

鼻中隔偏曲并发慢性鼻窦炎风险预测模型的构建与验证

杜康丽¹, 郑振宇¹, 徐战将¹, 张宇¹, 陈露¹, 卢梦焱²

1. 郑州大学第二附属医院 耳鼻咽喉科, 河南 郑州 450014

2. 河南省儿童医院郑州儿童医院 耳鼻咽喉头颈外科, 河南 郑州 450018

摘要: **目的** 鼻中隔偏曲 (nasal septal deviation, NSD) 和慢性鼻窦炎 (chronic rhinosinusitis, CRS) 是耳鼻咽喉科常见的两种疾病, 现有研究多聚焦于相关性分析, 缺乏可指导临床决策的预测工具。为了开发兼具高精度与可解释性的预测工具, 从而为个体化干预提供新的循证支持, 本研究分析患者的临床资料和影像学资料, 运用传统 Logistic 回归, 构建风险预测模型并进行内部验证。 **方法** 纳入 2022 年 10 月 1 日至 2024 年 6 月 1 日确诊为 NSD 的 310 例患者临床资料。经过数据预处理, 最终将 285 例患者按照 7:3 比例随机分为训练集 (199 例) 和验证集 (86 例)。通过 Logistic 回归分析确定独立危险因素, 根据结果建立列线图风险预测模型。使用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线、校准曲线以及决策曲线分析 (decision curve analysis, DCA) 评估模型的性能。 **结果** 训练集 ROC 曲线下面积为 0.760 (95% CI: 0.686~0.834), 验证集 ROC 曲线下面积为 0.800 (95% CI: 0.689~0.911), 训练集和验证集校准曲线的平均绝对误差分别为 0.017 和 0.015, 临床决策曲线显示该模型有一定的临床适用性。 **结论** 年龄、过敏性鼻炎病史、偏曲程度、偏曲位置是 NSD 患者并发 CRS 的独立危险因素。基于这些因素建立的列线图预测模型可协助临床筛选 NSD 并发 CRS 的高危患者。

关键词: 鼻中隔偏曲; 慢性鼻窦炎; 列线图; 过敏性鼻炎

中图分类号: R765

文献标志码: A

文章编号: 1673-3770(2025)06-0078-09

引用格式: 杜康丽, 郑振宇, 徐战将, 等. 鼻中隔偏曲并发慢性鼻窦炎风险预测模型的构建与验证[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2025, 39(6): 78-86. DU Kangli, ZHENG Zhenyu, XU Zhanjiang, et al. Construction and validation of risk prediction model for nasal septum deviation complicated with chronic sinusitis [J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2025, 39(6): 78-86.

Construction and validation of risk prediction model for nasal septal deviation complicated with chronic sinusitis

DU Kangli¹, ZHENG Zhenyu¹, XU Zhanjiang¹, ZHANG Yu¹, CHEN Lu¹, LU Mengyao²

1. Department of Otorhinolaryngology, The Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450014, Henan, China

2. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery, He'nan Children's Hospital, Children's Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou 450018, Henan, China

Abstract: Objective Nasal septal deviation (NSD) and chronic rhinosinusitis (CRS) are two common otolaryngology conditions. While existing research has primarily focused on analyzing their correlation, there is a lack of predictive tools to guide clinical decision-making. This study analyzed patients' clinical and imaging data to develop a highly accurate and interpretable predictive tool, and provide novel, evidence-based support for personalized interventions. Using traditional logistic regression, we constructed a risk prediction model and performed internal validation. **Methods** A total of 310 patients diagnosed with NSD between October 1, 2022, and June 1, 2024, were enrolled in the study, and their clinical data was collected. After preprocessing the data, 285 patients were included in the analysis and randomly assigned to a training set (199 cases, or 70%) and a validation set (86 cases, or 30%) in a 7:3 ratio. Independent risk factors were identified through logistic regression analysis, and based on these results, a nomogram risk prediction model was constructed. The model's performance was then evaluated using a receiver operating characteristic (ROC) curve, a calibration plot (with bootstrapping), and a decision curve analysis (DCA). **Results** In the training set, the area under the ROC curve (AUC) was 0.760 (95% confidence interval [CI]): 0.686-0.834. In the validation set, the AUC was 0.800 (95% CI: 0.689-0.911). The mean absolute error (MAE) for the calibration plots was 0.017 in the training set and 0.015 in the validation set. Decision curve analysis (DCA) showed that the model has potential clinical utility. **Conclusion** Age, history of allergic rhinitis, degree of septal deviation, and location of deviation were identified as independent risk factors for concurrent CRS

收稿日期: 2024-10-21

基金课题: 河南省医学科技攻关计划项目 (RKX202102019)

通信作者: 郑振宇. E-mail: 15137198458@139.com

in NSD patients. The nomogram prediction model developed, which is based on these factors, can be used to identify high-risk patients with NSD complicated by CRS in clinical practice.

