

基于影像学对咽旁颈内动脉走行的观察与分析

姜知临¹, 朱瑞楷^{1,2}, 邱前辉¹

1. 南方医科大学附属广东省人民医院 (广东省医学科学院) 耳鼻咽喉头颈外科, 广东 广州 510080

2. 珠海市中西医结合医院 耳鼻喉科, 广东 珠海 519000

摘要: **目的** 研究旨在通过影像学方法观察和分析咽旁颈内动脉的走行特征, 以期为经鼻内镜手术中避免颈内动脉损伤提供指导和参考。 **方法** 回顾性分析患者的 MRI 和 CTA 影像数据, 根据动脉的拐点对其进行形态分类, 并在多个维度上测量了颈内动脉与关键解剖标志 (如中线、颅底平面、咽壁等) 之间的距离和角度, 以揭示其规律性。 **结果** 在评估的 124 侧咽旁颈内动脉中, 9 侧显示出具有多个拐点的复杂走行。常规走行的颈内动脉普遍具有向内走行趋势, 其在冠状位 MRI 上距离中线的距离为 (21.85 ± 3.26) mm, 入颅角度为 $(76.32 \pm 15.53)^\circ$, 而在矢状位 MRI 上, 颈内动脉入颅角度为 $(71.84 \pm 11.55)^\circ$ 。在 CTA 冠状位上观察动脉入颅的危险角度为 60° 。 **结论** 颈内动脉变异会造成手术通道的狭窄以及解剖标志相对关系的改变, 因此术前应重视咽旁颈内动脉变异, 并在影像学下充分评估, 必要时做好术前预处理。

关键词: 经鼻内镜颅底手术; 颈内动脉损伤; 颈内动脉走行; 解剖; 影像; 术前评估

中图分类号: R574 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3770(2025)04-0069-08

引用格式: 姜知临, 朱瑞楷, 邱前辉. 基于影像学对咽旁颈内动脉走行的观察与分析 [J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2025, 39(4): 69-76. JIANG Zhilin, ZHU Ruikai, QIU Qianhui. Imaging-based observation and analysis of the pharyngeal internal carotid artery trajectory [J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2025, 39(4): 69-76.

Imaging-based observation and analysis of the pharyngeal internal carotid artery trajectory

JIANG Zhilin¹, ZHU Ruikai^{1,2}, QIU Qianhui¹

1. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery, Guangdong Provincial People's Hospital (Guangdong Academy of Medical Sciences), Southern Medical University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

2. Department of Otorhinolaryngology, Zhuhai Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Zhuhai 519000, Guangdong, China

Abstract: Objective The objective of this study was to delineate the course of the pharyngeal segment of the internal carotid artery (ICA) through imaging analysis, with the aim of providing guidance to prevent ICA injury during endonasal endoscopic surgeries.

Methods A retrospective analysis of MRI and CTA imaging data from patients' ICAs was conducted, with arterial morphologies being classified based on inflection points. The distances and angles between the ICA and key anatomical landmarks (midline, intracranial entry plane, pharyngeal wall) were measured in multiple dimensions to identify any patterns that could inform surgical approaches. **Results** In the course of the evaluation of 124 ICA sides, it was found that nine of these exhibited complex trajectories with multiple inflection points. The conventional ICA course exhibited a medial trend, with a mean coronal distance from the midline of (21.85 ± 3.26) mm, an intracranial entry angle of $(76.32 \pm 15.53)^\circ$, and a mean sagittal entry angle of $(71.84 \pm 11.55)^\circ$. It is noteworthy that a critical intracranial entry angle of 60° was identified in the coronal view of CTA scans, suggesting a threshold for surgical risk. **Conclusion** Variations in the ICA have the potential to result in surgical channel stenosis and alterations in anatomical landmark relationships, which are of critical importance for the purpose of planning. Comprehensive imaging assessments are essential for identifying pharyngeal ICA anomalies, and preoperative interventions should be considered when indicated to mitigate surgical risks.

Key words: Endoscopic endonasal skull base surgery; Internal carotid artery injury; Course of internal carotid artery; Anatomy; Imaging; Preoperative assessment

鼻内镜入路手术应用范围已经从早期的鼻窦功能手术已经逐渐扩大到后来辅助垂体瘤可视化切除, 进而发展至目前能够涉及前、中、后颅窝的

手术^[1-2]。然而, 手术应用范围及入路的扩大也带来了新的挑战和风险。其中颈内动脉损伤就是经鼻内镜颅底手术最危险和严重的并发症之一, 既

收稿日期: 2024-07-30

基金课题: 2025 年度广州市校 (院) 企联合资助项目 (2025A03J4502)

通信作者: 邱前辉。E-mail: qiuqianhui@gdph.org.cn

往的调查显示颈内动脉损伤发生率不足 1%,但死亡率高达 10%,且实际发生率可能高于报道率^[3-5]。临床上发生颈动脉损伤可能会导致大出血,而对颈内动脉的压迫填塞止血也可能导致患者颈内动脉闭塞或者狭窄,造成脑缺血性损伤、脑神经麻痹等不良预后。内镜手术下颈内动脉损伤的风险受多种因素共同影响,其中患者自身的解剖因素占据重要的地位,例如颈内动脉本身的变异以及周围组织的高风险解剖异常往往给手术带来了巨大的风险^[6-7]。

