DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20263151

·论著·

胃食管反流病患者并发吸入性肺炎的影响因素及列线图预测模型构建

赵娜妹[1],牛建海[1],秦世辉[2],赵　阳[1],田冀虹[1]
(1. 中国中医科学院广安门医院保定医院脾胃病科,河北 保定　071000; 2. 河北省安国市医院内科,河北 安国　071200)

[摘　要] **目的**　探讨胃食管反流病(GERD)患者并发吸入性肺炎的影响因素,并基于列线图构建风险预警模型。**方法**　回顾性分析中国中医科学院广安门医院保定医院 2022 年 1 月—2024 年 7 月收治的 483 例 GERD 患者的临床资料。将患者按 7∶3 随机分为建模集(n = 338)和验证集(n = 145),并根据建模集患者有无并发吸入性肺炎分为并发组和未并发组。比较两组患者的临床资料,采用最小绝对值收敛与选择算子(LASSO)回归及 logistic 回归(逐步向前法)筛选 GERD 患者并发吸入性肺炎的影响因素,构建风险预警模型并评估其性能。**结果**　483 例 GERD 患者中,77 例并发吸入性肺炎,发生率为 15.94%。与未并发组相比,并发组患者年龄更大,反流症状指数(RSI)评分更高,有吸烟史、合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)、合并食管裂孔疝及存在不良饮食习惯的患者比例更高(均 P<0.05)。年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝、存在不良饮食习惯是 GERD 患者并发吸入性肺炎的独立影响因素(均 P<0.05)。基于上述 6 项影响因素构建风险预警模型。在建模集和验证集中,校准曲线显示模型预测概率与实际发生概率一致性良好;受试者工作特征曲线下面积(AUC)分别为 0.892(95%CI:0.854～0.923)、0.884(95%CI:0.821～0.931);决策曲线分析显示模型可获得良好的净收益。**结论**　年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝及存在不良饮食习惯是 GERD 患者并发吸入性肺炎的独立影响因素。基于上述因素构建的风险预警模型具有良好的区分度与临床应用价值。

[关　键　词] 胃食管反流病;吸入性肺炎;危险因素;风险预警;模型
[中图分类号] R181.3+2

Influencing factors and construction of nomogram prediction model for aspiration pneumonia in patients with gastroesophageal reflux disease

ZHAO Namei[1], *NIU Jianhai*[1], *QIN Shihui*[2], *ZHAO Yang*[1], *TIAN Jihong*[1] (1. *Department of Spleen and Stomach Diseases, Guang'anmen Hospital Baoding, China Academy of Chinese Medical Sciences, Baoding* 071000, *China*; 2. *Department of Internal Medicine, Anguo City Hospital of Hebei Province, Anguo* 071200, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To explore the influencing factors for aspiration pneumonia in patients with gastroesophageal reflux disease (GERD), and to construct a risk warning model based on a nomogram. **Methods**　A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 483 GERD patients who were admitted to Guang'anmen Hospital Baoding, China Academy of Chinese Medical Sciences from January 2022 to July 2024. Patients were randomly divided into a modeling set (n = 338) and a validation set (n = 145) according to a 7∶3 ratio, and those in the modeling set were subdivided into a concurrent group and a non-concurrent group according to whether they had concurrent aspiration pneumonia. Clinical data of two groups of patients were compared. The influencing factors for aspiration pneumonia in GERD patients were screened out with the least absolute shrinkage and selection operator (LASSO) regression and logistic regression model (forward stepwise method). A risk warning model was constructed, and its performance was validated. **Results**　Among 483 GERD patients, 77 developed aspiration pneumonia, with an incidence rate of 15.94%. Compared with patients in the non-concurrent group, those in the concurrent group