Key words: Nasal septum deviation; Chronic sinusitis; Nomogram; Allergic rhinitis

鼻中隔偏曲(nasal septal deviation, NSD)是指鼻中隔向一侧凸起,伴有中线结构畸形^[1]。作为耳鼻咽喉科常见疾病之一,NSD 影响%18~65%的人群^[2],CT 等影像学检查可用于分类和评估 NSD 的严重程度^[3]。慢性鼻窦炎(chronic rhinosinusitis, CRS)是一种以鼻腔及鼻窦黏膜的慢性炎症为特征的疾病,是耳鼻咽喉科的常见病和高发病,也是我国重要的公共卫生问题之一^[4]。流行病学显示,CRS 在全球的发病率为 3.4%~16.0%^[5],在我国的发病率高达 10%^[6],严重影响患者的生活质量。CRS 的病因及发病机制复杂,其发病与鼻腔鼻窦解剖变异、细菌、组织重塑、免疫因素等密切相关。相关研究表明 NSD 和 CRS 的发病具有相关性^[7]。目前对于 NSD 与 CRS 的关系主要有以下观点,①空气动力学因素:NSD 导致鼻窦压力和气流的改变,破坏黏液纤毛运输功能,从而影响鼻窦的引流^[8];②解剖学因素:机械性阻塞,即窦口鼻道复合体变窄导致鼻腔分泌物积聚,阻碍黏液排出^[9];③组织病理学因素:NSD 易导致慢性炎症和鳞状上皮化生,进一步诱发 CRS^[10-11]。本研究通过分析 310 例患者的临床资料,探究可能促进鼻中隔偏曲并发性慢性鼻窦炎的危险因素,构建列线图风险预测模型以筛选 NSD 并发 CRS 的高危患者,以期患者的临床治疗和健康管理提供依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2022 年 10 月 1 日至 2024 年 6 月 1 日郑州大学第二附属医院耳鼻咽喉科确诊为鼻中隔偏曲患者的临床资料 310 例。本研究方案已获得郑州大学第二附属医院医学伦理委员会批准(KY2024152)。

纳入标准:①>18 岁;②出现不同程度的鼻塞、头昏、流脓涕、头疼等症状;③临床查体、鼻内镜及 CT 等影像学已明确 NSD 诊断;④CT 显示解剖结构完整、清晰;⑤符合《中国慢性鼻窦炎诊断和治疗指南(2018)》诊断标准^[12]。

排除标准:①颌面部外伤、颌面部先天性畸形;②既往有鼻腔鼻窦手术史、鼻腔鼻窦恶性肿瘤;③鼻中隔呈“S”型偏曲;④合并有严重的心脑血管器质性病变。

通过我院电子病历系统检索并收集患者数据,

基本信息包括年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、高血压病史、糖尿病病史、吸烟史、饮酒史、过敏性鼻炎(allergic rhinitis, AR)病史、阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome, OSAHS)病史;实验室指标包括入院后晨起空腹采集血标本,即血常规、凝血功能、肝功能、肾功能、血糖、血脂、电解质;影像学指标包括 CT 检查结果。

将 310 例原始数据中的 54 项研究变量缺失比例 $\geq 25\%$ 的剔除,经过筛选后剩余 50 项研究变量,将检查项目中缺失数 ≥ 5 项的研究对象剔除,经过筛选后剩余 285 例研究对象。缺失数据多重插补采用 R4.3.1 软件中“mice”包完成,假定缺失数据为完全随机缺失,并使用多重插补的方法对缺失数据进行插补。采用 R4.3.1 软件中“caret”包将 285 例患者按照 7:3 的比例随机分为训练集(199 例)和验证集(86 例)。

1.2 观察指标

1.2.1 鼻中隔偏曲角度

采用 CT 拍摄并测量所有患者的鼻中隔偏曲角度,CT 图像的阅片和测量工作均由同一位人员根据患者入院后的 CT 扫描结果进行。鼻中隔偏曲角度指鼻中隔偏曲隔膜突起处的最外层与中线之间的角度^[13]。中线为鼻中隔与鼻腔底的交界处与鸡冠之间的连线^[14]。为保证测量数据的准确性和客观性,对所有数据进行三次测量并取平均值(图 1)。根据鼻中隔偏曲角度的测量,鼻中隔偏曲程度分为:轻度($0^\circ \sim 9^\circ$),中度($10^\circ \sim 15^\circ$),重度($>15^\circ$)^[15]。



图 1 鼻中隔偏曲角度
Figure 1 Septal Deviation Angle

1.2.2 鼻中隔偏曲位置

根据偏曲位置将鼻中隔偏曲分为高位偏曲和非高位偏曲^[16]。凡包含中鼻甲前端以后,游离缘以上

区域相对应的鼻中隔存在偏曲的称为高位偏曲(图 2),而只有在此区域以外部位发生的鼻中隔偏曲称为非高位偏曲^[17](图 3)。



图 2 鼻中隔高位偏曲
Figure 2 High Septal Deviation



图 3 鼻中隔非高位偏曲
Figure 3 Non-High Septal Deviation

1.3 统计学处理

采用 SPSS 27.0 和 R 软件(4.3.1)对资料进行数据处理和统计分析。计量资料若符合正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 来表达,两独立样本 t 检验进行组间比较,不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, Mann-Whitney U 检验进行比较分析。计数资料以例表示, χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行组间比较。单因素 Logistic 回归分析筛选 NSD 患者并发 CRS 的影响因素,多因素 Logistic 回归分析进一步筛选 NSD 患者并发 CRS 的独立影响因素。采用“rms”包建立列线图预测模型,“pROC”包绘制 ROC 曲线以及 AUC,验证预测模型的区分度,AUC 值 >0.7 提示区分度良好。“rms”包绘制校准曲线用来评估该预测模型的一致性,“rmda”包绘制 DCA 曲线评估预测模型的临床适用性。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 基线资料对比

训练集和验证集患者的基础临床资料、实验室检查及影像学检查变量差异无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表 1。训练集 NSD 并发 CRS 的发生率为 70.9% (141/199),验证集并发 CRS 的发生率为 74.4% (64/86),两组并发 CRS 的发生率差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 患者的临床数据比较

