

· 论 著 ·

# 基于血管移位的诊断评分和诺莫图在鉴别颈部迷走神经鞘瘤和颈部交感神经鞘瘤中的应用

向诗语<sup>1</sup>, 李 桥<sup>1</sup>, 沈长青<sup>1</sup>, 顾雅佳<sup>1</sup>, 吴 斌<sup>1, 2, 3, 4</sup>

1. 复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032;
2. 上海市质子重离子医院放射诊断科, 上海 201315;
3. 上海市放射肿瘤学重点实验室, 上海 201321;
4. 上海质子重离子放射治疗工程技术研究中心, 上海 201321

**[摘要]** 背景与目的: 颈部迷走神经鞘瘤 (vagal nerve cervical schwannomas, VNCS) 和颈部交感神经鞘瘤 (sympathetic chain cervical schwannomas, SCCS) 的术后并发症不同, 术前准确鉴别VNCS与SCCS具有重要的临床意义。本研究旨在构建并验证基于血管移位情况建立的诊断评分和诺莫图模型, 用于术前区分VNCS与SCCS。方法: 本研究为横断面研究。回顾性分析2017年1月—2022年4月复旦大学附属肿瘤医院收治的经病理学检查证实的VNCS和SCCS患者资料, 本研究经复旦大学附属肿瘤医院伦理委员会批准 (伦理编号: 1612167-18)。纳入标准: ① 经活检或手术病理学检查证实的VNCS和SCCS; ② 临床数据完整; ③ 在术前进行增强计算机断层成像 (computed tomography, CT) 或磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 检查。排除标准: ① 对比剂过敏者; ② 扫描图像质量差者; ③ 图像伪影严重; ④ 扫描方式不符合要求者。所有患者以7:3的比例随机分配到训练集和验证集。基于患者术前CT或MRI图像评估肿瘤的位置、大小及血管移位情况, 由放射诊断科1名住院医师和1名主治医师分别独立阅片评估。使用Lasso回归分析筛选出独立预测因子, 建立诊断评分和诺莫图, 通过受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估模型性能。结果: 共纳入患者110例, 训练集77例, 验证集33例, 年龄24~78岁, 平均 (51.22±12.36) 岁。两组患者的年龄、性别、肿瘤位置及大小等基线资料差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像学分析显示, 颈内动脉 (internal carotid artery, ICA) 与颈外动脉 (external carotid artery, ECA) 的分离状态与SCCS显著相关 ( $P<0.001$ ), 而ICA与颈内静脉 (internal jugular vein, IJV) 的分离则与VNCS显著相关 ( $P<0.001$ )。ICA后外侧移位与SCCS显著相关 ( $P<0.001$ ), 而ICA前内侧移位与VNCS显著相关 ( $P<0.001$ )。基于肿瘤大小、ICA移位方向、IJV移位方向、ICA/ECA分离及ICA/IJV分离5个影像学特征构建的诊断评分模型与诺莫图, 在区分VNCS与SCCS时表现出显著效能, 训练集与验证集的ROC曲线的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为0.953 (95% CI: 0.912~0.994) 和0.939 (95% CI: 0.885~0.993)。结论: 基于血管移位的诊断评分和诺莫图模型在鉴别VNCS与SCCS中表现出良好的预测效能, 可能有助于临床决策。

**[关键词]** 颈部迷走神经鞘瘤; 颈部交感神经鞘瘤; 血管移位; 诊断评分; 诺莫图; 横断面研究

中图分类号: R739.91 文献标志码: A  
DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2025.07.008

基金项目: 无。

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

伦理批件: 1612167-18。

知情同意: 豁免。

引用本文: 向诗语, 李 桥, 沈长青, 等. 基于血管移位的诊断评分和诺莫图在鉴别颈部迷走神经鞘瘤和颈部交感神经鞘瘤中的应用 [J]. 中国癌症杂志, 2025, 35(7): 695-701.

Funding: no.

Conflicts of interest: authors declare no conflicts of interest.

Ethical approval: 1612167-18.

Informed consent: exemption.

Cite this article: XIANG S Y, LI Q, SHEN C Q, et al. Preoperative differentiation of vagal nerve cervical schwannomas from sympathetic chain cervical schwannomas based on diagnosis score and vascular displacement nomogram [J]. China Oncol, 2025, 35(7): 695-701.

