

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202322388

· 论著 ·

# 内鼻阀静态参数间的相关性研究

陈静怡,汪涛,王珮华

(上海交通大学医学院附属第九人民医院耳鼻咽喉头颈外科 上海交通大学医学院耳科学研究所 上海市耳鼻疾病转化医学重点实验室,上海 200011)

**摘要:** **目的** 探究内鼻阀(INV)的重要参数包括单侧 INV 面积( $A_{INV-R}$ 、 $A_{INV-L}$ )、INV 总面积( $A_{INV}$ )、单侧 INV 高度( $H_{INV-R}$ 、 $H_{INV-L}$ )、单侧 INV 底线长度( $W_{INV-R}$ 、 $W_{INV-L}$ )、单侧 INV 角( $\alpha_{INV-R}$ 、 $\alpha_{INV-L}$ )和 INV 角之和( $\alpha_{INV}$ )之间的相关关系。**方法** 选取 40 例无鼻部疾病及症状汉族成年人的颌面部三维 CT 的数据资料,其中男 20 例,女 20 例;年龄 20~80 岁,平均年龄( $47.05 \pm 17.82$ )岁。以重建鼻腔气流三维模型,定位 INV 并测量其重要参数。根据 INV 的形态特点,构建预测模型:单侧  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV} / 2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2 / 2$ ,比较计算值与实测值并分析二者的相关性,并进一步作 INV 静态参数之间以及其与左右侧别、年龄和性别的相关性分析。**结果**  $A_{INV-L}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性强( $Z = -1.075, P > 0.05; r = 0.7662, P < 0.01$ ),  $A_{INV-R}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性极强( $t = -1.238, P > 0.05; r = 0.8182, P < 0.01$ )。  $A_{INV}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性极强( $Z = -1.156, P > 0.05; r = 0.7993, P < 0.01$ )。比较左右两侧的内鼻阀参数可知,  $A_{INV-R}$  较  $A_{INV-L}$  偏大,差异具有统计学意义( $t = -3.081, -2.029, P < 0.05$ )。比较男性及女性的 INV 参数可知,男性的  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  及  $A_{INV}$  较女性偏大,差异具有统计学意义( $t = -2.405, -3.336, -3.297, -4.223$  及  $-4.041, P < 0.05$ ),  $A_{INV-L}$  与  $H_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  与  $H_{INV-R}$  间呈正相关( $r = 0.6194, 0.7101, P < 0.01$ )。比较不同年龄组间的 INV 参数可知, <50 岁人群的  $A_{INV-L}$  及  $A_{INV-R}$  较  $\geq 50$  岁人群的偏大( $t = 3.694, 3.131, P < 0.01$ ),  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  与年龄呈负相关( $r_s = -0.5198, -0.4331, P < 0.01$ )。这种负相关可能与年龄增长过程中  $\alpha_{INV-L}$  的减小有关,相关分析提示  $\alpha_{INV-L}$  与年龄呈负相关( $r = -0.3747, P < 0.05$ )。进一步比较不同年龄组内的左右两侧 INV 参数,发现: <50 岁人群的  $\alpha_{INV-L}$  及  $\alpha_{INV-R}$ 、 $A_{INV-L}$  及  $A_{INV-R}$  无统计学差异,然而  $\geq 50$  岁人群的  $\alpha_{INV-R}$  较  $\alpha_{INV-L}$  偏大、 $A_{INV-R}$  较  $A_{INV-L}$  偏大( $Z = -2.726, -2.987, P < 0.01$ )。相关分析提示:  $\alpha_{INV-R-L}$  与年龄呈正相关( $r = 0.3428, P < 0.05$ ),  $A_{INV-R-L}$  与  $\alpha_{INV-R-L}$  呈正相关( $r = 0.7109, P < 0.01$ ),  $A_{INV-R-L}$  实测值与  $A_{INV-R-L}$  计算值呈正相关( $r = 0.7795, P < 0.01$ )。**结论** 本研究提出预测模型单侧  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV} / 2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times H_{INV}^2 / 2$  并进行验证,计算值与实测值无统计学差异且相关性强。该模型还可用来解释不同侧别、性别及年龄分组间的 INV 静态参数差异,并补充  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$ 、 $\alpha_{INV-L}$  与年龄呈负相关。

**关键词:**内鼻阀面积;内鼻阀高度;内鼻阀角;相关分析;预测模型

中图分类号:R765

## Correlation analysis between static parameters of internal nasal valve

CHEN Jingyi, WANG Tao, WANG Peihua

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Shanghai 9th People's Hospital, Shanghai JiaoTong University School of Medicine; Ear Institute, Shanghai JiaoTong University School of Medicine; Shanghai Key Laboratory of Translational Medicine on Ear and Nose Diseases, Shanghai 200011, China)

**Abstract:** **Objective** To investigate the correlations among critical parameters of the internal nasal valve (INV) including unilateral cross-sectional area of the INV ( $A_{INV-R}$ ,  $A_{INV-L}$ ), total cross-sectional area of the INV ( $A_{INV}$ ), unilateral height of the INV ( $H_{INV-R}$ ,  $H_{INV-L}$ ), unilateral angle of the INV ( $\alpha_{INV-R}$ ,  $\alpha_{INV-L}$ ) and the sum of INV angles ( $\alpha_{INV}$ ). **Methods** Maxillofacial computed tomographic images from 40 Han adults (20 males, 20 females; age ranged from 20 to 80 years old and 50% with age < 50 years old) without nasal diseases were applied to reconstruct the three-dimensional

基金项目:上海交通大学医学院附属第九人民医院临床研究助推计划(临+计划)(JYLJ202009)。

第一作者简介:陈静怡,女,在读硕士研究生,住院医师。

通信作者:王珮华,Email:entwang@126.com

nasal airway models. After identifying the INV plane, the following parameters were measured:  $A_{INV-R}$ ,  $A_{INV-L}$ ,  $A_{INV}$ ,  $H_{INV-R}$ ,  $H_{INV-L}$ ,  $\alpha_{INV-R}$  and  $\alpha_{INV-L}$ . Based on the morphological characteristics of INV, the prediction model was proposed as unilateral  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV} / 2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2 / 2$ , and the calculated  $A_{INV}$  based on the model was compared with the measured  $A_{INV}$ . Correlation analyses among the INV parameters, ages and genders were performed.