Table 1 Comparison of clinical patient data

项目	训练集(199 例)	验证集(86 例)	$t/Z/\chi^2$	P
男性/例	143	65	0.422	0.516
年龄/岁	33.00(24.00,46.00)	32.00(29.00,37.25)	-0.314	0.753
BMI/(kg/m ²)	24.68(22.49,27.40)	24.30(22.00,26.85)	-0.614	0.531
病程/月	12(6,60)	12(6,48)	-0.505	0.614
高血压/例	44	13	1.836	0.175
糖尿病/例	12	3	0.778	0.378
吸烟史/例	90	42	0.315	0.575
饮酒史/例	48	20	0.025	0.875
AR 病史/例	88	39	0.031	0.860
OSAHS 病史/例	90	40	0.040	0.841
白细胞/(10 ⁹ /L)	6.26(5.29,7.43)	6.30(4.91,7.06)	-1.008	0.313
中性粒细胞百分比/%	56.80(50.00,62.70)	57.15(51.28,63.03)	-0.732	0.464
淋巴细胞百分比/%	34.20(29.20,39.50)	32.90(28.53,39.68)	-0.499	0.618
单核细胞百分比/%	5.30(4.60,6.40)	5.35(4.48,6.43)	-0.250	0.803
嗜酸性粒细胞百分比/%	2.40(1.50,3.80)	2.40(1.60,3.90)	-0.545	0.586
嗜碱性粒细胞百分比/%	0.50(0.30,0.70)	0.50(0.30,0.70)	-0.350	0.726
中性粒细胞计数/(10 ⁹ /L)	3.50(2.83,4.32)	3.50(2.74,4.27)	-0.364	0.716
淋巴细胞计数/(10 ⁹ /L)	2.16(1.74,2.63)	2.02(1.65,2.55)	-0.954	0.340
单核细胞计数/(10 ⁹ /L)	0.33(0.27,0.41)	0.33(0.28,0.41)	-0.577	0.564
嗜酸性粒细胞计数/(10 ⁹ /L)	0.15(0.09,0.24)	0.15(0.09,0.25)	-0.174	0.862

续表

项目	训练集(199 例)	验证集(86 例)	$t/Z/\chi^2$	P
嗜碱性粒细胞计数/($10^9/L$)	0.03(0.02,0.05)	0.02(0.02,0.04)	-0.573	0.130
凝血酶原时间/s	12.50(11.60,13.10)	12.25(11.58,13.00)	-0.573	0.567
凝血酶原活动度/%	107.00(98.00,120.00)	108.00(100.75,121.25)	-0.738	0.460
国际标准化比值	0.95(0.90,1.01)	0.95(0.89,0.99)	-0.791	0.429
活化部分凝血活酶时间/s	34.80(31.40,37.20)	33.90(31.25,37.10)	-0.452	0.651
凝血酶时间/s	17.20(16.50,17.90)	17.20(16.68,17.93)	-0.320	0.749
谷丙转氨酶/(U/L)	20.00(13.00,30.00)	20.00(13.75,27.00)	-0.112	0.911
谷草转氨酶/(U/L)	19.00(16.00,24.40)	18.50(16.00,24.00)	-0.467	0.641
碱性磷酸酶/(U/L)	70.00(57.00,86.77)	70.50(59.75,86.72)	-0.574	0.566
γ -谷氨酰转肽酶/(U/L)	22.00(13.00,32.00)	19.69(14.00,30.75)	-0.325	0.745
总蛋白/(g/L)	73.40(67.90,76.71)	72.00(67.88,80.15)	-0.803	0.422
白蛋白/(g/L)	46.20(43.60,48.20)	45.55(42.28,47.20)	-1.524	0.127
球蛋白/(g/L)	26.50(22.90,30.10)	25.50(23.10,28.93)	-0.870	0.384
白球比	1.70(1.50,2.00)	1.80(1.60,2.00)	-1.255	0.210
总胆红素/($\mu\text{mol/L}$)	11.70(8.80,15.70)	12.20(9.00,15.30)	-0.343	0.732
直接胆红素/($\mu\text{mol/L}$)	3.90(3.20,5.00)	3.95(3.02,5.10)	-0.038	0.970
间接胆红素/($\mu\text{mol/L}$)	7.60(5.30,11.10)	7.65(5.48,11.36)	-0.168	0.867
前白蛋白/(mg/L)	293.00(253.00,336.00)	295.00(247.00,344.00)	-0.005	0.996
尿素/($\mu\text{mol/L}$)	4.80(3.91,5.79)	5.00(4.20,5.82)	-1.178	0.239
肌酐/($\mu\text{mol/L}$)	65.00(55.00,74.00)	67.50(59.00,77.00)	-1.457	0.145
尿酸/(mmol/L)	346.00(280.00,410.00)	357.66(268.25,446.10)	-0.802	0.423
总胆固醇/(mmol/L)	4.55(4.07,5.97)	4.99(4.03,4.98)	-0.800	0.424
甘油三酯/(mmol/L)	1.32(0.93,2.00)	1.18(0.80,1.97)	-1.282	0.200
高密度脂蛋白胆固醇/(mmol/L)	1.26(1.10,1.45)	1.24(1.05,1.40)	-0.907	0.365
低密度脂蛋白胆固醇/(mmol/L)	2.87 \pm 0.70	2.70 \pm 0.77	1.858	0.064
钾/(mmol/L)	4.14(3.97,4.330)	4.20(3.98,4.34)	-0.587	0.667
钠/(mmol/L)	140.50(139.20,142.00)	141.00(139.20,142.01)	-0.513	0.608
氯/(mmol/L)	103.90(101.00,105.60)	104.00(101.60,105.63)	-0.418	0.676
偏曲程度分级/例			0.024	0.988
轻度	55	23		
中度	55	24		
重度	89	39		
偏曲位置/例	106	48	0.157	0.692