Preoperative differentiation of vagal nerve cervical schwannomas from sympathetic chain cervical schwannomas based on diagnosis score and vascular displacement nomogram XIANG Shiyu<sup>1</sup>, LI Qiao<sup>1</sup>, SHEN Changqing<sup>1</sup>, GU Yajia<sup>1</sup>, WU Bin<sup>1, 2, 3, 4</sup> (1. Department of Radiology, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department

of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2. Department of Radiology, Shanghai Proton and Heavy Ion Center, Shanghai 201315, China; 3. Shanghai Key Laboratory of Radiation Oncology, Shanghai 201321, China; 4. Shanghai Engineering Research Center of Proton and Heavy Ion Radiation Therapy, Shanghai 201321, China)

Correspondence to: WU Bin E-mail: 13918277348@163.com

[ **Abstract** ] **Background and purpose:** Accurate preoperative differentiation between vagal nerve cervical schwannomas (SCCS) and sympathetic chain cervical schwannomas (SCCS) in the neck is crucial because of their different postoperative complication. This study aimed to construct and validate a Diagnosis Score and vascular displacement nomogram for the preoperative differentiation of VNCS from SCCS in the neck. **Methods:** This cross-sectional study retrospectively analyzed patients with pathologically confirmed VNCS and SCCS at Fudan University Shanghai Cancer Center from January 2017 to April 2022. This study was approved by the medical ethics committee of Fudan University Shanghai Cancer Center (approval number: 1612167-18). Inclusion criteria: ① histopathological diagnosis of VNCS or SCCS through biopsy or surgical resection; ② patients with complete clinic data; ③ availability of preoperative contrast-enhanced computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI) examinations. Patients were excluded for: ① contrast agent contraindications; ② poor image quality; ③ severe artifacts; ④ non-standard scanning protocols. The cohort was randomly divided into training and validation sets in a 7 : 3 ratio. Two radiologists (one resident and one attending physician) independently evaluated tumor characteristics (location, size and vascular displacement patterns) on preoperative imaging. Independent predictors were selected using LASSO regression analysis to construct a diagnostic scoring system and nomogram, with model performance evaluated by the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** A total of 110 patients were enrolled, with 77 cases allocated to the training set and 33 cases to the validation set. The age range was 24-78 years, and the mean age was  $(51.22 \pm 12.36)$  years. There were no statistically significant differences in baseline characteristics including age, gender, tumor location and size between the two patient groups ( $P > 0.05$ ). ICA/ECA splaying was significantly associated with SCCS ( $P < 0.001$ ), while the ICA/IJV splaying was significantly associated with VNCS ( $P < 0.001$ ). Lateral and posterior ICA displacement were significantly associated with SCCS ( $P < 0.001$ ), and medial and anterior ICA displacement were significantly associated with VNCS ( $P < 0.001$ ). Five features including tumor size, ICA displacement direction, IJV displacement direction, ICA/ECA splaying and ICA/IJV splaying were used to establish the Diagnosis Score and nomogram. The nomogram combined imaging features showed favorable preference value for differentiating VNCS from SCCS, with area under curve (AUC) values of 0.953 (95% CI: 0.912-0.994) and 0.939 (95% CI: 0.885-0.993) for the training and validation cohorts, respectively. **Conclusion:** The Diagnosis Score and vascular displacement nomogram showed favorable predictive efficacy for differentiating VNCS from SCCS in the neck, and might be useful for clinical decision-making.

[ **Key words** ] Vagal nerve cervical schwannomas; Sympathetic chain cervical schwannomas; Vascular displacement; Diagnosis score; Nomogram; Cross-sectional study

神经鞘瘤是一种良性缓慢生长的肿瘤,起源于神经鞘的施万细胞。在头颈部肿瘤中,颅外神经鞘瘤约75%发生于咽旁间隙及颈动脉间隙,其中颈部迷走神经鞘瘤(vagal nerve cervical schwannomas, VNCS)与颈部交感神经鞘瘤(sympathetic chain cervical schwannomas, SCCS)因解剖毗邻关系及相似的影像学表现,临床鉴别诊断较为困难,常导致术前误诊<sup>[1-2]</sup>。迷走神经起自后颅窝,与颈内静脉(internal jugular vein, IJV)和颈内动脉(internal carotid artery, ICA)走行平行,位于颈动脉鞘内。而颈交感神经位于颈动脉鞘外,在其内后侧,颈总动脉(common carotid artery, CCA)、ICA和IJV走行于颈交感神经链前外侧。颈部神经鞘瘤的常用治疗方法是手术切除,术前正确区分VNCS与SCCS至关重要,迷走神经功能损伤可导致永久性声音嘶哑、吞咽困难,而交感神经损伤则可能导致霍纳综合征(上睑下垂、瞳

孔缩小、面部无汗等)<sup>[3-4]</sup>。影像学检查在区分两种肿瘤中发挥重要作用,能够有效地减少潜在的术后神经损伤。已有研究<sup>[5-7]</sup>表明,通过影像增强检查辅助判断颈部神经鞘瘤周围血管移位情况,在术前将VNCS与SCCS予以明确区分,能够提高术前诊断准确率,减少神经损伤。因此,本研究基于血管移位情况建立诊断评分和诺莫图,旨在术前区分VNCS和SCCS,以便临床医师更好地作出治疗决策。

