

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202322329

· 论著 ·

# 单侧上颌窦真菌球患者上颌窦解剖参数的CT研究

周威邦<sup>1</sup>, 刘小涵<sup>2</sup>, 杨佩宣<sup>1</sup>, 孔江维<sup>1</sup>, 李雨琦<sup>1</sup>, 张小兵<sup>2</sup>

(1. 兰州大学第一临床医学院, 甘肃 兰州 730030; 2. 兰州大学第一医院耳鼻咽喉头颈外科, 甘肃 兰州 730030)

**摘要:** **目的** 探讨单侧上颌窦真菌球(UMFB)与上颌窦解剖参数的关系。**方法** 回顾性分析55例UMFB患者的鼻窦CT资料,应用Mimics 21.0软件对双侧上颌窦进行三维重建,同时测量计算患侧与健侧上颌窦的容积、表面积、气化系数、骨壁厚度及密度等解剖参数,并对得到的数据进行统计学分析。**结果** ①UMFB患者的双侧上颌窦中,患侧上颌窦容积、内表面积、气化系数、上下径均较健侧小,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),而左右径、前后径的差异无统计学意义( $P > 0.05$ );患侧上颌窦骨壁厚度及密度均较健侧大,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ );②UMFB患侧上颌窦解剖参数与Lund-Mackay评分均无相关性( $P > 0.05$ )。**结论** UMFB更好发于上颌窦容积、表面积、气化系数以及上下径较小的一侧。上颌窦骨壁厚度及密度增大对于诊断UMFB具有一定价值。

**关键词:** 真菌球;上颌窦;三维重建;气化系数

中图分类号:R765.4

## Relationship between maxillary sinus anatomical parameters and unilateral maxillary sinus fungus ball: A computed tomography study

ZHOU Weibang<sup>1</sup>, LIU Xiaohan<sup>2</sup>, YANG Peixuan<sup>1</sup>, KONG Jiangwei<sup>1</sup>, LI Yuqi<sup>1</sup>, ZHANG Xiaobing<sup>2</sup>

(1. the First School of Clinical Medicine, Lanzhou University, Lanzhou 730030, China; 2. Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China)

**Abstract:** **Objective** To investigate the relationship between the unilateral maxillary sinus fungus ball (UMFB) and maxillary sinus anatomical parameters. **Methods** The computed tomography (CT) data of 55 patients with UMFB were retrospectively analyzed. The software Mimics 21.0 was used for the three-dimensional reconstruction of bilateral maxillary sinuses. The volume, surface area, gasification coefficient, bone wall thickness, and density of the affected and healthy maxillary sinuses were measured and calculated, and the obtained data were statistically analyzed. **Results** ①In the UMFB patients, the volume, internal surface area, gasification coefficient, and superior-inferior diameter of the affected side were all smaller than those of the healthy side, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ), but there were no significant differences in the left-right diameter and anterior-posterior diameter ( $P > 0.05$ ). The thickness and density of the maxillary sinus bone wall on the affected side were higher than those on the healthy side ( $P < 0.05$ ). ②There were no correlations between the anatomic parameters of the maxillary sinus and the Lund-Mackay score on the affected side of UMFB ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** UMFB is more likely to occur on the side with a smaller volume, surface area, gasification coefficient, and superior-inferior diameter of the maxillary sinus. The increased thickness and density of maxillary sinus bone wall have certain diagnostic value for UMFB.

**Keywords:** Fungus ball; Maxillary sinus; Three-dimensional reconstruction; Gasification coefficient

真菌球是非侵袭性真菌性鼻窦炎中最常见的类型,多见于中老年女性,近20年在我国的发病率呈逐年上升趋势<sup>[1]</sup>。真菌球的发病机制较为复杂,目前关于真菌球与鼻腔、鼻窦解剖结构变异的联系具

有较大争议<sup>[2-3]</sup>。上颌窦是真菌球最常累及的部位,且多为单侧,本研究拟选取单侧上颌窦真菌球(unilateral maxillary sinus fungus ball,UMFB)患者的鼻窦CT进行三维重建,并将纳入病例的患侧与健

