull base with nasopharyngeal carcinoma after radiotherapy [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2016, 30(6): 42-45. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2016.076

[7] Hao CY, Hao SP. The management of rNPC: salvage sur-

gery vs. Re-irradiation [J]. *Curr Oncol Rep*, 2020, 22(9): 86. doi:10.1007/s11912-020-00949-0

[8] Li WP, Lu HY, Wang H, et al. Salvage endoscopic nasopharyngectomy in recurrent nasopharyngeal carcinoma: prognostic factors and treatment outcomes [J]. *Am J Rhinol Allergy*, 2021, 35(4): 458-466. doi:10.1177/1945892420964054

[9] 黄晓明, 郑亿庆, 麦海强, 等. 鼻咽癌放射治疗后颅底骨坏死的诊断和治疗[J]. *中华耳鼻咽喉科杂志*, 2004, 39(9): 558-561. doi:10.3760/j.issn:1673-0860.2004.09.013

HUANG Xiaoming, ZHENG Yiqing, MAI Haiqiang, et al. Diagnosis and treatment on osteoradionecrosis of skull base after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma [J]. *Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2004, 39(9): 558-561. doi:10.3760/j.issn:1673-0860.2004.09.013

[10] Leonetti JP, Weishaar JR, Gannon D, et al. Osteoradionecrosis of the skull base [J]. *J Neurooncol*, 2020, 150(3): 477-482. doi:10.1007/s11060-020-03462-3

[11] Greenhill MJ, Jean SP, Duhancioglu G, et al. Osteoradionecrosis of the skull base in nasopharyngeal carcinoma [J]. *Radiol Imaging Cancer*, 2023, 5(1): e220159. doi:10.1148/rycan.220159

[12] Zhang HK, Sun XC, Yu HP, et al. Assessment of internal carotid artery invasion with the endoscopic endonasal approach: implications of a new grading system and security strategy [J]. *J Craniofac Surg*, 2021, 32(3): 1006-1009. doi:10.1097/SCS.00000000000007045

[13] Yoo MH, Lee HS, Yang CJ, et al. A cadaver study of mastoidectomy using an image-guided human-robot collaborative control system [J]. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2017, 2(5): 208-214. doi:10.1002/lio2.111

[14] 王再兴, 张秋航, 曾宪海, 等. 不栓塞条件下经鼻内镜手术治疗侵犯颈内动脉颅底肿瘤的应用[J]. *汕头大学医学院学报*, 2024, 37(2): 90-94. doi:10.13401/j.cnki.jsunc.2024.02.007

WANG Zaixing, ZHANG Qiuhang, ZENG Xianhai, et al. Application of transnasal endoscopic surgery for tumours of the skull base invading the internal carotid artery without embolisation conditions [J]. *Journal of Shantou University Medical College*, 2024, 37(2): 90-94. doi:10.13401/j.cnki.jsunc.2024.02.007

[15] Tringale KR, Lee NY. Re-irradiation versus surgery for locally recurrent nasopharyngeal carcinoma [J]. *Lancet Oncol*, 2021, 22(6): e218. doi:10.1016/S1470-2045(21)00238-2

[16] Hoebbers F, Heemsbergen W, Moor S, et al. Reirradiation for head-and-neck cancer: delicate balance between