## 1 资料和方法

### 1.1 临床资料

本研究为横断面研究,回顾性收集2017年1月—2022年4月于复旦大学附属肿瘤医院经病理学检查证实的VNCS和SCCS患者,并对其计算机体层成像(computed tomography, CT)或磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)图像进行回顾性分析。纳入标准:①经活检或手

术病理学检查证实的VNCS和SCCS；② 临床数据完整；③ 在术前进行增强CT或MRI检查。排除标准：① 对比剂过敏者；② 扫描图像质量差者；③ 图像伪影严重；④ 扫描方式不符合要求者。所有患者以7:3的比例随机分配到训练集和验证集。本研究经复旦大学附属肿瘤医院伦理委员会批准（伦理编号：1612167-18），豁免患者的知情同意书。

## 1.2 影像学检查

56例患者行增强CT检查，68例患者行增强MRI检查，14例患者同时接受增强CT和MRI检查。CT检查采用Somatom Definition 64层CT扫描仪（德国Siemens公司）或Ingenuity 64排CT扫描仪（荷兰Philips Healthcare公司），管电压为120 kV，管电流为50 mA，层厚5 mm，间距5 mm，矩阵512×512。对比剂采用碘海醇（碘浓度为300 mg/mL）或碘帕醇（碘浓度为300 mg/mL），剂量为1.0 mL/kg，以3.5 mL/s的流率用高压注射器经肘静脉注射，注射开始后20~25 s启动扫描。

MRI检查采用美国GE公司Signa Twin Speed 1.5T MRI扫描仪和美国GE公司Signa HDx 3.0 T MRI扫描仪，应用头颈联合表面线圈。1.5 T MRI扫描仪的扫描参数：T1加权成像（T1-weighted imaging, T1WI），重复时间（repetition time, TR）540~600 ms，回波时间（echo time, TE）8.7~9.9 ms，层厚5 mm；T2加权成像（T2-weighted imaging, T2WI），TR 4 000~4 520 ms，TE 84.8~94.6 ms，层厚5 mm；弥散加权成像（diffusion weighted imaging, DWI），TR 1 600~2 000 ms，TE 60.4~70 ms，b值取0、1 000 s/mm<sup>2</sup>。3.0 T MRI扫描仪的扫描参数：T1WI，TR 479 ms，TE 12 ms，层厚5 mm；T2WI，TR 3 800 ms，TE 70 ms，层厚5 mm；DWI，TR 4 000 ms，TE 100 ms，b值取0、1 000 s/mm<sup>2</sup>。对比剂采用钆喷酸葡胺（Gd-DTPA，德国Schering公司），剂量为0.1 mmol/kg，流率为2 mL/s。

## 1.3 图像分析

由2名分别有10和5年头颈部影像诊断经验的放射诊断科医师以盲法独立分析病变的影像学特征，若存在分歧，则与第3名主任医师协商，达成共识。神经鞘瘤发生在不同的颈部水平上，对血管的推移有所不同。在之前研究<sup>[8]</sup>中，舌骨被用来作为划分颈部水平的标志。本研究将神经鞘瘤的分布分为上颈部、中颈部和下颈部：上

颈部定义在舌骨水平上方，中颈部为从舌骨到甲状软骨水平之间，下颈部定义在环状软骨水平下方。评估肿瘤的位置、分布、大小及与颈部各血管的关系等影像学特征。肿瘤的大小测量横断面病灶最长径。评估肿瘤与颈动脉间隙各血管的关系包括ICA/IJV分离、ICA/ECA分离及ICA与IJV移位。参考先前研究<sup>[7-8]</sup>，分离主要定义为两个血管间以任意角度分离；移位为在轴向图像上判断，定义为从感兴趣血管中心到通过其预期位置绘制的矢状线测量，内移或外移>1 cm；使用对侧正常结构作为参考，在轴位上肿瘤的最大平面，最前和最后的点被定义为前方和后方。通过肿瘤最大轴向平面的中心，画一条垂直于矢状纵轴的直线，该线与最大轴向平面内外的交点被定义为内侧和外侧。

## 1.4 统计学处理

使用SPSS 22.0软件和R软件（3.5.2版本）对数据进行统计学分析。采用Kolmogorov-Smirnov检验分析计量资料是否符合正态分布，若符合正态分布且方差齐则采用独立样本 $t$ 检验，若不符合正态分布则采用Mann-Whitney  $U$ 检验，以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示。计数资料采用 $\chi^2$ 检验，以 $n(\%)$ 的形式表示。将提取的临床和影像学特征采用最大相关最小冗余算法（maximum relevance and minimum redundancy, mRMR）进行高维特征筛选。通过最小绝对收缩和选择算子（least absolute shrinkage and selection operator, LASSO）回归结合10折交叉验证进一步压缩冗余变量，最终筛选出独立预测因子创建诊断评分模型。基于回归系数构建多变量诊断评分模型，通过受试者工作特征（receiver operating characteristic, ROC）曲线确定最佳诊断阈值（约登指数最大点）。采用R语言将模型参数转化为交互式诺莫图，并通过Bootstrap法验证校准曲线的一致性指数。根据ROC曲线的曲线下面积（area under curve, AUC）评估用于区分VNCS和SCCS的诊断模型的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 纳入患者的基本特征