侧上颌窦容积、表面积、气化系数、骨壁厚度及密度等解剖参数进行对比分析,进一步探讨 UMFB 与上颌窦解剖参数的关系以及 UMFB 的发病特点,为临床诊断和治疗提供思路。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

收集 2017 年 1 月—2022 年 6 月在兰州大学第一医院住院并行手术治疗的 55 例 UMFB 患者,其中男 20 例,女 35 例;年龄 18 ~ 87 岁,平均年龄  $(55.53 \pm 14.27)$  岁,中位年龄 55 岁。患者就诊时主要临床症状伴有鼻塞 31 例,流涕 24 例,头痛 19 例,颜面部疼痛 9 例,眼球胀痛 3 例,鼻腔异味 3 例,2 例就诊时无特殊症状。纳入病例的术前影像学表现、术中所见均符合真菌球的特征,术后病理标本中可见大量真菌菌丝及孢子,且该病变仅局限于单侧上颌窦。排除标准:①既往有鼻面部外伤史或手术史;②合并有鼻息肉、鼻腔鼻窦占位性病变等其他鼻部疾病;③先天性上颌窦发育不全;④近 1 个月有鼻部不适的患者。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 鼻窦 CT 扫描** 所有纳入患者术前均采用 64 排 128 层螺旋 CT 进行鼻窦扫描,扫描参数:层厚、层间距均为 1 mm;骨窗窗宽 1 500 HU,窗位 450 HU;软组织窗宽 300 HU,窗位 40 HU。将得到的 CT 原始数据拷贝到个人电脑中,并导入到 Mimics 21.0 软件中。同时应用鼻窦 CT Lund-Mackay 评分系统<sup>[4]</sup>对纳入病例的病情严重程度进行评估,由于本研究纳入的病例均为单侧上颌窦受累,故只需对患侧上颌窦及窦口鼻道复合体进行评分(鼻窦:0 分 = 无异常,1 分 = 部分浑浊,2 分 = 全部浑浊;OMC:0 分 = 无阻塞,2 分 = 阻塞),评分由两位本专业经验丰富的医师共同完成。

**1.2.2 上颌窦的三维重建** 运用 Mimics 21.0 软件中的阈值分割工具,选择 -1 024 ~ 225 HU 的阈值范围将上颌窦骨壁与窦腔一部分自动分割开来,当组织界限不清时使用手动编辑蒙版,逐层精确分割。再用不同颜色的蒙版标记患侧与健侧上颌窦,最终完整得到双侧上颌窦的二维图像,将二维数据生成三维立体形态并进行光滑处理,最终得到优化后的双侧上颌窦三维模型(图 1)。

**1.2.3 上颌窦解剖参数的测量与运算** 本研究可通过软件运算可自动得到双侧上颌窦的容积、表面

积、左右径(x)、上下径(y)和前后径(z)(图 1b)。x 为上颌窦在三维空间中左最点和最右点所在的 2 个矢状面间距离,y 为最上点和最下点所在的 2 个横截面间距离,z 为最前点和最后点所在的 2 个冠状面间距离。将软件运算得到的上颌窦的容积除以 x、y、z 的乘积即为气化系数<sup>[5]</sup>。即气化系数 = 上颌窦实测容积/估算容积。尚红坤等<sup>[6]</sup>根据上颌窦气化系数的大小,将上颌窦的三维立体形态分为凹陷型、适中型和饱满型,3 种类型的气化系数分别为 < 0.300、0.300 ~ 0.420、> 0.420。

参考 Jun 等<sup>[7]</sup>的测量方案,上颌窦骨壁厚度及密度的测量均在横断面上进行,选取下鼻甲前段骨质与上颌窦内侧骨壁连接的平面(下鼻甲最完整的平面)为测量平面,在上颌窦后壁的中点作垂直于上颌窦骨壁的直线,将图像放大后在直线上测量上颌窦骨壁厚度(图 2a),单位为毫米,测量 3 次后取平均值。同时通过软件得到该直线对应的 CT 值曲线(图 2b),取 CT 值最大的一点视为上颌窦骨壁密度,以 HU 为单位。