斜坡旁段颈内动脉是损伤发生占比最高的颈内动脉分段,然而这可能与内镜下经蝶入路手术的广泛开展有关,并不代表在该位置操作时实际损伤的发生率^[6-8]。对发生颈内动脉损伤时的内镜手术入路进行调查后发现,与其他手术入路相比,经翼突入路进入咽旁区域操作会更加容易损伤颈内动脉,①因为该入路操作区域远离中线,更加靠近颈内动脉;②由于咽旁段颈内动脉缺少相应的骨性解剖标志且走行变异较为常见,在内窥镜下难以准确寻找及辨认。因此,对于咽旁段颈内动脉的解剖变异研究将有助于减少经鼻内镜颅底手术下的动脉损伤风险。

目前对于咽旁段颈内动脉的研究主要聚焦于解剖标志及解剖变异。既往研究^[9-11]通过内窥镜下的尸体解剖学及影像学方法,识别了翼突内侧板、外侧板等骨性标志及咽隐窝、腭帆提肌等软组织标志。这些解剖标志的研究有效地帮助颅底外科医生在内窥镜下识别并定位颈内动脉,从而降低颈内动脉损伤的风险。1965 年 Weibel 等^[12]根据血管造影上颈内动脉的变异特点将变异的颈内动脉分为 3 种类型,形成“S”形或者“C”形的迂曲、形成 360°盘绕的卷曲以及形成锐角夹角的折曲。Paulsen 等^[13]依据德国人种尸体标本得到的变异发生比例为 32.3%,何蕊等^[14]和李冰蓉等^[15]均采用患者的 CTA 影像对颈内动脉走行变异进行研究,分别得到 40.0%和 43.4%的变异发生比例,这表明我国人群颈内动脉变异发生的可能性高于外国。此外,已有部分研究报道颈内动脉变异会增加颈内动脉损伤的风险^[16-18]。如何描述这种变异对迅猛发展的内镜颅底外科的影响,以及如何去指导外科操作仍在不断探索中。Pfeiffer 等^[18-19]于 2008 年提出了一种基于变异点发生的位置以及距咽壁的最短距离的颈内动脉变异分型方法,并于 2016 年增加动脉内外位移距离作为标准。然而该方法对动脉走行变异的描述只

适用于腺样体及扁桃体等普通咽部操作手术及血管介入技术,无法适用于迅猛发展的经鼻内镜颅底手术。因此,如何从经鼻内镜颅底手术的角度观察并分析颈内动脉走行变异是一个重要的问题。

基于这一需求,研究基于影像学多维度统计分析了中国珠三角华南地区人群的颈内动脉变异情况,并结合经鼻内镜颅底手术操作特点及咽旁段颈内动脉解剖标志,描述了一些损伤风险更高的动脉类型与其特点,希望能提高颅底外科临床医生对走行变异的重视程度,并为经鼻内镜颅底手术术前评估颈内动脉损伤风险提供有效参考。

1 资料与方法

1.1 资料

研究收集 2020 至 2024 年广东省人民医院就诊并接受颈部或鼻咽颅底增强 MR 检查的患者资料,记录患者年龄、性别、有无 CTA 检查结果、有无颈内动脉介入史以及有无颅底手术史等一般资料。

纳入标准:①接受颈部或鼻咽颅底增强 MRI 检查;②年龄性别资料完整;③影像质量良好,可用于双侧颈内动脉的影像分析;④若患者同期具有 CTA 影像,则一并纳入分析。

排除标准:①既往有颈内动脉介入治疗史。②既往有颅底相关手术史。③图像质量过低,影响影像学判断。④颈内动脉存在肿瘤压迫导致解剖结构异常。

研究初始收集 84 例患者信息,排除既往颅底手术患者及动脉受到肿瘤压迫患者后,最终纳入 62 例患者。

1.2 影像特征收集方法

1.2.1 MRI 影像

首先对咽旁段颈内动脉整体形态进行观察,目前常用的形态分型依据是 Weibel 等^[12]于 1965 年提出的变异分型,即将变异的颈内动脉分成迂曲,卷曲及折曲。随后 Paulsen 等^[13]于 2000 年在此基础上基于弯曲角度提出了具体的划分标准。本研究将既往研究的分型标准进行简化,将颈内动脉的形态大致分为:①具有 2 个以上拐点的复杂走行,包括“S”型、“C”型、部分折曲以及卷曲型。这类动脉的特点为在颅外走行时具有多个拐点,形成较为复杂的几何形状,简单的指标并不足以解释其临床风险性;②不具有拐点或者只具有 2 个及以下拐点的常规走行。具体分类示例见图 1。