共纳入患者110例，训练集77例，验证集33例，年龄24~78岁，平均（51.22±12.36）岁。患者的纳入和排除标准流程图见图1。患者的临床和影像学特征见表1。两组患者的年龄、性别、肿瘤位置及大小差异无统计学意义。

( $P > 0.05$ )。肿瘤在上颈部、中颈部和下颈部的分布差异也无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。但两种类型的神经鞘瘤在上颈部分布更多, 且SCCS多于VNCS ( $P=0.020$ )。VNCS和SCCS的平均最大横径分别为 ( $39.0 \pm 13.1$ ) 和 ( $42.0 \pm 12.3$ ) mm。

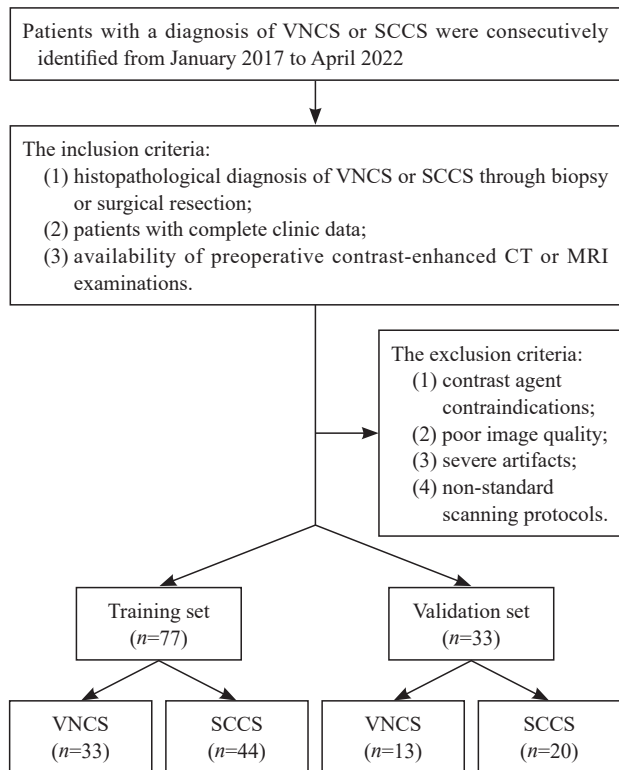


图1 患者纳入和排除标准流程图

Fig. 1 Flowchart of patients inclusion and exclusion criteria

表1 VNCS与SCCS的临床和影像学特征比较

Tab. 1 The clinical and imaging characteristics between VNCS and SCCS

Characteristic	VNCS (n=46)	SCCS (n=64)	P value
Gender			0.653
Male	25 (54.3)	32 (50.0)	
Female	21 (45.7)	32 (50.0)	
Median age/year $\bar{x} \pm s$	50.10 $\pm$ 11.23	49.70 $\pm$ 12.47	0.171
Tumor distribution			0.067
Upper neck	33 (71.7)	57 (89.1)	0.020*
Middle neck	6 (13.0)	3 (4.7)	0.115
Lower neck	7 (15.3)	4 (6.2)	0.122
Tumor location			0.409
Left side	22 (47.8)	28 (43.8)	
Right side	24 (52.2)	36 (56.2)	
Maxium transverse diameter/mm $\bar{x} \pm s$	39.12 $\pm$ 6.53	42.01 $\pm$ 9.75	0.177

Numerical data are presented as  $\bar{x} \pm s$  deviation, categorical data as numbers (n); \*: Fisher's exact test.

## 2.2 VNCS和SCCS的血管移位分布

VNCS和SCCS的血管移位示例见图2、3。VNCS和SCCS的血管移位情况见表2。ICA/ECA分离和ICA/IJV分离在SCCS和VNCS中的差异均有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。ICA向内侧及前方移位与VNCS显著相关 ( $P < 0.001$ )。ICA向后侧与外侧移位与SCCS显著相关 ( $P < 0.001$ )。IJV内移和外移分别与VNCS ( $P=0.001$ ) 和SCCS ( $P < 0.001$ ) 显著相关。IJV向前、后移位均与VNCS ( $P=0.094$ ) 或SCCS ( $P=0.062$ ) 无显著相关性。

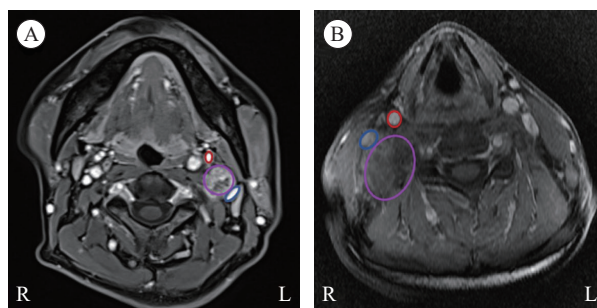


图2 VNCS患者的影像表现

Fig. 2 Imaging findings of a patient with VNCS

A: 57-year-old male with left sided swelling of the neck. The VNCS (purple circle) located in the upper neck, which above hyoid bone. The artery moves medial and anterior (red circle), the vein moves lateral and posterior (blue circle). The ICA and IJV have a separation. B: 45-year-old male with right VNCS of the lower neck. IJV is pressed and cannot be clearly displayed. The ICA and IJV still have small separation.