### 1.3 统计学分析

采用 SPSS 27.0 统计学软件进行数据分析。应用 Shapiro-Wilk 法检验数据的正态分布,其中正态分布资料均用  $\bar{x} \pm s$  表示,非正态分布资料则以  $[M(Q)]$  表示。患侧与健侧上颌窦解剖参数的比较采用配对样本 *t* 检验或配对样本的 Wilcoxon 符号秩检验。选择 Spearman 秩相关检验进行相关性分析,  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 鼻窦 CT 评分结果

根据鼻窦 CT Lund-Mackay 评分系统将纳入病例的患侧上颌窦及窦口鼻道复合体分为 1、2、3 分及 4 分组,其中 1 分组 17 侧,2 分组 9 侧,3 分组 4 侧,4 分组 25 侧,平均  $(2.67 \pm 1.33)$  分。

### 2.2 患侧与健侧上颌窦解剖参数的比较

将纳入病例的患侧与健侧上颌窦解剖参数进行配对样本 *t* 检验,结果显示与健侧相比,患侧上颌窦的容积、表面积、上下径和气化系数明显较小,而上颌窦的骨壁厚度及密度则明显较大,差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ )。患侧与健侧左右径及前后径的差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。此外,本研究中患侧上颌窦有 24 例凹陷型、30 例适中型、1 例饱满型,而健侧上颌窦中有 11 例凹陷型、43 例

适中型、1 例饱满型。

2.3 患侧上颌窦解剖参数与 Lund-Mackay 评分的相关性

对患侧上颌窦解剖参数和 Lund-Mackay 评分的

相关性采用 Spearman 秩相关检验,结果显示患侧上颌窦骨壁厚度及密度、容积、表面积、气化系数与 Lund-Mackay 评分均无相关性( $P>0.05$ ),见表 2。