**Results** There were no statistic differences but good correlations between the calculated and the measured values:  $A_{INV-L}$  ( $Z = -1.075, P > 0.05; r = 0.7662, P < 0.01$ ),  $A_{INV-R}$  ( $t = -1.238, P > 0.05; r = 0.8182, P < 0.01$ ) and  $A_{INV}$  ( $Z = -1.156, P > 0.05; r = 0.7993, P < 0.01$ ). Comparison of the INV parameters between different sides showed that  $A_{INV-R}$  was larger than  $A_{INV-L}$ , which could be explained by the larger  $\alpha_{INV-R}$  ( $t = -3.081, -2.029, P < 0.05$ ). Comparison of the INV parameters between different genders revealed that  $A_{INV-L}$ ,  $A_{INV-R}$  and  $A_{INV}$  of the male group were larger than those of the female group, which could be explained by the larger  $H_{INV-L}$  and  $H_{INV-R}$  of the male group ( $t = -2.405, -3.336, -3.297, -4.223, -4.041, P < 0.05$ ). Comparison of the INV parameters between different age groups disclosed that  $A_{INV-L}$  and  $A_{INV}$  of the young group (<50 years old) were larger than those of the old group ( $\geq 50$  years old), which could be explained by the negative correlation between  $A_{INV-L}$ ,  $A_{INV}$  and age ( $r_s = -0.5198, -0.4331, P < 0.01$ ). Further, the comparison of the left and right INV parameters from the same age group showed significant differences between  $\alpha_{INV-R}$  and  $\alpha_{INV-L}$ ,  $A_{INV-R}$  and  $A_{INV-L}$  in the old group ( $Z = -2.726, -2.987, P < 0.01$ ), this negative correlation might be related to the decrease of  $\alpha_{INV-L}$  in the process of aging. Correlation analyses demonstrated that  $\alpha_{INV-R-L}$  was positively correlated with age ( $r = 0.3428, P < 0.05$ ),  $A_{INV-R-L}$  was positively correlated with  $\alpha_{INV-R-L}$  ( $r = 0.7109, P < 0.01$ ), and the measured  $A_{INV-R-L}$  was positively correlated with the calculated ( $r = 0.7795, P < 0.01$ ). **Conclusion** In this study, the proposed prediction model of unilateral  $A_{INV}$  can not only assess parameters of INV with good correlations between the calculated and the measured values, but also interpret the differences between sides, genders and age groups, as well as the negative correlations among  $\alpha_{INV-L}$ ,  $A_{INV-L}$ ,  $A_{INV}$  and age.

**Keywords:** Nasal valve area; Nasal valve height; Nasal valve angle; Correlation analysis; Prediction model

内鼻阀(internal valve, INV)为鼻腔最狭窄的部位,是产生鼻阻力的主要部位,占上呼吸道总阻力的66%<sup>[1-2]</sup>。INV是一个横截面呈三角形的狭窄区域,内侧为鼻中隔,外侧为上外侧软骨尾端及下鼻甲头端,底部为鼻腔底<sup>[3-4]</sup>。其内侧及底部皆为半硬式结构,而外侧较柔软,可随呼吸运动而内外移动,对鼻腔气流起到闸门样的限流节制作用<sup>[5]</sup>。单侧INV面积( $A_{INV}$ )、单侧INV角( $\alpha_{INV}$ )以及INV形状都是评价该区域通气功能的重要指标<sup>[6]</sup>。CT检查因其较强的客观性强及良好的重复性,被越来越多地应用于INV的研究中<sup>[7-8]</sup>。目前可在以下两种CT平面上进行:第1种是在CT的冠状位或水平位上进行,但准确性低<sup>[9]</sup>;第2种方法是在改良重建CT(鼻背平面)上进行,但存在局限性<sup>[10-11]</sup>。文献检索提示,汉族人群的INV研究基本在上述两种平面上进行,同时少有关于INV参数之间的相关性研究<sup>[12]</sup>。因此,本研究旨在通过Mimics软件对无鼻部疾病人群的颌面部CT数据进行处理,建立鼻腔三维气流模型并对INV进行定位及测量,进一步探究INV静态参数间的相关关系,更好地描述INV形态及为鼻

阀功能不良的诊疗带来思路。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取40例上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科已产生的颌面部三维CT数据资料,皆为汉族人群,其中男20例、女20例;年龄20~80岁,平均年龄( $47.05 \pm 17.82$ )岁,<50岁者和 $\geq 50$ 岁者各占50%。入选标准:无鼻部疾病及鼻部症状,CT显示无明显鼻中隔偏曲、慢性鼻窦炎或伴有鼻息肉或鼻腔占位性病变。本研究已经过上海交通大学医学院附属第九人民医院伦理委员会批准,批件号:SH9H-2020-T229-1。

### 1.2 研究方法

1.2.1 数据来源 采用GE公司Discovery CT750 HD宝石能谱CT或荷兰Philips Brilliance 64排螺旋CT进行扫描,扫描范围包括额窦至第5颈椎区间;三维重建参数:分辨率 $512 \times 512$ 像素,层厚 $\leq 1$  mm。