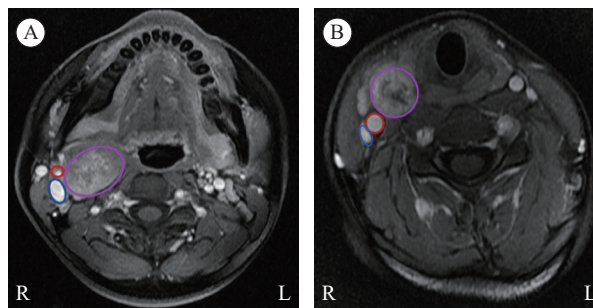


图3 SCCS患者的影像表现

Fig. 3 Imaging findings of a patient with SCCS

A: 27-year-old female with right SCCS (purple circle) of the upper neck. The ICA (red circle) and the IJV (blue circle) both move lateral, and do not have separation. B: 43-year-old male with right SCCS (purple circle) of the lower neck. The ICA (red circle) and the IJV (blue circle) move together, without separation.

## 2.3 基于血管移位的诊断评分与诺莫图

在训练集中, 初步提取了11个影像学特征。通过五折交叉验证及LASSO回归算法进行特征筛选与降维, 最终选取了5个非零系数特征用于构建神经鞘瘤的诊断评分模型。诊断评分计算公式如下: 诊断评分 =  $3.555 - F1 \times 0.044 - F2 \times 1.414 + F3 \times 1.806 -$

F4×0.617 1-F5×3.204 6。其中F1~F5分别代表筛选出的影像特征，F1代表肿瘤最大径，F2代表ICA移位（向前移位为0，向后移位为1），F3代表ICA/ECA是否分离（分离为0，未分离为1），F4代表IJV移位（向内侧移位为0，向外侧移位为1），F5代表ICA/IJV是否分离（分离为0，未分离为1）。通过ROC曲线分析，计算出诊断评分模型的阈值为0.235。颈部神经鞘瘤诊断评分在训练集及验证集中的诊断性能见表3。训练集与验证集的ROC曲线见图4。基于约登指数确定诊断评分的最佳截断值为0.235，诊断评分模型在区分VNCS与SCCS上表现优异，训练集和验证集的AUC分别为0.953和0.939。

表2 迷走与交感神经鞘瘤的血管移位情况

Tab. 2 Vascular displacement for VNCS and SCCS study cohort

Vascular displacement	VNCS (n=46)	SCCS (n=64)	P value
ICA/ECA splaying	4	52	<0.001
ICA/IJV splaying	41	5	<0.001
Medial ICA displacement	43	5	<0.001
Lateral ICA displacement	3	59	<0.001
Anterior ICA displacement	40	39	<0.001
Posterior ICA displacement	6	25	<0.001
Medial IJV displacement	5	7	0.001
Lateral IJV displacement	41	57	<0.001
Anterior IJV displacement	25	27	0.094
Posterior IJV displacement	21	37	0.062

表3 颈部神经鞘瘤诊断评分诊断性能

Tab. 3 Diagnostic performance of the diagnostic model of schwannoma

Item	AUC (95% CI)	Sensitivity/%	Specificity/%	Accuracy/%
Training set (n=63)	0.953	0.826	0.974	0.919
Validation set (n=27)	0.939	0.800	0.944	0.893

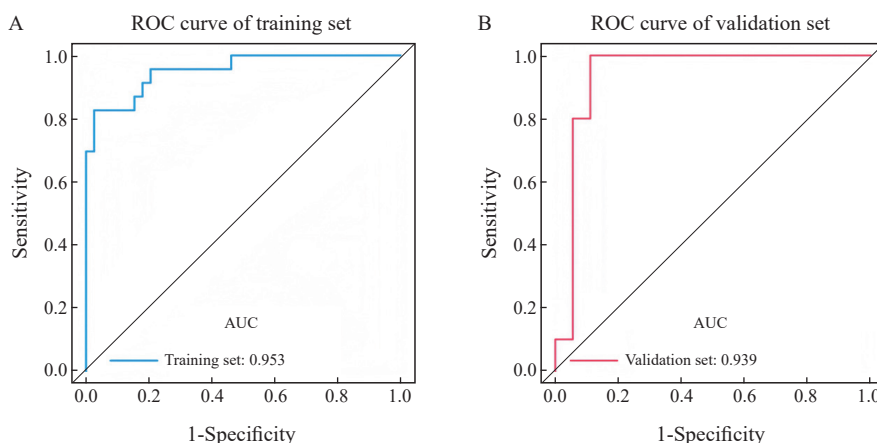


图4 训练组和验证组中神经鞘瘤诊断评分模型的ROC曲线

Fig. 4 The ROC curves of the diagnostic model of schwannoma in the training and validation groups

A: ROC curves for the diagnostic model in the training groups; B: ROC curves for the diagnostic model in the validation groups.