[收稿日期]　2025－10－30
[基金项目]　保定市科技计划项目(2341ZF294)
[作者简介]　赵娜妹(1989－),女(汉族),河北省保定市人,主治中医师,主要从事消化系统疾病中西医诊疗研究。
[通信作者]　田冀虹　　E-mail:esuqga@163.com

were older and had higher reflux symptom index (RSI) scores. Patients with history of smoking, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), concurrent hiatal hernia, and poor dietary habits exhibited higher proportions of aspiration pneumonia (all $P<0.05$). Age, smoking history, concurrent COPD, RSI score, concurrent hiatal hernia, and poor dietary habits were independent risk factors for aspiration pneumonia in GERD patients (all $P<0.05$). A risk prediction model was constructed based on the above 6 influencing factors. In both the modeling and validation sets, the calibration curves demonstrated good agreement between the predicted probabilities of the model and the actual probabilities of occurrence. The area under the receiver operating characteristic curve (AUC) was 0.892 (95%*CI*: 0.854-0.923) and 0.884 (95%*CI*: 0.821-0.931), respectively. Decision curve analysis demonstrated that the model could achieve favorable net benefits. **Conclusion** Age, history of smoking, concurrent COPD, RSI score, concurrent hiatal hernia, and poor dietary habits are independent influencing factors for aspiration pneumonia in GERD patients. The risk prediction model constructed based on the above factors exhibited good discriminatory ability and clinical applicability.

[**Key words**] gastroesophageal reflux disease; aspiration pneumonia; risk factor; risk warning; model

胃食管反流病(gastroesophageal reflux disease, GERD)是因胃液、胃蛋白酶、十二指肠液、胆酸等胃十二指肠内容物反流入食管导致的一系列临床症状和/或病理改变。我国总体患病率约为7.69%,且发病率和疾病负担呈逐年上升趋势[1]。GERD患者典型表现为烧心、反酸、胸痛等,且易合并食管炎、食管狭窄、误吸、上消化道出血等并发症[2]。吸入性肺炎是GERD严重气道并发症之一。反流物误吸入呼吸道是引发吸入性肺炎的核心途径,并且反流会激活食管-气管迷走神经,导致支气管收缩和黏液分泌增加,进一步增加吸入性肺炎发生风险,轻者可出现呛咳、呼吸困难等症状,严重者会导致肺纤维化、心力衰竭、休克,甚至死亡[3]。因此,临床应警惕GERD患者发生吸入性肺炎,并重视其危险因素以早期干预。目前研究多聚焦于GERD并发吸入性肺炎的管理策略[4-5],而少见相关危险因素的分析报道,同时也缺乏预测体系。列线图是一种将回归分析结果可视化的统计模型,能够综合多个影响因素对个体发生目标事件的风险进行个体化预测,目前已广泛应用于临床研究中的风险预警与决策支持[6]。基于此,本研究回顾性分析GERD患者的临床资料,探讨其并发吸入性肺炎的影响因素,并尝试构建基于列线图的风险预警模型,以期为临床风险预警与干预决策提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性分析中国中医科学院广安门医院保定医院2022年1月—2024年7月收治的483例GERD患者的临床资料。纳入与排除流程见图1。由3名研究者独立依据纳入、排除标准筛选病例,最终由另外2名研究者复核。纳入标准:符合GERD诊断标准,症状持续8周以上(轻度症状者发作频率≥2 d/周、中/重度症状者≥1 d/周),并经反流监测确诊[7];年龄≥18岁;临床资料完整。排除标准:有上消化道、颈部或胸部手术史;合并胃/十二指肠溃疡、恶性肿瘤等严重胃肠器质性病变;合并严重心、肝、肾等重要器官功能障碍;长期接受糖皮质激素或免疫抑制剂治疗;存在精神认知障碍或意识障碍。本研究已获中国中医科学院广安门医院保定医院伦理委员会批准(审批号:202408-082),豁免患者知情同意。

1.2 研究方法

1.2.1 收集资料 通过医院门诊和住院病历系统收集GERD患者的临床资料,包括性别、年龄、身体质量指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、基础病史[高血压、糖尿病、高脂血症、慢性阻塞性肺疾病(COPD)、脑卒中史、咽炎]、GERD病程、入院时反流症状指数(RSI)评分[8]、入院后24 h食管多通道腔内阻抗pH监测结果[食管酸暴露时间百分比(AET)、长反流次数、最长反流持续时间、反流时间类型和次数]、是否存在无效吞咽(食管高分辨率测压显示远端收缩积分<450 mmHg·s·cm,或远端收缩积分≥450 mmHg·s·cm且20 mmHg等压线上有超过5 cm的收缩波缺损[9])、是否存在食管裂孔疝、是否存在不良饮食习惯(饮食不规律、过饱饮食、高盐饮食、饮食油腻、常食甜食、常食辛辣食品、常食腌制品)、用药情况(包括质子泵抑制剂、促胃肠动力药、H_2受体阻滞剂、抗酸药、抗菌药物)。