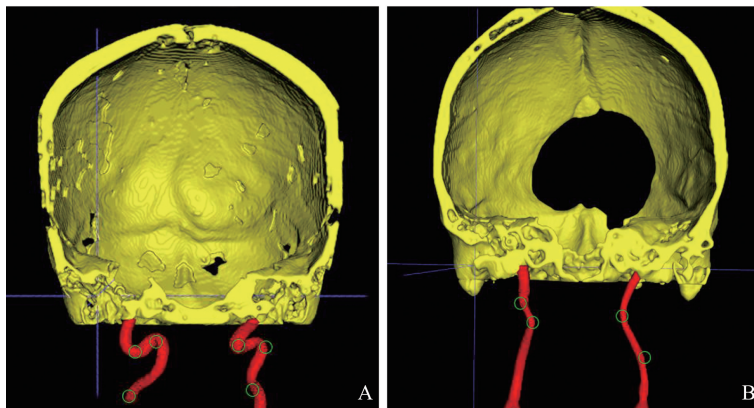


图 1 咽旁段颈内动脉拐点及形态分类示例(绿圈位置为拐点)

A: 具有 2 个以上拐点的复杂走行; B: 不具有拐点或者只具有 2 个及以下拐点的常规走行动脉

Figure 1 Pharyngeal segment of the internal carotid artery inflection points and morphological classification (the green circle indicates the inflection point)

A: Complex courses with more than two inflection points; B: Conventional running arteries without inflection points or with two or fewer inflection points

研究测量咽旁段颈内动脉相关影像特征,定义颅底水平线为冠状位影像上双侧颈内动脉外口连线,纵行中轴线为冠状位上双侧颈内动脉外口连线的中线,走行拐点(变异点)为折曲型颈内动脉在各个位面上发生角度折曲变化的点,并根据以下方法定量记录每条动脉的在不同位面上的相关影像特征:①冠状位入颅角度,指颈内动脉入颅时与颅底水

平线的内夹角;②距中轴距离,指最内处变异拐点距纵行中轴线的距离;③距入颅水平距离,指最内处变异点距入颅水平线的距离;④轴位最短距离,指轴位颈内动脉距咽壁最短距离距离;⑤矢状位入颅角度,指颈内动脉入颅时与矢状位水平线形成的前夹角(图 2)。并根据 2000 年的 Paulsen 标准(纵轴上偏移 15°)^[13] 将动脉向内和向前偏移的趋势进行统计。

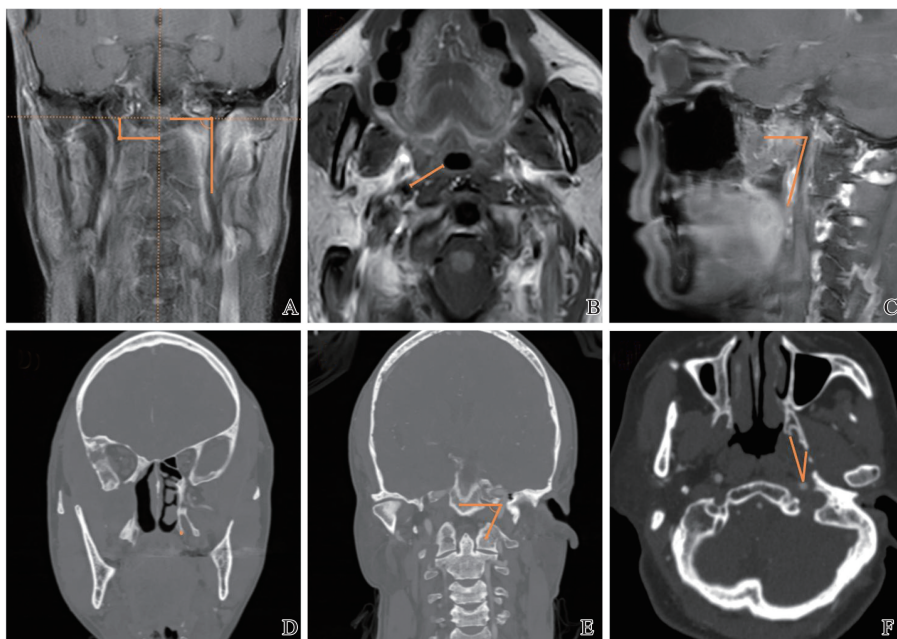


图 2 MR 以及 CTA 上颈内动脉影像特征的相关收集方法示例

A: 右侧颈内动脉变异点距中轴距离和距颅底水平距离、左侧颈内动脉入颅角度; B: 颈内动脉距咽壁的最短距离; C: 颈内动脉矢状位入颅角度; D: 左侧翼突内侧板的底点; E: 利用翼内板底点投影点测量的危险角度; F: 颈内动脉与翼突内外侧板的相对关系

Figure 2 The illustration of collecting methods for MR and CTA imaging features

A: The distance from the point of variation in the right internal carotid artery to the midline and to the horizontal distance from the base of the skull, as well as the angle of entry of the left internal carotid artery into the skull; B: The shortest distance from the right internal carotid artery to the pharyngeal wall; C: The sagittal angle of entry of the internal carotid artery into the skull; D: The lowest point of the medial wall of the left cavernous sinus; E: The hazardous angle utilizing the projection point from the base point of the medial wall; F: The relative relationship between the left internal carotid artery and the medial and lateral walls of the cavernous sinus