将肿瘤最大径、ICA移位方向、ICA/ECA分离情况、IJV移位方向及ICA/IJV分离情况纳入血管位移诺莫图模型（图5A）。诺莫图显示，ICA/IJV分离在各临床特征中贡献最大。校准曲线分析显示，在训练集与验证集中均表现出良好的拟合度（图5B~4C）。

### 3 讨论

本研究基于血管移位特征，建立了区分VNCS与SCCS的诊断评分模型，并通过诺莫图进一步可视化，为颈部神经鞘瘤的术前鉴别诊断提供了新的参考工具。

本研究两组患者在年龄、性别、肿瘤大小、

分布及位置上差异无统计学意义。尽管总体肿瘤部位分布无显著差异，但上颈部神经鞘瘤分布更多，且SCCS在上颈部的发生率高于VNCS（ $P=0.020$ ），提示肿瘤解剖分布可能与起源神经的走行特点有关，可能与交感神经链在上颈段密集排列的解剖特性相关<sup>[9]</sup>。

在影像学上依据血管移位方式区分VNCS与SCCS已成为重要依据之一，早在1916年，Furukawa等<sup>[10]</sup>利用超声、CT及MRI对9例患者进行了系统分析，首次提出了著名的“血管分离征”理论：即VNCS通常引起ICA与IJV的分离移位，而SCCS则不伴有显著的血管分离现象。随后的一系列研究对这一理论进行了验证与扩展，

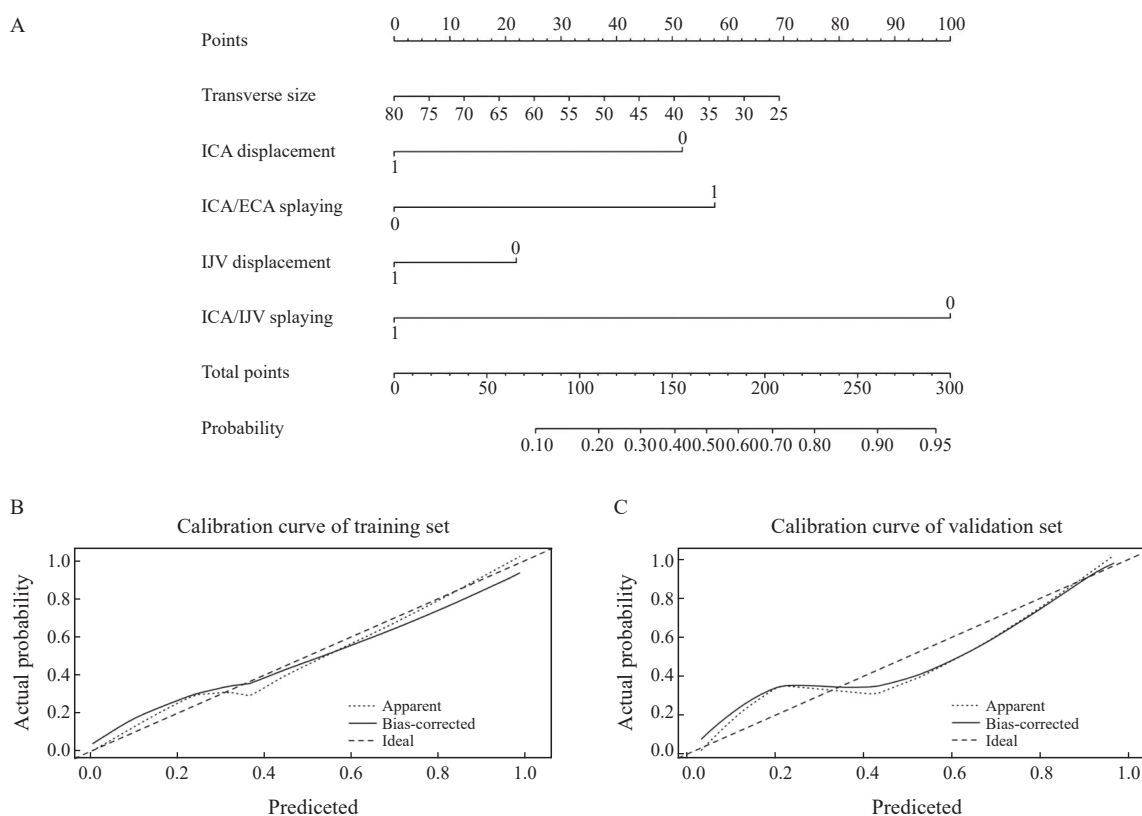


图5 神经鞘瘤血管移位诊断评分诺莫图及校准曲线

Fig. 5 The vascular displacement nomogram and calibration curves for the vascular displacement nomogram