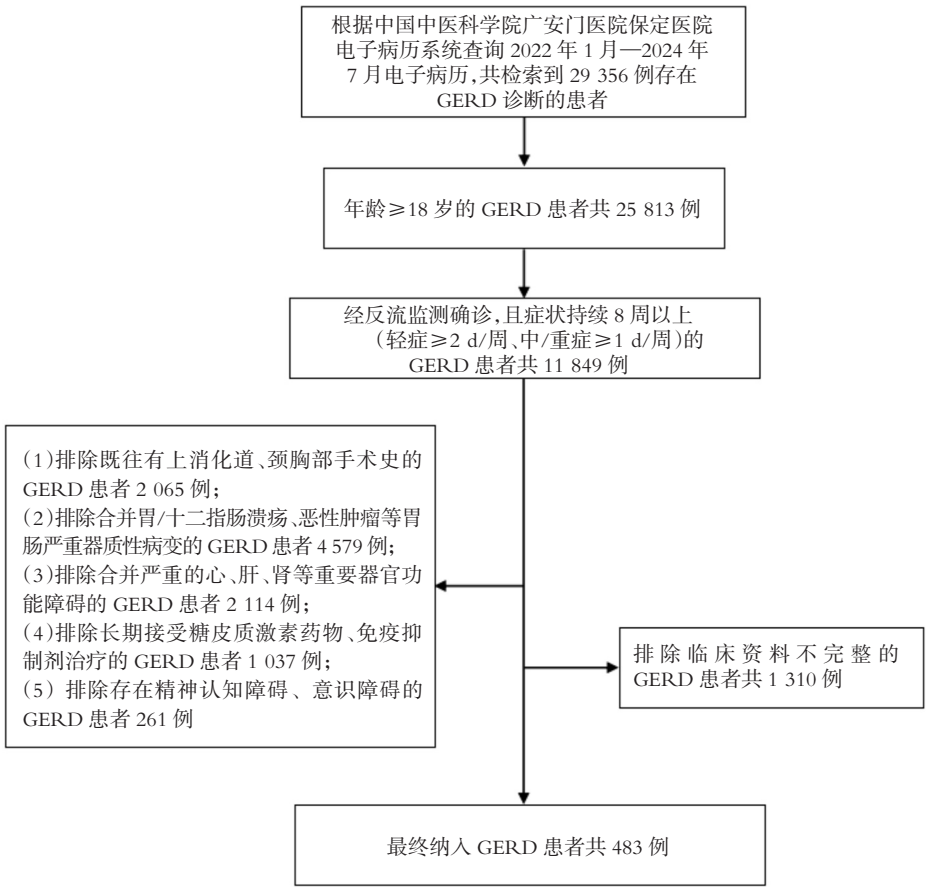


图 1　研究对象纳入与排除流程图

Figure 1　Flow chart of inclusion and exclusion of research subjects

1.2.2　*吸入性肺炎诊断标准*　吸入性肺炎的诊断标准参考文献[10]制定：存在至少一项误吸危险因素（如吞咽困难、意识障碍、口腔卫生差等），并有直接或间接误吸证据（直接观察误吸，或突发刺激性咳嗽、呼吸困难甚至呼吸衰竭），胸部影像学显示肺部炎症改变，且排除细菌性/病毒性肺炎、心源性肺水肿及其他类似疾病。

1.2.3　*分组方法*　将 483 例 GERD 患者按照 7∶3 随机分为建模集和验证集，并根据建模集 GERD 患者有无并发吸入性肺炎将其分为并发组和未并发组。