1.2.2 CTA 影像

收集患者 MR 影像时一并收集患者同期 CTA 影像(1 个月内)。在不同轴位的 CTA 切面上观察颈内动脉与翼突内外侧板之间的位置相对关系,记录颈内动脉相对于翼突内外侧板的走行范围,包括翼突外侧板同一矢状面及以外、翼突内侧板矢状面以外(不包括同一矢状面),翼突内侧板矢状面及以外。另外在冠状位上标记翼突内侧板底点投影点与颈内动脉入颅点连线,并测量其与入颅水平线的夹角,将其定义为危险角度(图 2)。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件。正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,使用 Shapiro-Wilk 检验对数据进行正态性检验,对符合正态分布数据进行独立样本 *t* 检验,不符合正态分布的数据资料进行 Mann-Whitney *U* 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

62 例患者的年龄为 19~81 岁,平均(51.0±12.8)岁,其中男 46 例、女 16 例。将年龄≥60 岁的患者定义为高龄组(15 例),其余定义为非高龄组(47 例)。

2.2 咽旁段颈内动脉的 MRI 影像特征

2.2.1 整体形态分类

共收集 62 例纳入患者的影像资料,包含双侧咽旁段颈内动脉共 124 侧的数据,结果发现共有 7 例患者存在多拐点的复杂走行咽旁段颈内动脉,其中 2 例患者双侧均存在复杂走行,共识别出 9 侧复杂走行的颈内动脉。

2.2.2 影像测量资料

9 侧复杂走行动脉距中轴距离为 11.79~30.42 mm,轴位距离为 5.06~20.16 mm。除去复杂走行动脉及其对侧动脉,测量剩余的 110 侧常规走行咽旁段颈内动脉的影像指标。冠状位影像上变异点距中轴距离为(21.85±3.26)mm,最短距离为 15.11 mm,距入颅水平距离为(17.31±11.72)mm,颈内动脉入颅角度为(76.32±15.53)°,在轴位影像上距咽壁最短距离为(16.14±5.51)mm,矢状位上颈内动脉入颅角度为(71.84±11.55)°。左右两侧颈内动脉的各项影像特征无明显差异。与男性患者相比,女性患者的颈内动脉表现出了更明显的向内趋势,距离中轴的距离以及冠状位上形成的夹角均小于男性。高龄患者的矢状位入颅角度小于非高龄患者,提示高龄患者的颈内动脉走行变异可能主要表现为矢状位上的弯曲变化。55 侧血管表现出明显的向内弯曲的趋势,67 侧血管表现出向前的趋势。具体资料见表 1。

表 1 MRI 影像测量数据
Table 1 MRI imaging measurement data statistics

分组	数量/例	距中轴距离/ mm	冠状位 入颅角度/°	距颅底水平 距离/mm	轴位距咽壁 最短距离/mm	矢状位 入颅角度/°
侧别						
左	55	21.61±3.43	75.28±17.27	16.66±10.88	15.84±5.61	72.20±10.90
右	55	22.09±3.09	76.30±23.94	18.63±16.31	16.44±5.44	71.47±12.25
<i>t/Z</i>		0.777	-0.942	-0.551	0.572	-0.332
<i>P</i>		0.439	0.346	0.582	0.569	0.741
性别						
男	84	22.40±3.16	78.23±14.94	17.74±17.05	16.57±5.52	71.26±10.86
女	26	20.06±2.82	70.14±16.10	17.54±9.27	14.75±5.33	73.70±13.61
<i>t/Z</i>		3.338	2.371	-0.151	1.483	-0.942
<i>P</i>		0.001	0.020	0.880	0.141	0.348
年龄						
高龄组	28	21.52±3.41	73.59±14.02	17.14±9.67	14.35±5.04	64.05±7.18
非高龄组	82	21.96±3.23	77.25±15.99	17.66±14.99	16.75±5.55	74.50±11.58
<i>t/Z</i>		-0.623	-1.076	-0.137	-2.021	-4.483
<i>P</i>		0.535	0.285	0.891	0.046	<0.001