1.2.2 在鼻腔气流三维模型中定位 INV 并测量参数 利用 Mimics Research 20.0 软件对 DICOM 格式 CT 数据进行处理,利用阈值分割、区域增长以及多层编辑功能重建鼻腔气流三维模型,同时重建硬腭及鼻骨部分并确定其垂直平面。INV 解剖区域的两端分别为上外侧软骨的起点及两侧下鼻甲前端,本方法拟在该区域中截取不同的旋转平面并测量其面积,其中截面积最小的平面即为 INV 平面。在鼻腔气流三维模型中作双侧下鼻甲最前端与鼻中隔面交点的连线,以此作为旋转轴,过该连线及鼻骨最前缘(上外侧软骨的起点)确定起点平面,朝着鼻孔方向每次旋转  $5^\circ$  至下一个平面直至到达终点平面(上外侧软骨与大翼软骨相连接处最前端)。在该过程中,测量并记录各旋转平面的面积(图 1):垂直硬腭平面、INV 平面以及垂直鼻骨平面等。既往 CT 测量平面为垂直硬腭平面及垂直鼻骨平面,因此我们将在鼻腔气流模型中比较上述两平面与 INV 平面的截面积以证明本方法的有效性。 $A_{INV}$  及  $\alpha_{INV}$  是衡量该区域通气功能的重要参数。面积相同的 INV 可能会有不同的形态,为此本研究结合  $\alpha_{INV}$ 、 $H_{INV}$  (内鼻阀高)及  $W_{INV}$  (内鼻阀底宽)对其进行描述。在确定的 INV 平面中测量以下参数(图 2A):单侧  $\alpha_{INV}$ 、 $H_{INV}$  以及  $A_{INV}$ 。由于 INV 区域呈狭长的三角形形状,我们推测单侧  $A_{INV}$  与  $\alpha_{INV}$ 、 $H_{INV}$  的关系近似于三角形面积公式:单侧  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV} / 2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2 / 2$ 。在该模型中(图 2A)  $H_1$  为预测模型的高,用  $H_{INV}$  近似替代; $W_1$  为预测模型的底线长度,用  $W_{INV}$  近似替代; $A_1$  为单侧 INV 的实测面积,用  $A_{INV}$  近似替代。

### 1.3 统计学方法

用 SPSS 26.0 及 GraphPad Prism 9 软件对数据进行统计分析及制图。符合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,非正态分布的计量资料用  $M[P_{25}, P_{75}]$  表示。正态性检验用 Shapiro-Wilk 检验。两配对样本间的比较采用配对样本  $t$  检验或 Wilcoxon 配对符号秩和检验。两独立样本见得比较采用独立样本  $t$  检验或 Mann-Whitney 秩和检验。各因素间相关性分析(性别变量赋值为女性 = 0、男性 = 1;年龄组变量赋值为  $< 50$  岁 = 0、 $\geq 50$  岁 = 1):参数资料采用 Pearson 相关分析,非参数资料采用 Spearman 相关分析;分类资料采用  $\chi^2$  检验。所有统计资料均采用双尾检验,以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 鼻腔气流三维模型法与既往方法所得结果的对比

在鼻腔气流三维模型中 INV 平面、垂直鼻骨平面及垂直硬腭平面上分别测得的  $A_{INV}$  为:  $(211.9 \pm 49.25) \text{ mm}^2$ 、 $(221.6 \pm 57.37) \text{ mm}^2$  以及  $(252.0 \pm 48.36) \text{ mm}^2$ 。本方法所确定 INV 平面的  $A_{INV}$  较垂直硬腭平面及垂直鼻骨平面上所得偏小且差异具有统计学意义( $Z = -5.484, t = -10.75, P < 0.01$ )。在鼻腔气流三维模型中不同平面上的 INV 示意图见图 1。

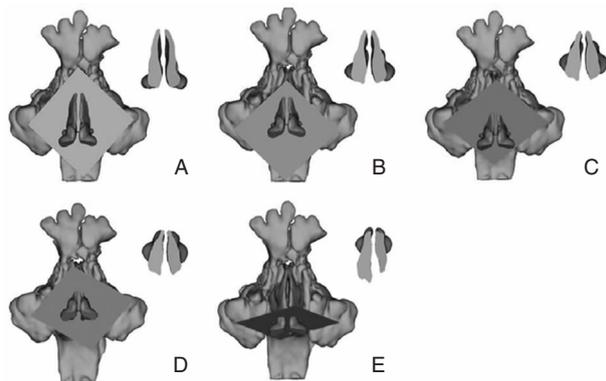


图 1 在鼻腔气流三维模型中不同平面上的 INV 示意图 A:垂直硬腭平面; B:起点平面(过鼻骨最前缘); C:INV 平面(截面积最小的平面); D:垂直鼻骨平面; E:终点平面(上外侧软骨与大翼软骨相连接处最前端的终点) 注:INV (内鼻阀)。下同。

### 2.2 $A_{INV}$ 预测模型

为进一步验证模型的有效性,我们采用配对样本  $t$  检验或 Wilcoxon 配对符号秩和检验比较  $A_{INV}$  的计算值与实测值并作二者之间的相关性分析, $A_{INV-L}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性强( $Z = -1.075, P > 0.05; r = 0.7662, P < 0.01$ ); $A_{INV-R}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性强( $t = -1.238, P > 0.05; r = 0.8182, P < 0.01$ ); $A_{INV}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性强( $Z = -1.156, P > 0.05; r = 0.7993, P < 0.01$ )。具体数据见表 1 和图 2。综上所述,单侧  $A_{INV}$  与  $\alpha_{INV}$ 、 $H_{INV}$  之间的关系近似为  $A_{INV} = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2 / 2$ 。

INV 的基本参数如表 2 所示： $H_{INV-L}$  为  $(24.20 \pm 4.471)$  mm、 $H_{INV-R}$  为  $(24.77 \pm 4.254)$  mm、 $A_{INV-L}$  为  $(100.0 \pm 25.65)$  mm<sup>2</sup>、 $A_{INV-R}$  为  $(111.9 \pm 29.22)$  mm<sup>2</sup>、 $A_{INV}$  为  $(211.91 \pm 49.25)$  mm<sup>2</sup>、 $\alpha_{INV-L}$  为  $(19.69 \pm 4.000)^\circ$ 、 $\alpha_{INV-R}$  为  $(20.56 \pm 3.457)^\circ$ 、 $\alpha_{INV}$  为  $(40.26 \pm 6.97)^\circ$ 。左右两侧的  $H_{INV}$  无统计学差异 ( $P > 0.05$ )，但两侧的  $A_{INV}$  及  $\alpha_{INV}$  具有统计学差异

( $t = -3.081$ 、 $-2.029$ ， $P < 0.05$ )。根据预测  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV} / 2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times H_{INV}^2 / 2$ ，本研究中  $\alpha_{INV-R}$  较  $\alpha_{INV-L}$  偏大导致  $A_{INV-R}$  偏大 (图 3A)，进一步作单侧  $A_{INV}$  与  $W_{INV}$  的 Pearson 相关性分析 (图 3B)，结果提示二者呈正相关 ( $r = 0.6978$ ， $P < 0.01$ )。

表 1  $A_{INV}$  的计算值与实测值对比 (mm<sup>2</sup>,  $\bar{x} \pm s$ )