2.2 鼻中隔偏曲并发慢性鼻窦炎的危险因素分析

单因素 Logistic 回归分析显示,年龄、吸烟史、AR 病史、OSAHS 病史、偏曲程度、偏曲位置是 NSD 患者并发 CRS 的相关危险因素。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄(OR 为 1.040, 95% CI: 1.007 ~

1.073)、AR 病史(OR 为 2.475, 95% CI: 1.186 ~ 5.167)、偏曲程度为重度(OR 为 3.441, 95% CI: 1.461 ~ 8.107)、偏曲位置(OR 为 2.229, 95% CI: 1.079 ~ 4.603)是 NSD 患者并发 CRS 的独立影响因素。见表 2。

表 2 单因素 Logistic 分析阳性结果及多因素 Logistic 分析结果

Table 2 Significant results of univariate logistic analysis and multivariate logistic regression analysis

因素	单因素 Logistic 分析			多因素 Logistic 分析		
	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P
年龄	1.037	1.008~1.066	0.012	1.040	1.007~1.073	0.016
AR 病史	2.446	1.271~4.708	0.007	2.475	1.186~5.167	0.016
OSAHS 病史	2.319	1.214~4.428	0.011	1.921	0.938~3.932	0.074
吸烟史	2.082	1.098~3.949	0.025	1.698	0.824~3.498	0.151

续表

因素	单因素 Logistic 分析			多因素 Logistic 分析		
	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P
偏曲程度	2.184	1.486~3.208	<0.001			
轻度				参照		
中度				1.665	0.720~3.853	0.234
重度				3.441	1.461~8.107	0.005
偏曲位置	2.971	1.569~5.626	<0.001	2.229	1.079~4.603	0.030

2.3 建立预测 NSD 患者并发 CRS 的列线图风险预测模型

基于年龄、AR 病史、偏曲程度、偏曲位置 4 个独立影响因素,采用 R 软件建立预测 NSD 患者并

发 CRS 的列线图风险预测模型,并对各风险因素赋分。通过计算对应于每个独立危险因素的分数之和,该模型可以预测 NSD 患者并发 CRS 的概率(图 4)。

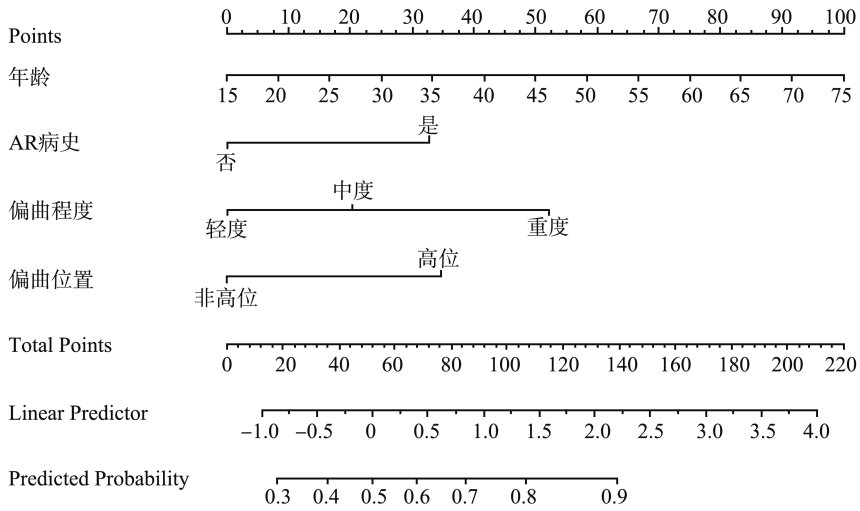


图 4 NSD 并发 CRS 的风险预测模型列线图
Figure 4 Nomogram for predicting risk of CRS concurrent with NSD

2.4 预测 NSD 患者并发 CRS 的列线图模型验证

训练集 AUC 为 0.760 (95% CI 0.686~0.834), 验证集 AUC 为 0.800 (95% CI 0.689~0.911), 表示该模型具有良好的预测能力(图 5)。校准曲线用于评估模型的拟合程度和预测精度,训练集校准曲线的平均绝对误差为 0.017,验证集校准曲线的平均绝

对误差为 0.015。校准曲线接近对角线,显示预测值与实际观测值之间具有较好的一致性(图 6)。训练集的 DCA 曲线和验证集的 DCA 曲线提示该模型在较大的阈值内均有较高的获益,表明其具有较好的临床应用价值(图 7)。