1.3　*统计学方法*　数据分析应用 SPSS 26.0 统计软件。计数资料以频数（百分比）[n（%）]表示，组间比较采用 χ^2 检验；计量资料均行正态性检验，符合正态分布的以均数 ± 标准差（$\overline{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本 t 检验，不符合正态分布的以中位数（四分位间距）[$M(P_{25}, P_{75})$]表示，组间比较采用 *Mann-Whitney U* 检验；采用方差膨胀因子（VIF）对纳入模型的自变量进行多重共线性检验，VIF≥10 表示存在多重共线性；采用最小绝对值收敛与选择算子（LASSO）回归和 logistic 回归模型以逐步向前法筛选 GERD 患者并发吸入性肺炎的影响因素。采用 R 软件（版本 4.2.3）建立 GERD 患者并发吸入性肺炎的风险预警模型，以受试者工作特征（ROC）曲线下面积（AUC）评估模型的分类准确度，采用 Bootstrap 法以校准曲线评估模型预测概率与实际概率的一致性，另采用决策曲线分析（DCA）评估模型的临床应用价值。以 $P \leqslant 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　*GERD 患者一般资料*　本研究纳入的 483 例 GERD 患者中，共有 77 例并发吸入性肺炎（其中建模集、验证集分别有 53、24 例），发生率为 15.94%。建模集和验证集患者的一般资料比较差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），资料具有可比性。见表 1。

表 1 建模集与验证集患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between patients in the modeling set and validation set

项目	建模集(n = 338)	验证集(n = 145)	$\chi^2/t/Z$	P
性别[例(%)]			0.28	0.598
男	216(63.91)	89(61.38)		
女	122(36.09)	56(38.62)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	49.71±12.84	48.55±13.62	0.49	0.486
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	23.73±3.36	23.51±3.29	0.66	0.507
既往史与基础疾病[例(%)]				
吸烟史	140(41.42)	62(42.76)	0.08	0.785
饮酒史	108(31.95)	53(36.55)	0.97	0.326
高血压	75(22.19)	34(23.45)	0.09	0.762
糖尿病	69(20.41)	27(18.62)	0.21	0.651
高脂血症	44(13.02)	23(15.86)	0.69	0.407
COPD	95(28.11)	36(24.83)	0.55	0.458
脑卒中史	22(6.51)	13(8.97)	0.91	0.340
咽炎	74(21.89)	24(16.55)	1.79	0.181
GERD 病程($\bar{x}\pm s$,年)	2.38±0.59	2.32±0.56	1.04	0.299
RSI 评分($\bar{x}\pm s$,分)	13.99±3.24	14.15±3.48	0.49	0.627
AET[$M(P_{25},P_{75})$,%]	0.91(0.24,2.55)	0.95(0.20,2.61)	0.38	0.705
长反流次数[$M(P_{25},P_{75})$,次]	4.0(2.0,7.5)	4.5(2.5,7.0)	1.10	0.271
最长反流持续时间[$M(P_{25},P_{75})$,min]	18.0(10.5,26.0)	18.5(10.0,27.0)	0.96	0.342
无效吞咽[例(%)]	184(54.44)	81(55.86)	0.08	0.773
合并食管裂孔疝[例(%)]	21(6.21)	13(8.97)	1.18	0.278
不良饮食习惯[例(%)]	73(21.60)	39(26.90)	1.60	0.206
用药情况[例(%)]				
质子泵抑制剂	291(86.09)	127(87.59)	0.19	0.660
促胃肠动力药	91(26.92)	35(24.14)	0.41	0.523
H_2 受体阻滞剂	30(8.88)	16(11.03)	0.55	0.459
抗酸药	52(15.38)	18(12.41)	0.73	0.395
抗菌药物	11(3.25)	7(4.83)	0.70	0.403
并发吸入性肺炎[例(%)]	53(15.68)	24(16.55)	0.06	0.811