参数	实测值	计算值	t(Z)	P
$A_{INV-L}$	100.00 ± 25.65	106.00 ± 35.72	(-1.075)	0.2822
$A_{INV-R}$	111.90 ± 29.22	115.90 ± 35.76	-1.238	0.2231
双侧 $A_{INV}$	211.90 ± 49.25	222.00 ± 66.86	(-1.156)	0.2477

表 2 利用预测模型解释 INV 参数的左右两侧 ( $\bar{x} \pm s$ )

参数	左侧	右侧	t(Z)	P
单侧 $H_{INV}$ (mm)	24.20 ± 4.471	24.77 ± 4.254	(-1.646)	0.0997
单侧 $A_{INV}$ (mm <sup>2</sup> )	100.0 ± 25.65	111.9 ± 29.22	-3.081	0.0038
单侧 $\alpha_{INV}$ (°)	19.69 ± 4.000	20.56 ± 3.457	-2.029	0.0493

注： $A_{INV}$  (内鼻阀面积)。下同。

注： $H_{INV}$  (内鼻阀高度)； $\alpha_{INV}$  (内鼻阀角之和)。下同。

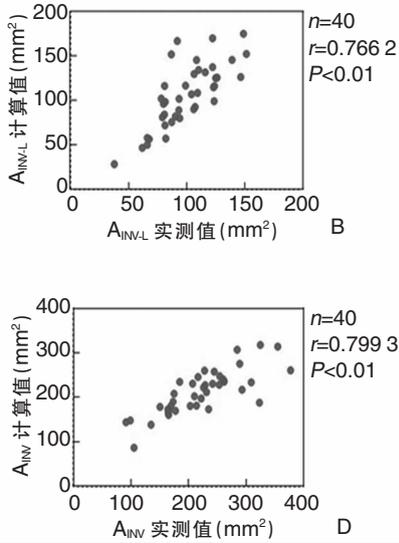
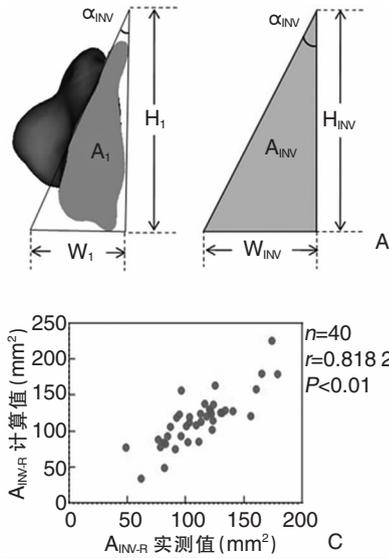


图 2 单侧  $A_{INV}$  预测模型及实测值与计算值的相关性分析 A: 预测模型示意图； $H_1$  为预测模型的高，其长度近似于  $H_{INV}$  (INV 最高点及最低点连线在鼻中隔面上的投影)； $W_1$  为预测模型的底，其长度近似于  $W_{INV}$ ，其大小 =  $\tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times H_{INV}$ ； $A_1$  为该侧预测面积，近似于  $A_{INV}$ ，其大小 =  $W_{INV} \times H_{INV} / 2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2 / 2$ ；B:  $A_{INV-L}$  实测值与计算值的散点图：二者呈正相关 ( $r = 0.7662$ ， $P < 0.01$ )；C:  $A_{INV-R}$  实测值与计算值的散点图：二者呈正相关 ( $r = 0.8182$ ， $P < 0.01$ )；D:  $A_{INV}$  实测值与计算值的散点图：二者呈正相关 ( $r = 0.7993$ ， $P < 0.01$ ) 注： $W_{INV}$  (内鼻阀底宽)。下同。

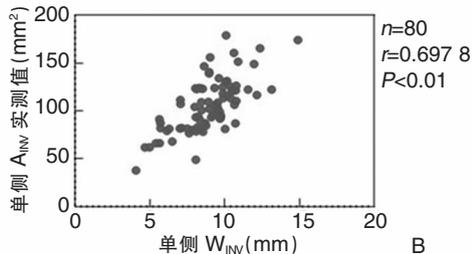
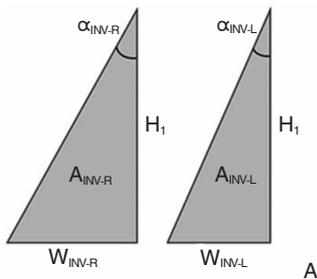


图 3 INV 参数的左右两侧差异 A: 左右两侧 INV 形态示意图，本研究中左右两侧的  $H_{INV}$  无统计学差异， $\alpha_{INV-R}$  较  $\alpha_{INV-L}$  偏大导致  $A_{INV-R}$  偏大；B: 单侧  $A_{INV}$  与  $W_{INV}$  的散点图，二者呈正相关 ( $r = 0.6978$ ， $P < 0.01$ )

2.3 利用预测模型解释 INV 参数的性别差异

利用该预测模型可解释不同性别间的 INV 形态差异。本研究中男性与女性的性别差异比较提示(表3):女性的  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$ 、 $A_{INV}$ 、 $H_{INV-L}$  及  $H_{INV-R}$  较男性偏小且存在统计学差异( $t = -2.405$ 、 $-3.336$ 、 $-3.297$ 、 $-4.223$  及  $-4.041$ ,  $P < 0.05$ ); 两组的  $\alpha_{INV-L}$ 、 $\alpha_{INV-R}$  及  $\alpha_{INV}$  无统计学差异( $P > 0.05$ )。根据预测  $A_{INV} = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times H_{INV}^2/2$ , 男性的  $H_{INV}$  较女性偏大导致男性  $A_{INV}$  的偏大(图4A)。此外,单侧  $A_{INV}$  与单侧  $H_{INV}$  间呈正相关也可说明上述差异(图4B、C)。