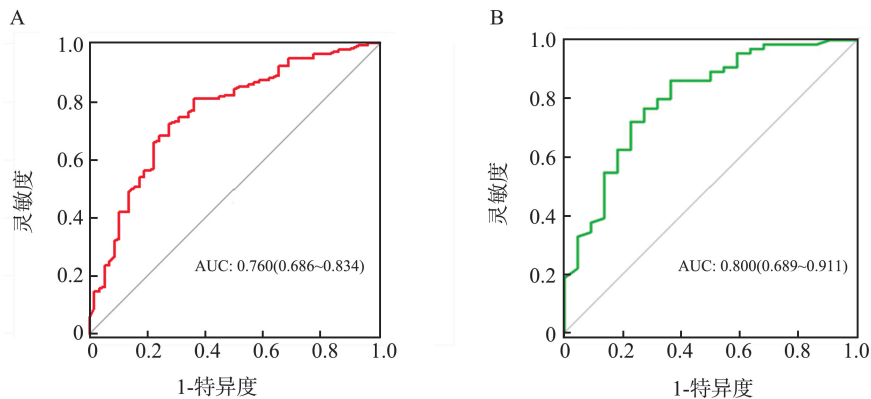


图 5 NSD 并发 CRS 风险预测模型的 ROC 曲线 训练集(A)、验证集(B)

Figure 5 Receiver operating characteristic curves of the CRS concurrent with NSD risk prediction model in the training set (A) and validation Set (B)

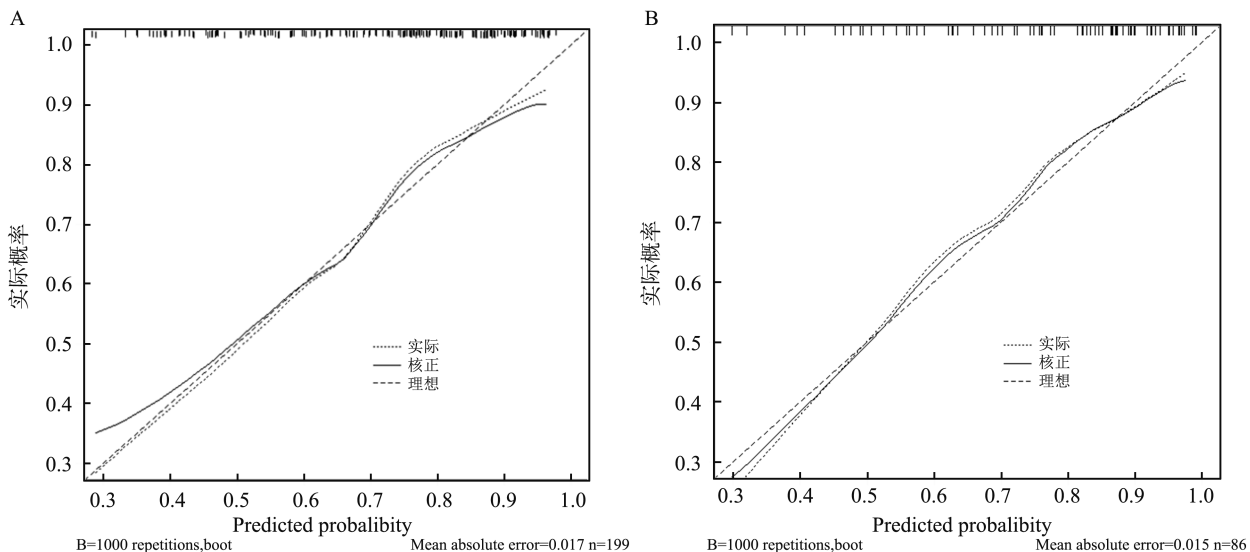


图 6 NSD 并发 CRS 风险预测模型的校准曲线

A: 训练集; B: 验证集

(对角线虚线: 表示理想模型的完美预测; 对角线实线: 表示数据的性能)

Figure 6 Calibration Curves of the NSD-Concurrent CRS Risk Prediction Model

A: Training set; B: Validation set

(Dashed diagonal line: Perfect prediction by ideal model. Solid line: Observed performance with bias-corrected bootstrap)

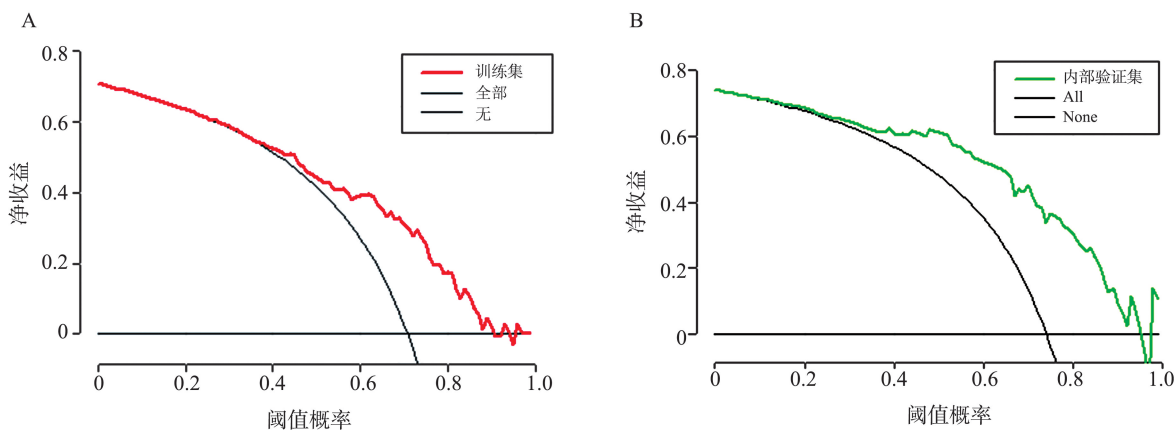


图 7 NSD 并发 CRS 风险预测模型的 DCA 曲线

A: 训练集; B: 验证集

Figure 7 Decision curve analysis (DCA) of the CRS Concurrent with NSD Risk Prediction Model