The vascular displacement nomogram (A), combining transverse size, ICA displacement, ICA/ECA splaying, IJV displacement, ICA/IJV splaying, developed in the training set. Calibration curves for the vascular displacement nomogram in the training (B) and validation (C) sets. Calibration curves indicate the goodness-of-fit of the nomogram. The 45° straight line represents the perfect match between the actual (Y-axis) and nomogram-predicted (X-axis) probabilities. A closer distance between two curves indicates higher accuracy.

尽管部分学者<sup>[11]</sup>指出, 仅依赖血管移位模式进行鉴别诊断存在一定局限性, 尤其在大型肿瘤或解剖变异情况下表现不典型。2016年, Graffeo等<sup>[12]</sup>在进一步研究中提出了对Furukawa规则的修正和加强标准, 即不仅关注ICA与IJV是否分离, 还需观察ICA本身的位移方向, 研究指出, 在VNCS中, ICA往往发生向外或向内的明显移位, 而在SCCS中, ICA更多呈现整体前推而无明显分离。这一补充标准, 提升了影像学鉴别诊断的灵敏度和特异度。本研究中, VNCS通常导致ICA向内侧及前方移位, 并伴有ICA/IJV分离, 而SCCS则多表现为ICA向外侧及后方移位, 且ICA与IJV之间分离不明显, 这一结果与既往研究<sup>[13]</sup>结果一致, 同时符合迷走神经起源于颈动脉鞘内部而交感神经位于鞘外部的解剖学规律。因此, 解剖定位特点, 尤其是血管移位的方式, 成为术前识别肿瘤来源的重要依据。

在模型构建方面, 通过LASSO回归筛选的5个核心特征(肿瘤最大横径、ICA移位、ICA/ECA分离、IJV移位及ICA/IJV分离), 建立诊断评分模型。该模型在训练集和验证集中的AUC分别为0.953和0.939, 表现出较高的鉴别能力,

灵敏度和特异度亦达到较高水平。基于上述特征绘制的诺莫图可进一步直观地展示各变量对神经鞘瘤类型预测的贡献, 其中ICA/IJV分离为最重要的预测指标。诺莫图的校准曲线分析显示, 无论在训练集还是验证集, 模型均具有良好的拟合性, 进一步支持了模型的稳定性和可靠性。

颈部神经鞘瘤在头颈部肿瘤中发病率较低, 明确肿瘤的神经来源对于外科手术至关重要, 可指导术中精准保护关键神经结构, 降低神经损伤所致的术后功能障碍<sup>[14-15]</sup>。针对这一临床难点, 近年来有学者提出多种影像学鉴别策略, Das等<sup>[16]</sup>根据肿瘤与颈动脉鞘的关系, 提出了交感神经鞘瘤术前影像学的新分期标准, 有助于手术方式选择和术后神经损伤评估; Wong等<sup>[17]</sup>提出“颈内动脉-颈内静脉角”作为量化指标, 能够有效地区分VNCS和SCCS。以上方法多依赖医师的影像学判读经验, 而本研究建立一个相对简单操作的诊断评分和诺莫图来协助临床医师区分这两种肿瘤类型, 与传统依赖影像学经验判断的方法相比, 诊断评分和诺莫图模型提供了更加客观、标准化的辅助诊断依据。

本研究存在一定局限性。首先, 回顾性研究

存在潜在的选择偏倚，未来需要使用前瞻性的队列进行验证。其次，本研究样本来源于单个研究中心，未来需要进行多中心研究，以进一步验证模型效能。最后，不同解剖水平血管走向存在差异：在上颈部，IJV位于颈动脉的后外侧，在中颈部和下颈部，IJV逐渐在动脉的外侧、前方走行<sup>[18]</sup>。未来研究需基于不同解剖节段建立分层预测模型，提供更精细的影像学判断依据。

本研究创新性地构建并验证了基于血管移位的诊断评分和诺莫图模型，为术前区分VNCS和SCCS提供新的评估方法，在临床决策过程中有望作为对VNCS与SCCS鉴别诊断的有效补充。