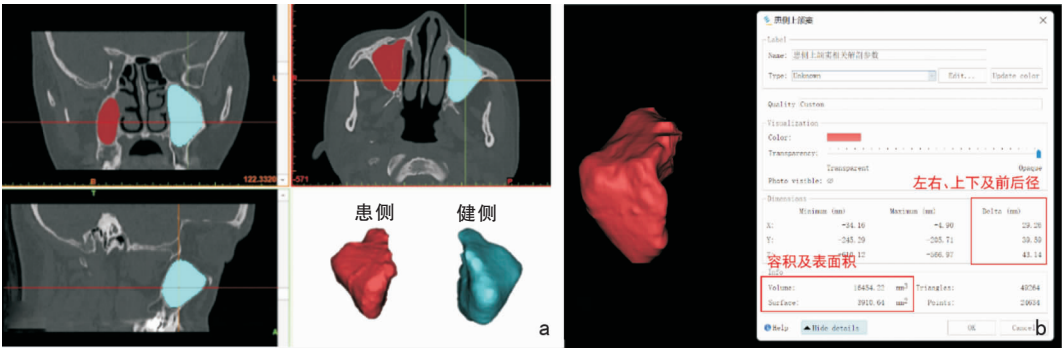


图 1 上颌窦的三维重建 a:Mimics 软件三维重建后的双侧上颌窦,其中红色部分为患侧上颌窦,蓝色部分为健侧上颌窦; b:软件运算得到的上颌窦解剖参数

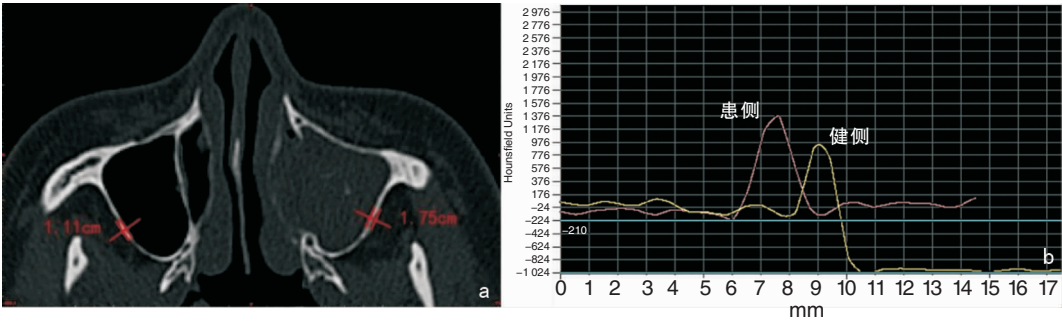


图 2 上颌窦骨壁的厚度及密度测量 a:测量的平面; b:应用软件测得上颌窦骨壁密度

表 1 患侧与健侧上颌窦解剖参数的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )				
上颌窦解剖参数	患侧( $n=55$ )	健侧( $n=55$ )	$t$	$P$
容积( $\text{mm}^3$ )	14 248.53 $\pm$ 5 316.03	16 509.49 $\pm$ 6 078.41	-4.839	<0.001
表面积( $\text{mm}^2$ )	3 688.68 $\pm$ 1011.71	3 932.71 $\pm$ 1090.47	-3.328	0.002
左右径(mm)	30.64 $\pm$ 4.92	31.35 $\pm$ 5.62	-1.867	0.067
上下径(mm)	37.60 $\pm$ 4.35	38.93 $\pm$ 4.43	-3.588	<0.001
前后径(mm)	38.61 $\pm$ 7.00	39.83 $\pm$ 6.48	-1.998	0.051
气化系数	0.31 $\pm$ 0.04	0.33 $\pm$ 0.04	-3.322	0.002
骨壁密度(HU)	1 304.65 $\pm$ 304.14	1 018.84 $\pm$ 426.16	6.163	<0.001

注:表中数据满足正态分布,采用配对样本的  $t$  检验。上颌窦骨壁厚度(mm)不满足正态分布,患侧为 1.85[0.75],健侧为 1.27[0.32],采用配对样本的 Wilcoxon 符号秩检验,两侧差异具有统计学意义( $Z = -5.945, P < 0.001$ )。

表 2 患侧上颌窦解剖参数与 Lund-Mackay 评分的相关性 ( $n=55$ )					
解剖参数	容积	表面积	气化系数	骨壁密度	骨壁厚度
$r$	-0.109	-0.110	0.226	0.247	0.250
$P$	0.427	0.426	0.097	0.069	0.066

3 讨论

真菌球是一种由真菌感染引起的慢性炎症性疾病,是非侵袭性真菌性鼻窦炎中最常见的类型,通常发生在免疫功能正常的个体<sup>[8]</sup>。真菌球的内科治

疗效果不佳,手术治疗是首选方案,尤其是内镜手术<sup>[9]</sup>。而鼻窦CT则是术前诊断真菌球最有价值的检查,其中窦内高密度钙化影是其最具特征性的CT表现<sup>[10]</sup>。真菌球主要累及单侧上颌窦,罕见双侧发病,这则表明研究患侧与健侧上颌窦解剖参数及三维立体形态的差异具有重要意义。本文回顾性分析55例UMFB患者的鼻窦CT资料,应用软件尽可能精确地重建出了双侧上颌窦的三维立体影像,并将测量得到的数据进一步对比分析,以探讨UMFB与上颌窦解剖参数的关系。

以往关于UMFB与鼻腔、鼻窦解剖关系的研究中,Hwang等<sup>[11]</sup>发现UMFB好发于中鼻道容积较大的一侧,而与鼻腔总容积并无联系。本研究中我们发现UMFB患者双侧上颌窦容积大小的差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),真菌球似乎更好发于上颌窦容积较小的一侧,这可能涉及宿主与真菌之间复杂的相互作用,同时该结论能够部分解释为何真菌球在鼻窦容积较男性小的女性患者中更常见<sup>[12]</sup>。此外,研究表明在最大生长期过后,男女上颌窦的容积都会因为骨质结构中矿物质的丢失而缓慢缩小<sup>[13]</sup>,UMFB多见于中老年人则可能与其上颌窦的容积减小有关。此外,人体其他鼻窦容积虽较上颌窦小,但真菌球的发病率却远小于上颌窦,这可能是由于上颌窦具有重要的加温、加湿功能<sup>[14]</sup>,更适宜真菌生长,也可能与上颌窦的自然开口更易受到周围病变而发生阻塞有关。