A: Training cohort; B: Validation cohort

2.5 临床应用例证

患者 1: 年龄 45 岁 (50 分), 具有 AR 病史 (33 分), 鼻中隔偏曲程度为重度 (52.5 分), 鼻中隔偏曲位置为高位偏曲 (35 分), 总分为 170.5 分, 并发 CRS 的概率 >0.9 , 该患者在入院后通过询问病史、CT 检查符合慢性鼻窦炎的诊断标准。

患者 2: 患者年龄 23 岁 (12.5 分), 无 AR 病史 (0 分), 鼻中隔偏曲程度为轻度 (0 分), 鼻中隔偏曲位置为非高位偏曲 (0 分), 总分为 12.5 分, 并发 CRS 的概率 <0.3 。该患者入院后通过询问病史、CT 检查不符合 CRS 的诊断标准。

3 讨论

本课题组此前采用自行设计的“慢性鼻-鼻窦炎调查表”, 使用一次性医用前鼻镜对受试的高中及初中新生进行鼻部检查, 并采用经典视觉模拟量表和中文版鼻腔鼻窦结局测试 20 条对生活质量进行评估。我们发现高中及初中新生鼻中隔重度偏曲与 CRS 的患病具有相关性^[17-18], 在前期基础上研究回顾性分析 310 例成年 NSD 患者的临床资料, 并进行数据统计分析, 旨在构建 NSD 并发 CRS 风险预测模型, 并对模型进行临床验证。

本研究发现训练集中 70.9% 的 NSD 患者并发 CRS, 通过单因素和多因素 Logistic 回归分析, 筛选出 4 个并发 CRS 的独立危险因素: 年龄、AR 病史、偏曲程度、偏曲位置。基于这些因素, 我们建立了 NSD 并发 CRS 的列线图模型并通过训练集和验证集的数据对该模型进行验证与评价。该模型的 AUC 在训练集和验证集中分别为 0.760 和 0.800。校准曲线显示该模型的预测诊断能力具有较好的一致性。通过 DCA 曲线表明该模型具有较好的临床应用价值。

既往研究表明 CRS 的患病率随着年龄的增长而增加^[20], 60 岁及以上患者患 CRS 的可能性是 19~39 岁患者的 2 倍^[21], 不同年龄段的 CRS 患者的临床特征和发病机制存在差异^[14]。成人和儿童的 CRS 组织病理学也有所不同; 与成人 CRS 患者组织相比, 儿童 CRS 患者的组织通常表现出更高水平的淋巴细胞、单核细胞/巨噬细胞、中性粒细胞和自然杀伤细胞, 同时黏膜和黏膜下层黏膜腺较少、上皮较薄, 嗜酸性粒细胞浸润较低^[22]。随着年龄的增长, 先天性防御机制的退化(即免疫衰老)导致病原菌群的吞噬作用下降, 并减少了 S100A8/S100A9 蛋白的水平, 这可能是 CRS 患病率随着年龄增加的原因之一^[23]。研究发现促炎细胞因子在年轻患者中的水平相对一致, 然而在 60 岁以上的患者中, 其水平呈纵向增加^[21]。Stryjewska-Makuch 等^[24]学者研究发现 65 岁及以上的患者外周血中性粒细胞和淋巴细胞水平显著高于年轻组。此外, 与年轻患者相比, 60 岁及以上患者黏液中的 IL-1 β 、IL-6、IL-8 和 TNF- α 水平显著升高。老年 CRS 患者具有独特的炎症特征, 表现为中性粒细胞驱动的促炎反应。这一特点可能导致老年 CRS 患者对皮质类固醇的反应较差, 并可能与慢性微生物感染或定植密切相关^[25]。本研究中我们发现年龄是 NSD 并发 CRS 的独立危险因素, 并被纳入列线图风险预测模型的构建。

本研究显示 AR 病史是 NSD 并发 CRS 的独立危险因素, 提示变态反应在 CRS 的发病过程中发挥重要作用。Junhao 等学者^[26]通过双向双样本孟德尔随机化分析证实, AR 患者更容易发生 CRS。AR 的特征是鼻黏膜的炎症反应, 通常会扩展到邻近的鼻窦区域, 从而增加个体罹患 CRS 的风险。王晓媛等^[27]认为 AR 与 2 型鼻窦炎的发生密切相关。一项研究发现, 屋尘螨诱导的 AR 患者可能逐渐发展为 CRS^[28]。既往研究表明 AR 可以加重 CRS 的黏膜重塑过程^[29], CRS 患者的皮肤点刺试验阳性率显

著高于对照组, 且 AR 患者的 CRS 发病率增加表明 AR 对 CRS 具有因果效应。AR 通过导致鼻腔黏膜水肿, 影响鼻纤毛功能, 进而引起窦口堵塞, 妨碍鼻窦分泌物的引流, 从而促进鼻窦炎的发生^[30]。AR 个体的免疫反应增强导致炎症介质(如组胺和白三烯)的过度释放, 从而加剧鼻腔和鼻窦炎症的发生^[31]。

Elahi^[32]和 Shivani^[8]等研究显示随着 NSD 程度的增加, CRS 的发病率和严重程度也随之增加。杜奕^[33]和房宏伟^[34]等学者研究表明鼻中隔高位偏曲与 CRS 的发病率呈正相关。李进等学者认为鼻中隔高位偏曲通过压迫中鼻甲, 阻塞鼻窦的通气和引流^[35]。Rao 等^[36]学者认为 CRS 的易感性与 NSD 显著相关, 建议将 NSD 矫正术和功能性鼻窦手术联合使用, 以缓解患者的症状。既往研究^[37]表明, 解剖学变异与 CRS 严重程度密切相关, 而 NSD 是最常见的解剖学变异之一。本研究与前人的发现一致, 进一步确认了鼻中隔偏曲角度或偏曲位置是并发 CRS 的独立危险因素。