表3 不同性别间的 INV 参数对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

参数	女性	男性	t(Z)	P
$A_{INV-L}(\text{mm}^2)$	90.80 ± 25.03	109.21 ± 23.34	-2.405	0.021 1
$A_{INV-R}(\text{mm}^2)$	98.18 ± 25.17	125.64 ± 26.87	-3.336	0.001 9
$A_{INV}(\text{mm}^2)$	188.98 ± 47.78	234.85 ± 39.85	-3.297	0.002 1
$\alpha_{INV-L}(\text{°})$	20.00 ± 4.05	19.39 ± 4.03	(0.478)	0.635 3
$\alpha_{INV-R}(\text{°})$	20.81 ± 3.34	20.32 ± 3.64	(0.444)	0.659 6
$\alpha_{INV}(\text{°})$	40.81 ± 7.01	39.70 ± 7.07	(0.495)	0.623 5
$H_{INV-L}(\text{mm})$	21.70 ± 3.97	26.69 ± 3.49	-4.223	0.000 1
$H_{INV-R}(\text{mm})$	22.47 ± 3.77	27.07 ± 3.44	-4.041	0.000 3

2.4 不同年龄分组间的 INV 参数差异

在不同年龄分组间(表4、5), <50岁人群的  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  及  $A_{INV}$  实测值较 ≥50岁人群的偏大( $t = 3.694$ 、 $2.025$  及  $3.131$ ,  $P < 0.05$ )。作单侧  $A_{INV}$  实测值与年龄的 Spearman 相关分析(年龄组变量赋值为 <50岁 = 0, ≥50岁 = 1), 结果提示:  $A_{INV-L}$  实测值与年龄呈负相关( $r_s = -0.5198$ ,  $P < 0.01$ ),  $A_{INV-R}$  实测值与年龄无相关性( $r_s = -0.3119$ ,  $P > 0.05$ ),  $A_{INV}$  实测值与年龄呈负相关( $r_s = -0.4331$ ,  $P < 0.01$ )。作单侧  $A_{INV}$  计算值与年龄的 Spearman 相关分析, 结果提示:  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  与双侧  $A_{INV}$  的计算值和年龄皆无相关性( $P > 0.05$ )。因此, 不同年龄段之间  $A_{INV-L}$  的预测除考虑  $A_{INV} = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2/2$  外, 还应考虑年龄与其它的负性相关, 这可能与年龄增长过程中  $\alpha_{INV-L}$  的减小有关。本文中的相关性分析提示(图5A):  $\alpha_{INV-L}$  与年龄呈负相关( $r = -0.3747$ ,  $P < 0.05$ ),  $\alpha_{INV-R}$  与年龄无相关性( $P > 0.05$ )。

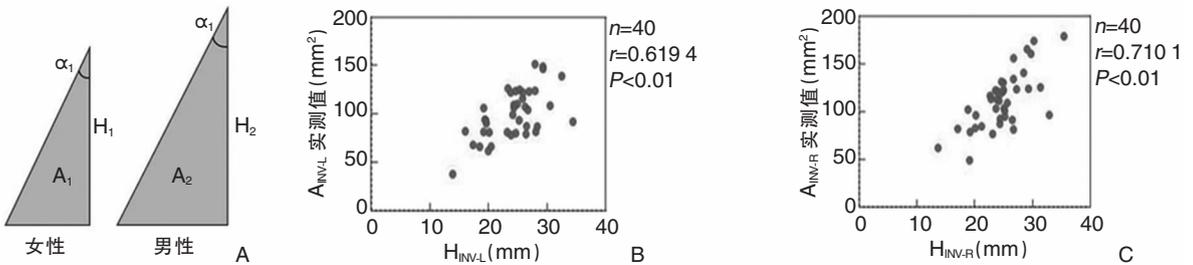


图4 INV 参数的性别差异 A: 男性及女性的 INV 形态示意图, 本研究中男性与女性的  $\alpha_{INV}$  无统计学差异, 男性的  $H_{INV}$  较女性偏大导致男性  $A_{INV}$  的偏大; B:  $A_{INV-L}$  与  $H_{INV-L}$  的散点图, 二者呈正相关( $r = 0.6194$ ,  $P < 0.01$ ); C:  $A_{INV-R}$  与  $H_{INV-R}$  的散点图, 二者呈正相关( $r = 0.7101$ ,  $P < 0.01$ )

表4 不同年龄组间的 INV 参数对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

参数	<50岁	≥50岁	t(Z)	P
$A_{INV-L}(\text{mm}^2)$	113.02 ± 22.60	86.99 ± 21.97	3.694	0.000 7
$A_{INV-R}(\text{mm}^2)$	120.91 ± 29.74	102.91 ± 26.41	2.025	0.049 9
$A_{INV}(\text{mm}^2)$	233.93 ± 46.73	189.89 ± 42.12	3.131	0.003 3
$\alpha_{INV-L}(\text{°})$	20.50 ± 4.56	18.88 ± 3.26	(1.289)	0.205 2
$\alpha_{INV-R}(\text{°})$	20.61 ± 3.88	20.52 ± 3.08	(0.084)	0.933 2
$\alpha_{INV}(\text{°})$	41.11 ± 7.97	39.40 ± 5.89	(0.772)	0.444 8
$H_{INV-L}(\text{mm})$	24.79 ± 4.17	23.61 ± 4.79	(0.827)	0.413 4
$H_{INV-R}(\text{mm})$	25.01 ± 4.73	24.54 ± 3.84	(0.344)	0.732 5

表 5 不同年龄组间的  $A_{INV}$  对比 ( $\bar{x} \pm s, M[P_{25}, P_{75}]$ )

参数	实测值		计算值	
	<50 岁	$\geq 50$ 岁	<50 岁	$\geq 50$ 岁
$A_{INV-L}$ (mm <sup>2</sup> )	113.0 $\pm$ 22.60	86.99 $\pm$ 21.97	113.3 $\pm$ 32.05	98.73 $\pm$ 38.45
$A_{INV-R}$ (mm <sup>2</sup> )	120.9 $\pm$ 29.74	102.9 $\pm$ 26.41	117.7 $\pm$ 35.28	110.1 [90.51, 124.5]
$t(Z)$	-1.433	(-2.987)	-0.845 0	(-2.128)
$P$	0.168 0	0.002 8	0.408 6	0.033 3