单纯比较患侧与健侧上颌窦容积的大小无法体现UMFB与上颌窦三维形态的联系,且上颌窦容积在不同个体之间差异较大,因此我们引入了上颌窦气化系数的概念<sup>[5]</sup>。上颌窦的气化系数代表了上颌窦在三维空间的伸展情况,也能够体现周围结构对上颌窦形态的影响,气化系数越大,说明上颌窦形态越饱满。本研究发现UMFB患者患侧与健侧上颌窦气化系数的差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),且患侧上颌窦中凹陷型有24例,而健侧上颌窦中凹陷型仅有11例,所以我们认为真菌球更好发于上颌窦气化不良的一侧,凹陷型的上颌窦似乎更适宜真菌生长,而这可能是因为真菌孢子在凹陷型的上颌窦中更容易发生沉积。同时我们提出疑问,是否真菌感染能够促使上颌窦的三维形态有不同程度的凹陷,使上颌窦容积及气化系数进一步降低,即真菌感染与上颌窦容积及气化系数之间是否存在相互影响、相互促进的关系。

此外,本研究发现真菌球好发于内表面积较小

的一侧,这可能与一氧化氮的产生减少有关。研究表明鼻腔中测量到的大部分一氧化氮来自于鼻窦黏膜,一氧化氮可以刺激上颌窦黏膜的黏液纤毛运动以及调节鼻腔气流阻力,抵御细菌、病毒和真菌感染<sup>[15]</sup>。因此我们有以下推测:患侧上颌窦的表面积较小,则黏膜的总面积较小,产生的一氧化氮总量也相对较少,对真菌孢子的清除率下降,从而促进了真菌在上颌窦内的生长。除了容积、气化系数和表面积之外,本研究发现三维空间中患侧与健侧上颌窦上下径的差异同样具有统计学意义( $P < 0.05$ ),而左右径和前后径的差异则无统计学意义( $P > 0.05$ )。同时本研究发现上颌窦容积、气化系数和表面积与Lund-Mackay评分无相关性( $P > 0.05$ ),表明这些解剖参数并不能成为预测UMFB病情严重程度的指标。

上颌窦骨壁并非静止结构,而是处于动态变化的状态,它会对炎症、机械应力等外界刺激做出反应,包括骨膜增生反应、骨重塑以及新骨形成等过程,我们把这种骨组织的病理性改变称为骨炎<sup>[7]</sup>。本研究将上颌窦骨壁厚度及密度作为衡量骨炎严重程度的指标,结果发现UMFB患者患侧上颌窦骨壁厚度及密度均较健侧大,且差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),提示骨壁厚度及密度可作为一种筛查指标,对于有一侧上颌窦骨壁厚度和密度明显较大的患者应怀疑真菌球的可能,这对于诊断上颌窦真菌球具有一定价值<sup>[16]</sup>。但本研究纳入病例的年龄跨度较大,且中位年龄达55岁,表明纳入病例的整体年龄结构偏大,而中老年人可因骨质疏松导致骨密度下降,可能对上颌窦骨壁密度的测量结果有一定影响。此外,患侧上颌窦骨壁厚度和密度与Lund-Mackay评分并无相关性( $P > 0.05$ ),这表明骨壁厚度及密度并不能作为预测UMFB患者病情严重程度的指标。

综上所述,UMFB的发病特点有很多,而本文则将重点放在对上颌窦三维立体形态及解剖参数的研究,最终发现UMFB与上颌窦解剖参数密切相关。同时患侧与健侧上颌窦解剖结构的差异如骨壁厚度与密度等,能够为UMFB的术前诊断提供新思路,并有助于手术方案的设计。但上颌窦并非一个孤立存在的结构,其发育及气化程度会受到周围结构的影响,且当真菌球体积足够大时,其病变本身会压迫周围结构而影响上颌窦容积、气化系数等参数的大小,且本研究还存在病例数不足及难以避免的测量误差,这些因素均会对研究结果产生影响。因此对

于 UMFB 与鼻腔、鼻窦解剖参数的关系,仍需要我们更加全面、深入的研究。

参考文献:

[1] Liu X, Liu C, Wei H, et al. A retrospective analysis of 1,717 paranasal sinus fungus ball cases from 2008 to 2017[J]. Laryngoscope, 2020, 130(1): 75 – 79.