本研究为一项单中心回顾性研究, 该模型仅进行了内部验证, 尚未进行外部验证, 存在一定的局限。在后续研究中, 尚需要扩大样本量及纳入更多临床资料来完善模型进行多中心外部验证以及前瞻性研究来进一步测试其准确性和可靠性。

综上, 本研究基于年龄、AR 病史、偏曲程度和偏曲位置 4 个独立危险因素构建了 NSD 并发 CRS 的风险预测模型, 通过内部验证提示该模型具有良好的鉴别能力, 有望帮助临床医生为 NSD 并发 CRS 的高危患者提供具有价值的干预措施和健康指导。

参考文献:

- [1] Sharma Y, Mishra G, Pancholi K, et al. Does degree of nasal septal deviation measured with CT PNS have a role in management of deviated nasal septum? [J]. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2022, 74(2): 1665-1667. doi:10.1007/s12070-021-02831-2
- [2] Kazimierczak N, Kazimierczak W, Serafin Z, et al. Correlation analysis of nasal septum deviation and results of AI-driven automated 3D cephalometric analysis [J]. J Clin Med, 2023, 12(20): 6621. doi:10.3390/jcm12206621
- [3] Alghamdi FS, Albogami D, Alsurayhi AS, et al. Nasal septal deviation: a comprehensive narrative review [J]. Cureus, 2022, 14(11): e31317. doi:10.7759/cureus.31317
- [4] Shi JB, Fu QL, Zhang H, et al. Epidemiology of chronic rhinosinusitis: results from a cross-sectional survey in seven

- Chinese cities[J]. *Allergy*, 2015, 70(5): 533-539. doi: 10.1111/all.12577
- [5] Liu Z, Chen JJ, Cheng L, et al. Chinese society of allergy and Chinese society of otorhinolaryngology-head and neck surgery guideline for chronic rhinosinusitis [J]. *Allergy Asthma Immunol Res*, 2020, 12(2): 176-237. doi: 10.4168/aair.2020.12.2.176
- [6] Zhang L, Zhang R, Pang KY, et al. Prevalence and risk factors of chronic rhinosinusitis among Chinese: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Public Health*, 2023, 10: 986026. doi:10.3389/fpubh.2022.986026
- [7] Madani GA, El-Din WAN, Essawy AS, et al. Nasal septal anatomical variations among Saudi population and their possible coincidence with sinusitis: a computed tomography scan study [J]. *Anat Cell Biol*, 2022, 55(4): 423-432. doi:10.5115/acb.22.110
- [8] Malpani SN, Deshmukh P. Deviated nasal septum a risk factor for the occurrence of chronic rhinosinusitis [J]. *Cureus*, 2022, 14(10): e30261. doi: 10.7759/cureus.30261
- [9] 李云, 岳金静, 黄晶, 等. 鼻中隔偏曲患者的人口学临床特征及其鼻部共患病特点分析[J]. *解放军医学院学报*, 2022, 43(12): 1248-1252. doi:10.3969/j.issn.2095-5227.2022.12.009
- LI Yun, YUE Jinjing, HUANG Jing, et al. Analysis of demographic clinical characteristics and nasal comorbidity of patients with deviated nasal septum [J]. *Academic Journal of Chinese PLA Medical School*, 2022, 43(12): 1248-1252. doi:10.3969/j.issn.2095-5227.2022.12.009
- [10] Kamani T, Yılmaz T, Sürücü S, et al. Histopathological changes in nasal mucosa with nasal septum deviation[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014, 271(11): 2969-2974. doi:10.1007/s00405-014-2990-x
- [11] Kumar L, Belaldavar BP, Bannur H. Influence of deviated nasal septum on nasal epithelium: an analysis [J]. *Head Neck Pathol*, 2017, 11(4): 501-505. doi: 10.1007/s12105-017-0819-9
- [12] 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, 54(2): 81-100. doi:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2019.02.001
- [13] Ominde BS, Ikubor J, Igbigbi PS, et al. Variations of the nasal septum in adult nigerians; computed tomography study [J]. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 2023, 27(2): e240-e247. doi:10.1055/s-0042-1751283
- [14] Shetty SR, Al Bayatti SW, Al-Rawi NH, et al. Analysis of inferior nasal turbinate width and concha bullosa in subjects with nasal septum deviation; a cone beam tomography study [J]. *BMC Oral Health*, 2021, 21(1): 206. doi:10.1186/s12903-021-01576-2
- [15] Atsal G, Demir E, Yildirim O, et al. The relationship between degree of nasal septum deviation with sinonasal structures and variations [J]. *J Craniofac Surg*, 2022, 33(5): e447-e449. doi:10.1097/SCS.00000000000008274
- [16] 马有祥, 于德林. 鼻中隔高位偏曲与鼻窦炎 [J]. *耳鼻咽喉头颈外科*, 1996(4): 218
- [17] 董鲲, 纪盛章. 影像学检查分析鼻中隔偏曲与鼻窦炎的相关性 [J]. *医学理论与实践*, 2014(15): 2061-2062
- [18] 郑振宇, 丁怡戈, 李灏然, 等. 高中新生鼻中隔偏曲和慢性鼻-鼻窦炎相关性分析 [J]. *中国学校卫生*, 2019, 40(12): 1903-1904. doi: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2019.12.039
- ZHENG Zhenyu, DING Yige, LI Haoran, et al. Correlation analysis between nasal septum deviation and chronic rhinosinusitis in senior high school freshmen [J]. *Chinese Journal of School Health*, 2019, 40(12): 1903-1904. doi:10.16835/j.cnki.1000-9817.2019.12.039
- [19] 郑振宇, 丁怡戈, 李灏然, 等. 1910 名初中新生慢性鼻-鼻窦炎与鼻中隔偏曲的相关性分析 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2020, 38(3): 348-350. doi: 10.13418/j.issn.1001-165x.2020.03.021
- [20] Hirsch AG, Stewart WF, Sundaresan AS, et al. Nasal and sinus symptoms and chronic rhinosinusitis in a population-based sample [J]. *Allergy*, 2017, 72(2): 274-281. doi:10.1111/all.13042
- [21] Vaitkus J, Vitkauskienė A, Simuntis R, et al. Chronic rhinosinusitis with nasal polyps: age and disease severity differences in the levels of inflammatory markers [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(3): 282. doi:10.3390/medicina57030282
- [22] Mahdavinia M, Grammer LC 3rd. Chronic rhinosinusitis and age: is the pathogenesis different? [J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2013, 11(10): 1029-1040. doi:10.1586/14787210.2013.839380
- [23] Cho SH, Hong SJ, Han B, et al. Age-related differences in the pathogenesis of chronic rhinosinusitis [J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2012, 129(3): 858-860. doi:10.1016/j.jaci.2011.12.002
- [24] Stryjewska-Makuch G, Glück J, Branicka O, et al. Phenotypes of chronic rhinosinusitis and peripheral blood leukocytes parameters in elderly patients [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2023, 59(1): 126. doi:10.3390/medicina59010126
- [25] Morse JC, Li P, Ely KA, et al. Chronic rhinosinusitis in elderly patients is associated with an exaggerated neutrophilic proinflammatory response to pathogenic bacteria [J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2019, 143(3): 990-1002. doi:10.1016/j.jaci.2018.10.056
- [26] Tu JH, Zhang ZQ, Jiang F, et al. Causal relationships