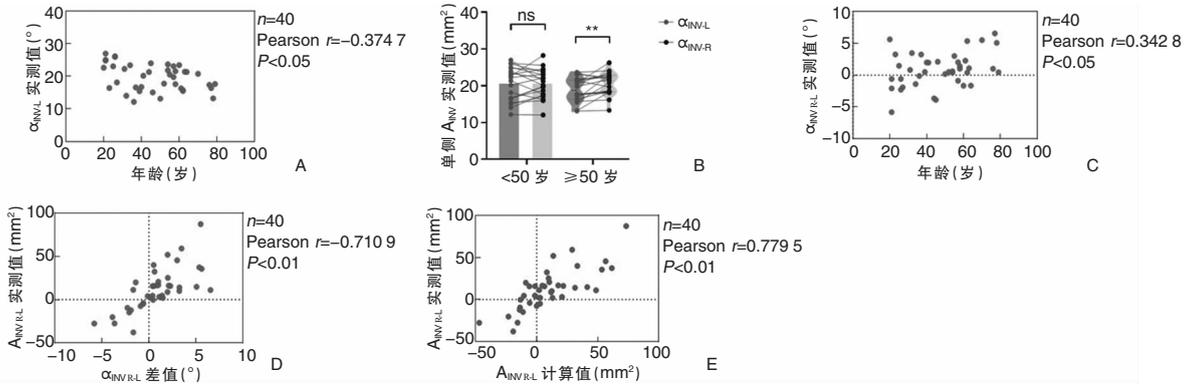


图 5 不同年龄分组间的 INV 参数差异 A:  $\alpha_{INV-L}$  与年龄的散点图, 二者呈负相关 ( $r = -0.3747, P < 0.05$ ); B: 不同年龄组间的左右侧  $\alpha_{INV}$  对比,  $<50$  岁人群的  $\alpha_{INV-L}$  及  $\alpha_{INV-R}$  无统计学差异, 然而  $\geq 50$  岁人群的  $\alpha_{INV-R}$  较  $\alpha_{INV-L}$  偏大 ( $Z = -2.726, P < 0.01$ ); C: 左右两侧  $\alpha_{INV}$  差值  $\alpha_{INV-R-L}$  与年龄的散点图, 二者呈正相关 ( $r = 0.3428, P < 0.05$ ); D: 左右两侧  $A_{INV}$  差值  $A_{INV-R-L}$  与左右两侧  $\alpha_{INV}$  差值  $\alpha_{INV-R-L}$  的散点图, 二者呈正相关 ( $r = 0.7109, P < 0.01$ ); E:  $A_{INV-R-L}$  实测值与计算值的散点图, 二者呈正相关 ( $r = 0.7795, P < 0.01$ )

比较不同年龄分组间的  $A_{INV-L}$  及  $A_{INV-R}$  后可知 (见表 5),  $<50$  岁人群的  $A_{INV-L}$  及  $A_{INV-R}$  无统计学差异, 然而  $\geq 50$  岁人群的  $A_{INV-L}$  较  $A_{INV-R}$  偏小 ( $Z = -2.987, P < 0.01$ )。根据单侧预测  $A_{INV} = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times H_{INV}^2/2$ , 进一步比较左右两侧的  $\alpha_{INV}$  及  $H_{INV}$  后可知 (图 5B):  $<50$  岁人群的  $\alpha_{INV-L}$  及  $\alpha_{INV-R}$  无统计学差异, 然而  $\geq 50$  岁人群的  $\alpha_{INV-L}$  较  $\alpha_{INV-R}$  偏小 ( $Z = -2.726, P < 0.01$ );  $<50$  岁人群及  $\geq 50$  岁人群的  $H_{INV-L}$  及  $H_{INV-R}$  皆无统计学差异 ( $P > 0.05$ )。不同年龄组间的  $A_{INV-R-L}$  可能与  $\alpha_{INV-R-L}$  有关, 经 Pearson 相关分析可知 (图 5C-5E):  $\alpha_{INV-R-L}$  与年龄呈正相关 ( $r = 0.3428, P < 0.05$ );  $A_{INV-R-L}$  与  $\alpha_{INV-R-L}$  呈正相关 ( $r = 0.7109, P < 0.01$ );  $A_{INV-R-L}$  实测值与  $A_{INV-R-L}$  计算值呈正相关 ( $r = 0.7795, P < 0.01$ )。

我们的研究结果显示, 利用三维模型法测量的  $A_{INV}$  较既往 CT 测量方法中采用平面的所得偏小且具有统计学差异。根据 INV 区域横截面近似呈三角形的这一特点, 我们进一步提出: 单侧  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV}/2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2/2$ , 分析后发现  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  及  $A_{INV}$  的实测值与计算值无统计学差异且相关性强。比较左右两侧的 INV 参数可

知,  $A_{INV-L}$  较  $A_{INV-R}$  更大, 两侧  $H_{INV}$  无统计学差异但  $W_{INV-L}$  较  $W_{INV-R}$  偏大。比较男性及女性的 INV 参数可知, 男性较女性的  $A_{INV}$  更大,  $\alpha_{INV}$  无差异但  $H_{INV}$  更高。比较不同年龄组间的 INV 参数可知,  $<50$  岁人群的  $A_{INV-L}$  及  $A_{INV}$  较  $\geq 50$  岁人群的偏大, 相关分析提示  $A_{INV-L}$  与年龄呈负相关, 这可能与年龄增长过程中  $\alpha_{INV-L}$  的减小有关。进一步比较不同年龄组间的左右两侧 INV 参数, 发现:  $<50$  岁人群的  $A_{INV-L}$  及  $A_{INV-R}$ 、 $\alpha_{INV-L}$  及  $\alpha_{INV-R}$  无统计学差异, 然而  $\geq 50$  岁人群的  $A_{INV-R}$  及  $\alpha_{INV-R}$  较左侧的偏大。相关分析提示, 随着年龄的增长,  $\alpha_{INV-L}$  变小,  $\alpha_{INV-R-L}$  增大,  $A_{INV-R-L}$  的真实值随之增大。另一方面,  $A_{INV-R-L}$  的产生可部分用预测模型解释, 但还有未知相关因素待探索。

### 3 讨论

#### 3.1 预测模型对 INV 功能评估的价值

本研究对 INV 进行定位及参数测量是在鼻腔气流三维模型中进行, 并证明利用该法测得的  $A_{INV}$  较既往 CT 测量方法中采用平面的所得偏小。既往研究也已证明该方法的有效性, 有学者运用 Mimics 软件对 CT 图像进行处理, 建立鼻腔气流三维模型