#### 第一作者：

向诗语（ORCID: 0000-0001-7732-5215），博士在读，主治医师。

#### 通讯作者：

吴斌（ORCID: 0009-0000-6056-2759），博士，副主任医师，E-mail: 13918277348@163.com。

#### 作者贡献声明：

向诗语：研究设计和实施，数据分析，文章撰写；李桥：研究实施，数据收集和分析；沈长青：图像数据收集；顾雅佳：审核和修订文章；吴斌：参与提出研究方向，修订文章。

#### [参 考 文 献]

- [ 1 ] KITAZUME Y, OHASHI I, KATAYAMA T, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance neurography for parapharyngeal schwannomas: preoperative determination of the originating nerves [ J ] . J Comput Assist Tomogr, 2014, 38(6): 930-935.
- [ 2 ] PHULWARE R H, SARDANA R, CHAUHAN D S, et al. Extracranial schwannomas of the head and neck: a literature review and audit of diagnosed cases over a period of eight years [ J ] . Head Neck Pathol, 2022, 16(3): 707-715.
- [ 3 ] DOSEMANE D, KABEKKODU S, JAIPURIA B, et al. Extracranial non-vestibular head and neck schwannomas: a case series with the review of literature [ J ] . Braz J Otorhinolaryngol, 2022, 88(Suppl 4): S9-S17.
- [ 4 ] LOPERFIDO A, CELEBRINI A, FIONDA B, et al. Diagnostic and therapeutic strategy for vagal schwannoma: case series and literature review [ J ] . Medicina (Kaunas), 2023, 59(6): 1013.
- [ 5 ] KIM S H, KIM N H, KIM K R, et al. Schwannoma in head and neck: preoperative imaging study and intracapsular enucleation for functional nerve preservation [ J ] . Yonsei Med J, 2010, 51(6): 938-942.

- [ 6 ] 王保鑫, 董 频, 陈歆维, 等. 颈部神经鞘瘤的CT表现与病理基础 [ J ] . 中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志, 2014, 22(4): 283-284.  
WANG B X, DONG P, CHEN X W, et al. CT appearances and corresponding pathologic basis of cervical neurilemmoma [ J ] . Chin J Otorhinolaryngol Integr Med, 2014, 22(4): 283-284.
- [ 7 ] 郑晓珂, 王卓颖. 颈动脉间隙神经鞘瘤的诊治进展 [ J ] . 中国癌症杂志, 2016, 26(11): 952-956.  
ZHENG X K, WANG Z Y. Advances in the diagnosis and management of schwannomas in carotid space [ J ] . China Oncol, 2016, 26(11): 952-956.
- [ 8 ] ANIL G, TAN T Y. CT and MRI evaluation of nerve sheath tumors of the cervical vagus nerve [ J ] . AJR Am J Roentgenol, 2011, 197(1): 195-201.
- [ 9 ] VERMA R R, VERMA R. Ancient schwannoma: Cervical sympathetic chain with review of literature [ J ] . Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2022, 74(Suppl 2): 1886-1892.
- [ 10 ] FURUKAWA M, FURUKAWA M K, KATOH K, et al. Differentiation between schwannoma of the vagus nerve and schwannoma of the cervical sympathetic chain by imaging diagnosis [ J ] . Laryngoscope, 1996, 106(12 Pt 1): 1548-1552.
- [ 11 ] ANIL G, TAN T Y. Imaging characteristics of schwannoma of the cervical sympathetic chain: a review of 12 cases [ J ] . AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31(8): 1408-1412.
- [ 12 ] GRAFFEO C S, VAN ABEL K M, MORRIS J M, et al. Preoperative diagnosis of vagal and sympathetic cervical schwannomas based on radiographic findings [ J ] . J Neurosurg, 2017, 126(3): 690-697.
- [ 13 ] GIOVAGNORIO F, MARTINOLI C. Sonography of the cervical vagus nerve: normal appearance and abnormal findings [ J ] . AJR Am J Roentgenol, 2001, 176(3): 745-749.
- [ 14 ] MIKAELIAN D O, HOLMES W F, SIMONIAN S K. Parapharyngeal schwannomas [ J ] . Otolaryngol Head Neck Surg, 1981, 89(1): 77-81.
- [ 15 ] SHERIDAN M F, YIM D W. Cervical sympathetic schwannoma: a case report and review of the English literature [ J ] . Otolaryngol Head Neck Surg, 1997, 117(6): S206-S210.
- [ 16 ] DAS K N, MURALEEDHARAN M, KESHRI A, et al. Comprehensive analysis of radiological and surgical predictors in cervical sympathetic schwannomas: a novel staging approach and its implications [ J ] . Eur Arch Oto Rhino Laryngol, 2025, 282(2): 1005-1015.
- [ 17 ] WONG C E, HUANG C C, CHUANG M T, et al. Quantification of vessel separation using the carotid-jugular angle to predict the nerve origin of neck peripheral nerve sheath tumours: a pooled analysis of cases from the literature and a single-center cohort [ J ] . Int J Surg, 2023, 109(9): 2704-2713.
- [ 18 ] SANDLER M L, SIMS J R, SINCLAIR C, et al. Vagal schwannomas of the head and neck: a comprehensive review and a novel approach to preserving vocal cord innervation and function [ J ] . Head Neck, 2019, 41(7): 2450-2466.

（收稿日期：2025-03-26 修回日期：2025-07-06）

（责任编辑：李广涛）