- between allergic and autoimmune diseases with chronic rhinosinusitis[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 25406. doi: 10.1038/s41598-024-77131-0
- [27] 王晓媛, 张欠欠, 程翔宇, 等. 翼管神经切断术治疗 2 型慢性鼻窦炎伴过敏性鼻炎的临床疗效分析[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2023, 37(5): 42-49. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.471
- WANG Xiaoyan, ZHANG Qianqian, CHENG Xiangyu, et al. A clinical efficacy analysis of vidian neurectomy in the treatment of type 2 chronic rhinosinusitis with allergic rhinitis[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2023, 37(5): 42-49. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.471
- [28] De Marchi S, Cecchin E, De Marchi SU, et al. Subendotyping of Dermatophagoides pteronyssinus-induced rhinitis and its impact on respiratory comorbidities [J]. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 2023, 11(3): 922-929.e2. doi:10.1016/j.jaip.2022.11.039
- [29] Xiang R, Zhang QP, Zhang W, et al. Different effects of allergic rhinitis on nasal mucosa remodeling in chronic rhinosinusitis with and without nasal polyps [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2019, 276(1): 115-130. doi: 10.1007/s00405-018-5195-x
- [30] ZHANG ZX, LI GF, YU LG, et al. Causal relationships between potential risk factors and chronic rhinosinusitis: a bidirectional two-sample Mendelian randomization study[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2023, 280(6): 2785-2793. doi:10.1007/s00405-022-07798-6
- [31] Bernstein JA, Bernstein JS, Makol R, et al. Allergic rhinitis: a review[J]. *JAMA*, 2024, 331(10): 866-877. doi:10.1001/jama.2024.0530
- [32] Elahi MM, Frenkiel S. Septal deviation and chronic sinus disease[J]. *Am J Rhinol*, 2000, 14(3): 175-179. doi: 10.2500/105065800782102735
- [33] 杜奕, 何静, 陈彤. 鼻中隔偏曲与慢性鼻-鼻窦炎及下鼻甲肥大相关性的 MSCT 分析[J]. *宁夏医学杂志*, 2022, 44(7): 597-599. doi: 10.13621/j.1001-5949.2022.07.0597
- [34] 房宏伟, 林淑萍, 孙士铭. 鼻中隔偏曲与慢性鼻-鼻窦炎发病关系的探讨[J]. *天津医科大学学报*, 2017, 23(6): 545-547
- FANG Hongwei, LIN Shuping, SUN Shiming. Relationship between nasal septum deviation and chronic rhinosinusitis[J]. *Journal of Tianjin Medical University*, 2017, 23(6): 545-547
- [35] 李进, 王能军. 老年鼻中隔偏曲和窦口鼻道复合体解剖变异与慢性鼻窦炎关系的研究[J]. *实用临床医药杂志*, 2014, 18(1): 128-130. doi: 10.7619/jcmp.201401043
- [36] Rao NY, Datta G, Singh G. To study the role of nasal septal deviation and its relation to sinonasal pathology [J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 74(2): 755-759. doi:10.1007/s12070-020-01800-5
- [37] Shirama YB, Adamu A, Ahmed SS, et al. Relationship between sinonasal anatomical variations and symptom severity in patients with chronic rhinosinusitis[J]. *J West Afr Coll Surg*, 2020, 10(1): 20-25. doi:10.4103/jwas.jwas_63_21

(编辑:李纬)