后定位 INV 平面,并利用数值模拟方法证明气流通过该平面时的平均流速最大,从而再次确认该平面为最小截面<sup>[13]</sup>。既往研究聚焦于  $A_{INV}$  及  $\alpha_{INV}$  的测量,然而面积相同的 INV 可能形态各异,故近年来形态成为评价其功能的另一重要指标<sup>[5-6,8-12]</sup>。有学者提出,应联合  $A_{INV}$ 、 $\alpha_{INV}$  及 INV 形状来对 INV 进行综合评估<sup>[4,7]</sup>。根据 INV 横截面近似呈三角形形状的这一特点,我们提出预测模型:单侧  $A_{INV} = W_{INV} \times H_{INV}/2 = \tan[\text{radians}(\alpha_{INV})] \times (H_{INV})^2/2$ ,并进一步证明了  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  及  $A_{INV}$  的计算值与实测值无统计学差异且相关性强。

### 3.2 利用单侧 $A_{INV}$ 预测模型解释不同侧别、性别及年龄分组间 INV 静态参数的差异

我们首先分析左侧、右侧之间  $A_{INV}$  及形态的差异,左右两侧间的单侧  $H_{INV}$  无差异,而  $A_{INV-R}$ 、 $\alpha_{INV-R}$  较  $A_{INV-L}$ 、 $\alpha_{INV-L}$  偏大。由于本研究采集的颌面部 CT 数据来源于无通气障碍的汉族成年人,而这部分人群中具有相当多的一部分受试者在其 CT 上表现为生理性鼻中隔偏曲,考虑到样本的代表性,我们未剔除此类患者<sup>[14]</sup>。在对所有受试者的颌面部 CT 进行读片及测量后,测量数据提示鼻中隔向左偏曲者占比较多,因此可解释  $A_{INV-R}$  及  $\alpha_{INV-R}$  的偏大。我们随后分析男、女性之间  $A_{INV}$  及形态的差异,两组的年龄、单侧  $\alpha_{INV}$  以及  $\alpha_{INV}$  无差异,而男性的  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$ 、 $A_{INV}$ 、 $H_{INV-L}$  及  $H_{INV-R}$  较女性的偏大。根据预测模型,男性的  $H_{INV}$  较女性偏高导致男性  $A_{INV}$  的偏大(图4)。最后,笔者分析了 <50 岁及  $\geq 50$  岁人群间 INV 参数的差异,结果提示两组间的  $H_{INV}$ 、单侧  $\alpha_{INV}$  以及  $\alpha_{INV}$  之和无统计学差异,而  $\geq 50$  岁人群的  $A_{INV-L}$ 、 $A_{INV-R}$  及  $A_{INV}$  较 <50 岁人群的偏小且具有统计学差异。该差异不能用预测模型解释,故笔者进一步探索  $A_{INV-L}$  及  $A_{INV}$  的其他相关因素,发现年龄与二者呈负相关,而与  $A_{INV-L}$  计算值及  $A_{INV-R}$  计算值无相关性,故年龄应是独立于预测模型之外影响真实  $A_{INV-L}$  的因素。年龄与  $A_{INV-L}$  呈负相关,可能与年龄增长过程中鼻中隔左偏的加重有关<sup>[15]</sup>。根据文献报道,成年人鼻中隔偏曲发生率为 90%,且左侧偏曲的发生率高于右侧。同时,鼻中隔偏曲的发生也与年龄相关, $\geq 12$  岁以上人群较 <12 岁人群的发生率高<sup>[16]</sup>。本文的数据也提示(图5),年龄与  $\alpha_{INV-L}$  呈负相关,与  $\alpha_{INV-R}$  呈正相关,而  $A_{INV-R}$  与  $\alpha_{INV-R}$  呈正相关。在探索  $A_{INV-R}$  的有关因素时(图5E),笔者发现  $A_{INV-R}$  的实测值与计算值呈正相关,表明预测模型虽不能解释年龄对真实  $A_{INV-L}$  的作用,但仍可用

于解释  $A_{INV-R}$  实测值产生的部分原因。

### 3.3 单侧 $A_{INV}$ 预测模型可用于指导鼻阀功能不良的诊疗过程

结合本研究所测得的无鼻部疾病汉族人群的 INV 静态参数及预测模型,临床工作者可对患者的 INV 形态进行更充分的了解及评估,并对模型中的异常部分进行针对性的处理。在诊断方面,联合运用  $A_{INV}$ 、 $\alpha_{INV}$  及 INV 形态可更准确地评估 INV 功能。例如, $A_{INV}$  的减小除了与  $\alpha_{INV}$  的缩窄相关外,也可见于鼻中隔膨隆区域及下鼻甲头端充血肿胀而  $\alpha_{INV}$  正常的患者中。此外,不同种族人群的 INV 形态有所差异,亚洲人及非洲人群的  $\alpha_{INV}$  较白种人群偏大<sup>[1]</sup>。在手术治疗方面,针对鼻中隔前部损毁所致的鞍鼻,鼻阀功能不良常伴随外形异常出现,根据预测模型, $H_{INV}$  的变低导致了  $A_{INV}$  的减小,故临床上可通过重建鼻中隔前部以增高  $H_{INV}$  进而增大  $A_{INV}$ ,从而改善鼻的外形及通气功能<sup>[17]</sup>。对于 INV 底壁的狭窄,目前临床常采用耳廓复合移植片重建 INV 底壁或采用 Z 成形术以改善该区域狭窄,旨在增加  $W_{INV}$  进而增大  $A_{INV}$ 。若是由于鼻中隔的移位及偏曲、 $\alpha_{INV}$  瘢痕、上外侧软骨的萎缩或者返折过多所致 INV 狭窄者,临床工作者可对其进行针对性处理以达到增大  $\alpha_{INV}$  进而增加  $A_{INV}$  的目的。外科手术无效的患者可尝试佩戴鼻前庭扩张器或定制假体来维持一定  $A_{INV}$  以保证通气<sup>[3]</sup>。