- effectiveness and toxicity [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011, 81 (3): 111-118. doi: 10.1016/j.ijrobp.2011.01.004
- [17] Zou X, Han F, Ma WJ, et al. Salvage endoscopic nasopharyngectomy and intensity-modulated radiotherapy versus conventional radiotherapy in treating locally recurrent nasopharyngeal carcinoma [J]. *Head Neck*, 2015, 37 (8): 1108-1115. doi:10.1002/hed.23719
- [18] Na'ara S, Amit M, Billan S, et al. Outcome of patients undergoing salvage surgery for recurrent nasopharyngeal carcinoma; a meta-analysis [J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21(9):3056-3062. doi:10.1245/s10434-014-3683-9
- [19] Chan JYW, Wei WI. Recurrent nasopharyngeal carcinoma after salvage nasopharyngectomy [J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012, 138(6): 572-576. doi:10.1001/archoto.2012.832
- [20] Jimenez-Jimenez E, Martí SS, Villas MV. Tension pneumocephalus related to radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma [J]. *Case Rep Oncol Med*, 2014, 2014: 327380. doi:10.1155/2014/327380
- [21] Shaikh N, Makary CA, Ryan L, et al. Treatment outcomes for osteoradionecrosis of the central skull base: a systematic review [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2022, 83(2): 521-529. doi:10.1055/s-0041-1733973
- [22] Jang JW, Chan AW. Prevention and management of complications after radiotherapy for skull base tumors: a multidisciplinary approach [J]. *Adv Otorhinolaryngol*, 2013, 74: 163-173. doi:10.1159/000342293
- [23] Zou X, Wang SL, Liu YP, et al. A curative-intent endoscopic surgery for postradiation nasopharyngeal necrosis in patients with nasopharyngeal carcinoma [J]. *Cancer Commun*, 2018, 38(1): 74. doi:10.1186/s40880-018-0338-4
- [24] Chen MY, Mai HQ, Sun R, et al. Clinical findings and imaging features of 67 nasopharyngeal carcinoma patients with postradiation nasopharyngeal necrosis [J]. *Chin J Cancer*, 2013, 32(10): 533-538. doi:10.5732/cjc.012.10252
- [25] Huang XM, Zheng YQ, Zhang XM, et al. Diagnosis and management of skull base osteoradionecrosis after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma [J]. *Laryngoscope*, 2006, 116(9): 1626-1631. doi:10.1097/01.mlg.0000230435.71328.b9
- [26] Cheng KY, Lee KW, Chiang FY, et al. Rupture of radiation-induced internal carotid artery pseudoaneurysm in a patient with nasopharyngeal carcinoma: spontaneous occlusion of carotid artery due to long-term embolizing performance [J]. *Head Neck*, 2008, 30(8): 1132-1135. doi:10.1002/hed.20753
- [27] 肖荣, 朱晓黎, 倪才方, 等. 难治性及威胁生命的鼻出血血管内治疗疗效评价及并发症防治策略 [J]. *临床放射学杂志*, 2009, 28(11): 1544-1548
- XIAO Rong, ZHU Xiaoli, NI Caifang, et al. Evaluation of efficacy and complications of arterial embolisation in the management of intractable and life-threatening epistaxis [J]. *Journal of Clinical Radiology*, 2009, 28 (11): 1544-1548
- [28] Gondim JA, Almeida JPC, Albuquerque LAF, et al. Endoscopic endonasal approach for pituitary adenoma: surgical complications in 301 patients [J]. *Pituitary*, 2011, 14(2): 174-183. doi:10.1007/s11102-010-0280-1
- [29] Vaz-Guimaraes F, GARDNERI PA, Fernandez-Miranda JC, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery for vascular lesions: a systematic review of the literature [J]. *J Neurosurg Sci*, 2016, 60(4): 503-513
- [30] Romero ADCB, Lal Gangadharan J, Bander ED, et al. Managing arterial injury in endoscopic skull base surgery: case series and review of the literature [J]. *Oper Neurosurg*, 2017, 13(1): 138-149. doi: 10.1227/NEU.0000000000001180
- [31] Safaee M, Young JS, El-Sayed IH, et al. Management of noncatastrophic internal carotid artery injury in endoscopic skull base surgery [J]. *Cureus*, 2019, 11(8): 5537. doi:10.7759/cureus.5537
- [32] Watanabe K, Zomorodi AR, Labidi M, et al. Visualization of dark side of skull base with surgical navigation and endoscopic assistance: extended petrous rhomboid and rhomboid with maxillary nerve-mandibular nerve vidian corridor [J]. *World Neurosurg*, 2019, 129: 134-145. doi:10.1016/j.wneu.2019.05.062
- [33] Ferrari M, Zanoletti E, Taboni S, et al. Resection of the internal carotid artery in selected patients affected by cancer of the skull base [J]. *Head Neck*, 2022, 44(4): 1030-1042. doi:10.1002/hed.26967

(编辑:李纬)