2.3 CTA 影像特征资料

2.3.1 翼突内外侧板与颈内动脉的相对位置情况

纳入患者数据中共包含 21 例同期 CTA 影像,颈内动脉在翼突外侧板根部水平面上基本与外侧板位于同一矢状面或者偏外侧一点,所有的向内偏移

变异均未使动脉走行超出翼突内侧板矢状面范围。

2.3.2 颈内动脉危险角度

经测量,翼内板投影点、入颅点与入颅水平线形成的角度为(60.70±7.18)°,即方法部分定义的危险角度,提示当冠状位颈内动脉入颅角度小于 60°时,

依据解剖标志进行内镜操作时将更容易损伤到向内偏移的动脉。

3 讨论

颈内动脉损伤是经鼻内镜颅底手术最为严重的并发症之一,随着手术入路的不断扩大与发展,新的手术方法与手术范围被不断尝试,颈内动脉损伤的风险也逐渐升高。在内镜下进行鼻咽及咽旁区域甚至是颞下窝区域操作时,咽旁段颈内动脉由于缺少解剖标志以及更容易出现走行变异,其损伤风险明显升高^[11,20-21]。因此,目前对咽旁段颈内动脉的研究集中于解剖标志的寻找确立以及变异动脉的辨认。尸体研究以及影像学研究被广泛运用于解剖标志的寻找中,一些有效的骨性标志及软组织标志逐渐被确立,例如翼突内外侧板、咽隐窝及腭帆提肌等^[22-24]。对动脉变异走行的研究则从早期的迂曲、卷曲等形态解剖学研究逐渐趋向于解剖距离的研究。基于颈内动脉距咽壁距离分型的 Pfeiffer 标准提出后,Ekici 等^[25]和 Jun 等^[26]的研究报道颈内动脉变异会造成距咽壁距离的缩短,从而增加损伤颈内动脉风险。然而随着咽旁段颈内动脉解剖学及影像学的进一步发展,依据距咽壁距离来描述颈内动脉损伤危险性已经无法适用于更深层次的经鼻内镜颅底技术。刘娟等^[16]报道了 1 例与解剖标志关系改变的变异颈内动脉,尸体解剖时发现变异的颈内动脉几乎超过了茎突咽肌所在的平面,单纯的形态变异显然也会影响内镜颅底操作的风险。因此本研究从形态角度观察及分析咽旁段颈内动脉的变异走行,即在不完全抛弃原有形态变异分型的基础上,在多个维度的 2D 平面测量颈内动脉的角度变化以及其与解剖标志的关系。这种形态分型可帮助外科医生进一步理解颈内动脉变异对外科手术的影响,提高相关重视程度,帮助进行术前动脉的影像评估。

在初步观察动脉的走行形态时,论文特别关注走行拐点的特殊性,经过简化分类,发现 93% 的动脉都属于简单型动脉,这表明大部分的咽旁段颈内动脉具有可量化的特征。对占比较少的复杂变异型动脉,我们进行了距中线距离的测量和距咽壁距离的测量,这些指标较少考虑动脉的形态因素,发现仅在 9 例动脉中就出现了极大的波动,一定程度说明了 Pfeiffer 标准临床应用的合理性。且最靠近中线动脉的安全距离为 11.79 mm,比起最靠近中线的常规走行动脉将近短了 4.00 mm,这对那些本就要扩展手术通道的术式来说可能意味着禁忌。同时,多拐点意味着走行更加曲折,也可能增加颈内动脉损

伤的风险。Umehara 等^[27]通过测量手术通道咽鼓管上三角面积来评估经鼻内镜颅底手术切除岩尖颅底肿瘤的风险,Jayashankar 等^[28]测量斜坡旁段及鞍旁段动脉间的夹角,并认为过小的夹角代表着更加曲折的动脉,这将导致内镜下海绵窦手术通道操作更加困难。这些研究强调了在经鼻内镜手术中手术通道的重要性,然而咽旁段颈内动脉多变的走行以及缺乏绝对的解剖标志导致尚未见到类似的手术通道指标,但这并不代表这种曲折在咽旁手术中应该被忽视。因此,本研究在方法上对既往分型进行简化,将几何形态较为复杂的动脉单独分类,虽然未对复杂走行动脉进一步研究,但有助于对咽旁段颈内动脉进行初步分析,协助经鼻内镜颅底手术患者的术前评估。

本研究对常规走行的咽旁段颈内动脉进行了更细致的测量,并进行了基线特征的比较。随着经鼻内镜颅底技术的发展,手术入路从中线颅底扩展至旁中线颅底区域,有研究^[4,6,29-30]对颈内动脉损伤的病例进行回顾后发现,斜坡旁及翼旁区域的肿瘤切除更容易损伤颈内动脉,这是因为手术通道更加靠近颈内动脉,与此相应的是一些其他因素造成的颈内动脉向手术区域靠近移位,也会增加颈内动脉的损伤可能性,如肿瘤压迫或者走形变异。国内外已有多项研究^[14,31-32]报道了颈内动脉距中线距离的相关情况,认为动脉距中线距离是衡量动脉损伤风险的可靠指标,本研究针对中线与咽旁段颈内动脉变异走行对动脉拐点到中线的距离(即动脉距中线最短距离)以及颈内动脉入颅时形成的夹角进行了测量。我们根据冠状位上颈内动脉入颅时形成的角度进行分类,发现半数的动脉都有向内走行的趋势,这远超出了梁九思等^[33]的报道,这可能与分类标准的不统一有关。以往颅底外科医生评估这种向内趋势对手术的影响往往依靠脑海中的想象,或者借助解剖标志。我们注意到咽旁段动脉入颅时形成的夹角可以在距离的基础上对这种向内趋势进行补充。因此借助患者 CTA 数据进一步研究了向内趋势对内镜下颅底手术的影响。翼内外板被认为可以作为颈内动脉的骨性标志,且形态位置相对固定。颈内动脉处于翼外板同一矢状面上,位于其后方约 2.00 cm^[23]。本研究纳入的所有变异动脉均未超出翼内板矢状面,可以认为翼内板内侧属于安全区域。动脉在翼外板根部时未向内超出翼外板,因此在翼外板根部水平可以安全地将翼外板作为颈内动脉的识别标志。但继续向下延伸的颈内动脉形态变异较大,无法将翼外板作为绝对的固定标志。我们的研究定义翼内板底