[2] Basurrah M, Lee IH, Kim DH, et al. Anatomical variations associated with maxillary sinus fungal ball[J]. Ear Nose Throat J, 2021; 1455613211028470.

[3] Tsai TL, Lan MY, Ho CY. There is no structural relationship between nasal septal deviation, concha bullosa, and paranasal sinus fungus balls[J]. Scientific World Journal, 2012, 2012; 181246.

[4] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会鼻科组,中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会鼻科学组. 中国慢性鼻窦炎诊断和治疗指南(2018)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2019, 52(2): 81 – 100.

[5] Anagnostopoulou S, Venieratos D, Spyropoulos N. Classification of human maxillar sinuses according to their geometric features[J]. Anat Anz, 1991, 173(3): 121 – 130.

[6] 尚红坤, 阮标, 李斯斯, 等. 上颌窦三维立体形态与上颌窦炎关系的研究[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2012, 26(20): 921 – 925.

[7] Jun YJ, Shin JM, Lee JY, et al. Bony changes in a unilateral maxillary sinus fungal ball[J]. J Craniofac Surg, 2018, 29(1): e44 – e47.

[8] Cha H, Song Y, Bae YJ, et al. Clinical characteristics other than intralesional hyperdensity may increase the preoperative diagnostic accuracy of maxillary sinus fungal ball[J]. Clin Exp Otorhinolaryngol, 2020, 13(2): 157 – 163.

[9] 李慧, 王晓敏, 张明洁, 等. 真菌球性上颌窦炎临床特征分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2022, 28(4): 25 – 29.

[10] Alharbi A, Reville N, Molinier S, et al. Characterization of fungus ball CT-hyperdensities within maxillary and sphenoid sinuses[J]. Dentomaxillofac Radiol, 2022,51(6): 20180384.

[11] Hwang SH, Kang JM, Cho JH, et al. What is the relationship between the localization of maxillary fungal balls and intranasal anatomic variations? [J]. Clin Exp Otorhinolaryngol, 2012, 5(4): 213 – 217.

[12] Michel J, Radulesco T, Mancini J, et al. Maxillary sinus volume: new physiopathological data in fungal ball genesis? A retrospective study[J]. Clin Otolaryngol, 2017, 42(4): 831 – 836.

[13] Jun BC, Song SW, Park CS, et al. The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolutiional CT scanning[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2005, 132(3): 429 – 434.

[14] 臧洪瑞, 武骏, 胡长龙, 等. 上颌窦窦口改变与气流场特征关系的研究[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 50(10): 805 – 809.

[15] Maniscalco M, Sofia M, Pelaia G. Nitric oxide in upper airways inflammatory diseases[J]. Inflamm Res, 2007, 56(2): 58 – 69.

[16] Ho CF, Lee TJ, Wu PW, et al. Diagnosis of a maxillary sinus fungus ball without intralesional hyperdensity on computed tomography[J]. Laryngoscope, 2019, 129(5): 1041 – 1045.

( 收稿日期:2022 – 08 – 08;网络首发:2023 – 03 – 15)

**本文引用格式:**周威邦,刘小涵,杨佩宣,等. 单侧上颌窦真菌球患者上颌窦解剖参数的 CT 研究[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2023,29(5): 41 – 45. DOI: 10. 11798/j. issn. 1007 – 1520. 202322329

**Cite this article as:**ZHOU Weibang, LIU Xiaohan, YANG Peixuan, et al. Relationship between maxillary sinus anatomical parameters and unilateral maxillary sinus fungus ball: A computed tomography study [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2023,29(5):41 – 45. DOI;10. 11798/j. issn. 1007 – 1520. 202322329