### 3.4 当前工作的不足之处及展望

首先,本研究所测得 INV 静态参数及提出的预测模型均基于无鼻部疾病汉族人群,未进一步分析该参数范围以外者与通气障碍症状发生的相关性。在下一步的研究中,我们将对测量具有通气障碍患者的 INV 参数范围并检验该预测模型的适用性。

#### 参考文献:

- [1] Whyte A, Boeddinghaus R. Imaging of adult nasal obstruction [J]. Clin Radiol, 2020, 75(9): 688 - 704.
- [2] Fattahi T. Internal nasal valve: significance in nasal air flow [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2008, 66(9): 1921 - 1926.
- [3] Rollin K. Daniel, Péter Pálházi. Rhinoplasty An Anatomical and Clinical Atlas [M]. Berlin: Springer International Publishing AG, 2018: 165 - 212.
- [4] 付指辉, 周鹏, 马强, 等. 鼻阀功能不良的诊治进展 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2019, 25(2): 219 - 224.
- [5] Huizing EH. Functional reconstructive nasal surgery [J]. Aust J Otolaryngol, 2004, 7(1): 50 - 51.
- [6] Miman MC, Delikta Ş H, Ozturan O, et al. Internal nasal valve:

- revisited with objective facts[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2006,134(1):41-47.
- [7] Poetker DM, Rhee JS, Mocan BO, et al. Computed tomography technique for evaluation of the nasal valve[J]. *Arch Facial Plast Surg*, 2004,6(4):240-243.
- [8] 杨旭雯,张郑瑾,王彦君,等.鼻中隔偏曲对中鼻甲位置的影响及其临床意义[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2022,28(1):75-78.
- [9] Moche JA, Cohen JC, Pearlman SJ. Axial computed tomography evaluation of the internal nasal valve correlates with clinical valve narrowing and patient complaint[J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2013,3(7):592-597.
- [10] Bloom JD, Sridharan S, Hagiwara M, et al. Reformatted computed tomography to assess the internal nasal valve and association with physical examination[J]. *Arch Facial Plast Surg*, 2012,14(5):331-335.
- [11] Suh MW, Jin HR, Kim JH. Computed tomography versus nasal endoscopy for the measurement of the internal nasal valve angle in Asians[J]. *Acta Otolaryngol*, 2008,128(6):675-679.
- [12] 张淑慧,王振常,曾庆玉,等.成人鼻腔气道的多层螺旋CT表现[J]. *中华放射学杂志*, 2010,44(8):799-802.
- [13] Hosseini S, Schuman TA, Walenga R, et al. Use of anatomically-accurate 3-dimensional nasal airway models of adult human subjects in a novel methodology to identify and evaluate the internal nasal valve[J]. *Comput Biol Med*, 2020,123:103896.
- [14] Gogniashvili G, Steinmeier E, Mlynski G, et al. Physiologic and pathologic septal deviations: subjective and objective functional rhinologic findings[J]. *Rhinology*, 2011,49(1):24-29.
- [15] Mladina R, Cujic E, Subaric M, et al. Nasal septal deformities in ear, nose, and throat patients: an international study[J]. *Am J Otolaryngol*, 2008,29(2):75-82.
- [16] 韩朝,王德辉,黄一波.鼻中隔偏曲影响因素临床分析临床研究[J]. *临床和实验医学杂志*, 2013,12(1):55-57.
- [17] 孙艺渊,王珮华,许晨婕,等.鼻中隔自体移植术在鼻中隔骨折修复术中的应用[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2019,25(2):126-130.

(收稿日期:2022-09-22)

**本文引用格式:**陈静怡,汪涛,王珮华.内鼻阀静态参数间的相关性研究[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2023,29(1):67-74. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202322388

**Cite this article as:** CHEN Jingyi, WANG Tao, WANG Peihua. Correlation analysis between static parameters of internal nasal valve[J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2023,29(1):67-74. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202322388

(上接第66页)

- [2] Zur KB, Brandwein M, Wang B, et al. Primary description of a new entity, renal cell-like carcinoma of the nasal cavity: van Meegeren in the house of Vermeer[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2002,128(4):441-444.
- [3] 伍四春.头皮转移性肾透明细胞癌1例[J]. *诊断病理学杂志*, 2022,29(1):92-93.
- [4] 连世东,谭晓天,徐哲,等.肾透明细胞癌的MRI分析[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2010,21(1):64-66.
- [5] Torres Muros B, Bonilla Parrilla R, Solano Romero JR, et al. Metastasis in maxilar sinus as only manifestation of disseminate renal adenocarcinoma[J]. *An Otorrinolaringol Ibero Am*, 2007,34(3):231-236.
- [6] 刘穹,贺敬敬,韩明鲲,等.鼻腔鼻窦肾透明细胞癌5例报告并文献复习[J]. *解放军医学杂志*, 2021,46(12):1227-1231.
- [7] 古庆家,李静娴,樊建刚,等.鼻内镜或鼻内镜辅助下鼻腔鼻窦恶性肿瘤切除术的初步分析[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2013,27(23):1287-1290.
- [8] 陈晓栋,方满昌,石照辉,等.经鼻内镜鼻腔血管瘤切除术57例临床疗效分析[J]. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2020,27(3):145-147.
- [9] 邢志敏,郑宏伟,王旻,等.肾透明细胞癌鼻腔筛窦转移一例[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2005,40(3):63.
- [10] Hamed MA, Nakata S, Shioyama K, et al. Cytokeratin13, Cytokeratin 17, and Ki-67 expression in human acquired cholesteatoma and their correlation with its destructive capacity[J]. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 2017,10(3):213-220.
- [11] 辛军,周金,欧阳永娥,等. Survivin 和 Ki-67 在肾癌中的表达及其临床意义[J]. *现代泌尿生殖肿瘤杂志*, 2014,6(2):98-101.
- [12] 徐强,马超,吴晓东,等.肾透明细胞癌远节趾骨转移1例报告[J]. *中国矫形外科杂志*, 2021,29(21):2.
- [13] 刘德乾,赵战魁,孟琳,等. Vimentin 和 Ki-67 在肾癌中的表达及其临床意义[J]. *中华诊断学电子杂志*, 2018,6(2):134-138.

(收稿日期:2022-03-30)

**本文引用格式:**张燕君,胡晓光,张志斌.肾透明细胞癌蝶窦转移1例报道[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2023,29(1):65-66, 74. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202322106