部及颈内动脉外口的连线与水平线夹角为危险角度。该连线经过翼外板的中点,正好是骨性下鼻甲水平,何蕊等^[14]也在此轴位平面上对颈内动脉进行解剖标志的距离及角度测量,本研究认为当颈内动脉入颅夹角小于危险角度 60°时代表的向内变异会导致这些关键轴位平面解剖标志的失准,在内镜手术中要慎重判断解剖标志与颈内动脉的内外关系,尤其是骨性标志,最好结合动脉距中线的距离对颈内动脉的位置进行综合判断,以免损伤颈内动脉。常规走行动脉距中线的最短距离为 15.11 mm,意味着在其距中线的安全距离约为 1.5 cm,与Liu 等^[34]于标本中的解剖测量结果相近,说明内镜下沿中线旁开 1.5 cm 内可以较为安全的操作而不会损伤颈内动脉,但由于向内趋势的普遍存在,颈内动脉到中线的平均距离和安全距离的相差并不是很大,仍建议术前在影像上进行个体化的评估。

本研究结果表明,女性的向内走行趋势较男性更显著,这与以往的研究相一致,这可能与性别间体型差异有关。尽管向内趋势与年龄似乎没有关联,但是高龄组的颈内动脉具有更显著的向前趋势,颈内动脉距咽壁的距离因这种趋势明显缩短,从而导致损伤风险的增加。颈内动脉变异的发生机制包括先天胚胎发育异常和后天获得两种类型,Ekici 等^[25]发现后天获得性的动脉变异主要以折曲为主,并认为衰老导致的结缔组织流失可能是变异的潜在原因,这与我们的研究结果一致,Battaglia 等^[35]的研究认为颈内动脉前方的咽旁间隙脂肪组织可作为寻找颈内动脉的解剖标志,我们推测衰老导致的结缔组织流失可能造成动脉向前折曲,因此在内镜下对老年患者进行颈内动脉解剖时应当更加注意操作的深度,以免损伤颈内动脉,造成严重的后果。

本研究在对咽旁段颈内动脉各个维度上的 MRI 影像数据进行测量,描述了咽旁段颈内动脉向内走行变异的趋势,并且根据这种走行趋势对颈内动脉与翼内外板的内外关系进行观察,而既往研究尚主要集中在与解剖标志的直线距离研究中。然而目前本研究未对咽隐窝等软组织标志以及除翼内外板外其他的骨性标志未进行充分的测量统计,以往的研究都充分说明这些解剖标志在经鼻内镜颅底手术中具有重要的提示作用,咽旁段颈内动脉的向内走行趋势是否会影响到这些解剖标志的关系尚不明确,有待进一步探究。此外,关于复杂走行动脉与解剖标志之间的距离及内外关系也未进行更深入地研究,当下仅初步分析了动脉复杂形态对手术操作的影响,该部分仍需更深入的探索。3D 重建化的观

察可能将更有助于个性化的外科治疗,更复杂的变异类型也需要立体化及个性化的分析方式,本研究进行了多平面的观察及测量,但未能在三维图像上进行研究,这可能限制了复杂走行动脉的分析。尸体解剖在动脉形态解剖研究具有重要意义,后续如若将影像观察与尸体解剖结合,进一步发现及验证动脉变异形态及其影响,将具有更大意义。统计方面观察的总样本数欠佳可能导致数据代表性不足,尤其有关翼内外板的数据,且我们的统计过程采用了部分的非参数统计,这导致假阴性的结果可能性增大,但对阳性结果无影响,因此对结果无影响。

颈内动脉损伤是经鼻内镜颅底手术的严重并发症,术前评估颈内动脉走行十分重要,我们基于影像学对咽旁段颈内动脉进行观察并分析,描述了一种便于分析动脉形态的简单分类,这种分类以拐点数量为依据。多拐点的复杂走行动脉会影响手术通道操作,术前应充分评估,必要时应当完备术中导航或者术前进行颈内动脉的介入预处理^[36]。此外,对常规走行颈内动脉进行了量化描述,发现普遍存在的向内走行变异的趋势,这种趋势会在不同程度上影响动脉与解剖标志的位置关系,从而增加动脉损伤风险。综上,颈内动脉变异会造成手术通道的狭窄以及解剖标志相对关系的改变,本研究为经鼻内镜颅底手术的术前评估提供了重要参考,有助于提升术者对颈内动脉走行变异的重视程度,从而降低术中血管损伤风险。

参考文献:

- [1] Wang EW, Zanation AM, Gardner PA, et al. ICAR: endoscopic skull-base surgery [J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2019, 9(S3): S145-S365. doi:10.1002/alr.22326
- [2] van Furth WR, de Vries F, Lobatto DJ, et al. Endoscopic surgery for pituitary tumors [J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2020, 49(3): 487-503. doi:10.1016/j.ecl.2020.05.011
- [3] Porras JL, Rowan NR, Mukherjee D. Endoscopic endonasal skull base surgery complication avoidance: a contemporary review [J]. *Brain Sci*, 2022, 12(12): 1685. doi:10.3390/brainsci12121685
- [4] Chin OY, Ghosh R, Fang CH, et al. Internal carotid artery injury in endoscopic endonasal surgery: a systematic review [J]. *Laryngoscope*, 2016, 126(3): 582-590. doi:10.1002/lary.25748
- [5] Rowan NR, Turner MT, Valappil B, et al. Injury of the carotid artery during endoscopic endonasal surgery: surveys of skull base surgeons [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2018, 79(3): 302-308. doi:10.1055/s-0037-

1607314

- [6] Gardner PA, Tormenti MJ, Pant H, et al. Carotid artery injury during endoscopic endonasal skull base surgery: incidence and outcomes[J]. *Neurosurgery*, 2013, 73(2 Suppl Operative): ons261-9; discussionons269-70. doi: 10.1227/01.neu.0000430821.71267.f2
- [7] AlQahtani A, London NR Jr, Castelnuovo P, et al. Assessment of factors associated with internal carotid injury in expanded endoscopic endonasal skull base surgery[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2020, 146(4): 364-372. doi:10.1001/jamaoto.2019.4864
- [8] Labib MA, Prevedello DM, Carrau R, et al. A road map to the internal carotid artery in expanded endoscopic endonasal approaches to the ventral cranial base[J]. *Neurosurgery*, 2014, 10(Suppl 3): 448-471; discussion471. doi:10.1227/NEU.0000000000000362
- [9] 丁樾, 孟庆国. 内镜经鼻入路咽旁段颈内动脉临床解剖研究进展[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2024, 38(4): 354-358. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2024.04.018
DING Yue, MENG Qingguo. Advances in clinical anatomy of the transnasal approaches to the parapharyngeal segment of the internal carotid artery[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2024, 38(4): 354-358. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2024.04.018
- [10] Hosseini SMS, McLaughlin N, Carrau RL, et al. Endoscopic transpterygoid nasopharyngectomy: correlation of surgical anatomy with multiplanar CT[J]. *Head Neck*, 2013, 35(5): 704-714. doi:10.1002/hed.23020
- [11] Fang XY, Di GF, Zhou W, et al. The anatomy of the parapharyngeal segment of the internal carotid artery for endoscopic endonasal approach [J]. *Neurosurg Rev*, 2020, 43(5): 1391-1401. doi: 10.1007/s10143-019-01176-3
- [12] Weibel J, Fields WS. Tortuosity, coiling, and kinking of the internal carotid artery. i. etiology and radiographic anatomy[J]. *Neurology*, 1965, 15: 7-18. doi:10.1212/wnl.15.1.7
- [13] Paulsen F, Tillmann B, Christofides C, et al. Curving and looping of the internal carotid artery in relation to the pharynx: frequency, embryology and clinical implications[J]. *J Anat*, 2000, 197(Pt 3): 373-381. doi:10.1046/j.1469-7580.2000.19730373.x
- [14] 何蕊, 文译辉, 文卫平. 颈内动脉颅底段的 CT 测量及三维重建[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2024, 30(5): 48-54. doi:10.11798/j.issn.1007-1520.202423352.
- [15] 李冰蓉. 内镜下腹侧颅底颈内动脉分段应用解剖及变异[D]. 深圳: 深圳大学, 2022
- [16] 刘娟, 刘全, 王欢, 等. 内镜下经口入路咽旁间隙的解剖标志及毗邻关系[J]. *局解手术学杂志*, 2022, 31(4): 279-283. doi:10.11659/jjssx.07E021119
LIU Juan, LIU Quan, WANG Huan, et al. Anatomical signs and adjacent relationship of parapharyngeal space through endoscopic transoral approach [J]. *Journal of Regional Anatomy and Operative Surgery*, 2022, 31(4): 279-283. doi:10.11659/jjssx.07E021119
- [17] 刘卓航, 王刚, 姜卫国, 等. 以咽部异物感及口齿不清为首发症状的颈内动脉畸形一例[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 51(2): 140-141. doi:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2016.02.019
- [18] Pfeiffer J, Ridder GJ. A clinical classification system for aberrant internal carotid arteries [J]. *Laryngoscope*, 2008, 118(11): 1931-1936. doi: 10.1097/MLG.0b013e318180213b
- [19] Pfeiffer J, Becker C, Ridder GJ. Aberrant extracranial internal carotid arteries: New insights, implications, and demand for a clinical grading system [J]. *Head Neck*, 2016, 38(Suppl 1): E687-E693. doi: 10.1002/hed.24071
- [20] Padhye V, Valentine R, Wormald PJ. Management of carotid artery injury in endonasal surgery [J]. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 2014, 18(Suppl 2): S173-S178. doi: 10.1055/s-0034-1395266
- [21] Porras JL, Rowan NR, Mukherjee D. Endoscopic endonasal skull base surgery complication avoidance: a contemporary review [J]. *Brain Sci*, 2022, 12(12): 1685. doi:10.3390/brainsci12121685
- [22] Nair S, Srivastava N, Brijith KR, et al. Surgical landmarks for parapharyngeal internal carotid artery during extended endoscopic surgery of nasopharynx: a cadaveric and radiological study [J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 74(Suppl 3): 4525-4532. doi:10.1007/s12070-021-02508-w
- [23] Ho B, Jang DW, Van Rompaey J, et al. Landmarks for endoscopic approach to the parapharyngeal internal carotid artery: a radiographic and cadaveric study[J]. *Laryngoscope*, 2014, 124(9): 1995-2001. doi: 10.1002/lary.24601
- [24] Liu J, Sun XC, Liu Q, et al. Eustachian tube as a landmark to the internal carotid artery in endoscopic skull base surgery [J]. *Otolaryngol--head Neck Surg*, 2016, 154(2): 377-382. doi:10.1177/0194599815616799
- [25] Ekici F, Tekbas G, Onder H, et al. Course anomalies of extracranial internal carotid artery and their relationship with pharyngeal wall: an evaluation with multislice CT [J]. *Surg Radiol Anat*, 2012, 34(7): 625-631. doi:10.1007/s00276-012-0958-3
- [26] Jun BC, Jeon EJ, Kim DH, et al. Risk factors for decreased distance between internal carotid artery and pha-

- ryngeal wall[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2012, 39(6): 615-619. doi:10.1016/j.anl.2011.10.018
- [27] Umehara T, Taniguchi M, Akutsu N, et al. Anatomical variation of the internal carotid artery and its implication to the endoscopic endonasal translacrum approach[J]. *Head Neck*, 2021, 43(5): 1535-1544. doi:10.1002/hed.26618
- [28] Jayashankar N, Patangrao H. Magnetic resonance angiographic study of variations in course of paraclival and parasellar internal carotid artery in relation to expanded endonasal endoscopic approaches[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022, 279(7): 3459-3465. doi:10.1007/s00405-021-07123-7
- [29] 蒋卫红, 肖健云. 经鼻内镜颅底外科进展[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2015, 21(5): 351-353. doi:10.11798/j.issn.1007-1520.201505001
- [30] Sharma RK, Irace AL, Overdeest JB, et al. Carotid artery injury in endoscopic endonasal surgery: Risk factors, prevention, and management[J]. *World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 8(1): 54-60. doi:10.1002/wjo2.7
- [31] Lien CF, Weng HH, Lin BS, et al. Effect of carotid artery aberrancy on the distance between the vessel and nasopharyngeal subsites[J]. *Journal of the Chinese Medical Association: JCMA*, 2014, 77(5): 253-257. doi:10.1016/j.jcma.2014.02.004
- [32] Xu X, Ong Y K. An endoscopic anatomical study of the levator veli palatini and its relationship to the parapharyngeal internal carotid artery[J]. *Head & Neck*, 2020, 42(8): 1829-1836. doi:10.1002/hed.26101
- [33] 梁九思, 王小路. 经上颌窦入路咽旁段颈内动脉解剖标志个体化影像分析[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2021, 35(9): 769-773. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2021.09.001
- LIANG Jiushi, WANG Xiaolu. Individualized imaging analysis of anatomic landmarks of parapharyngeal internal carotid artery via maxillary sinus approach[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2021, 35(9): 769-773. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2021.09.001
- [34] Liu CL, Hsu NI, Shen PH. Endoscopic endonasal nasopharyngectomy: tensor veli palatine muscle as a landmark for the parapharyngeal internal carotid artery[J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2017, 7(6): 624-628. doi:10.1002/alr.21921
- [35] Battaglia P, Eesa M, Pietrobon G, et al. Practical guide for identification of internal carotid artery during endoscopic nasopharyngectomy [J]. *Laryngoscope*, 2021, 131(3): E755-E758. doi:10.1002/lary.28778
- [36] Valentine R, Wormald PJ. Carotid artery injury after endonasal surgery[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2011, 44(5): 1059-1079. doi:10.1016/j.otc.2011.06.009

(编辑:李纬)

(上接第 30 页)

- [16] Venkitachalam S, Babu D, Ravillah D, et al. The ephrin B2 receptor tyrosine kinase is a regulator of proto-oncogene MYC and molecular programs central to barrett's neoplasia[J]. *Gastroenterology*, 2022, 163(5): 1228-1241. doi:10.1053/j.gastro.2022.07.045
- [17] Hu YH, Xie QH, Zhao JM, et al. Interaction between the EPHB2 receptor and EFNB1 ligand drives gastric cancer invasion and metastasis via the Wnt/ β -catenin/FAK pathway [J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, 258(Pt 1): 128848. doi:10.1016/j.ijbiomac.2023.128848
- [18] Zhou FQ, Wang BB, Wang H, et al. circMELK promotes glioblastoma multiforme cell tumorigenesis through the miR-593/EphB2 axis[J]. *Mol Ther Nucleic Acids*, 2021, 25: 25-36. doi:10.1016/j.omtn.2021.05.002
- [19] 孙帅, 夏青, 李凡, 等. EphB2 调控 claudin-6 对子宫内 膜癌侵袭和转移的影响[J]. *临床与实验病理学杂志*, 2023, 39(8): 944-952. doi:10.13315/j.cnki.cjcep.2023.08.011
- SUN Shuai, XIA Qing, LI Fan, et al. EphB2 regulates the expression of claudin-6 to modulate endometrial cancer invasion and metastasis [J]. *Chinese Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 2023, 39(8): 944-952. doi:10.13315/j.cnki.cjcep.2023.08.011

(编辑:李纬)