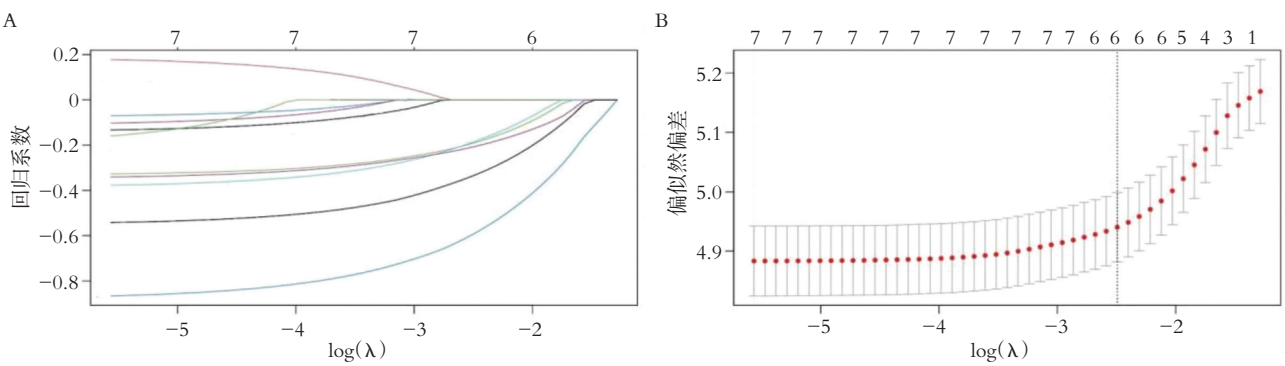
2.2 并发组与未并发组患者一般资料比较 与未并发组相比，并发组患者的年龄较大，RSI 评分较高，吸烟史、合并 COPD、有脑卒中史、合并食管裂孔疝、存在不良饮食习惯的患者占比较高，差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 2。

2.3 GERD 患者并发吸入性肺炎的影响因素筛选 应用 LASSO 回归将 2.2 中并发组与未并发组比较结果中 $P<0.1$ 的 10 个变量进行降维处理，通过三折交叉验证确定最佳惩罚项 λ 值，最终筛选出 6 个最具代表性的潜在影响因素，分别为年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝、存在不良饮食习惯，见图 2。

表 2　并发组与未并发组患者一般资料比较

Table 2　Comparison of general data between patients in the concurrent and non-concurrent groups

项目	并发组(n = 53)	未并发组(n = 285)	$\chi^2/t/Z$	P
性别[例(%)]			0.44	0.507
男	36(67.92)	180(63.16)		
女	17(32.08)	105(36.84)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	55.06±12.45	48.72±13.18	3.24	0.001
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	23.92±3.27	23.69±3.45	0.45	0.654
既往史与基础疾病[例(%)]				
吸烟史	31(58.49)	109(38.25)	7.55	0.006
饮酒史	23(43.40)	85(29.82)	3.79	0.052
高血压	13(24.53)	62(21.75)	0.20	0.655
糖尿病	10(18.87)	59(20.70)	0.09	0.761
高脂血症	6(11.32)	38(13.33)	0.16	0.689
COPD	25(47.17)	70(24.56)	11.30	0.001
脑卒中史	7(13.21)	15(5.26)	4.64	0.031
咽炎	16(30.19)	58(20.35)	2.53	0.112
GERD 病程($\bar{x}\pm s$,年)	2.49±0.62	2.36±0.58	1.48	0.139
RSI 评分($\bar{x}\pm s$,分)	16.28±3.94	13.57±2.88	5.91	<0.001
AET[$M(P_{25},P_{75})$,%]	0.95(0.28,2.44)	0.87(0.21,2.68)	0.50	0.553
长反流次数[$M(P_{25},P_{75})$,次]	4.5(2.5,8.0)	4.0(2.0,7.0)	0.91	0.349
最长反流持续时间[$M(P_{25},P_{75})$,min]	19.5(11.0,27.5)	17.0(10.5,25.0)	1.76	0.092
无效吞咽[例(%)]	35(66.04)	149(52.28)	3.41	0.065
合并食管裂孔疝[例(%)]	9(16.98)	12(4.21)	12.51	<0.001
存在不良饮食习惯[例(%)]	19(35.85)	54(18.95)	7.54	0.006
用药情况[例(%)]				
质子泵抑制剂	47(88.68)	244(85.61)	0.35	0.554
促胃肠动力药	13(24.53)	78(27.37)	0.18	0.669
H_2 受体阻滞剂	4(7.55)	26(9.12)	0.14	0.711
抗酸药	12(22.64)	40(14.04)	2.54	0.111
抗菌药物	3(5.66)	8(2.81)	0.43	0.513



注：A 为 λ 与变量的动态过程图，其中不同颜色曲线代表不同变量；B 为 LASSO 回归 λ 的选择过程。

图 2　GERD 患者并发吸入性肺炎影响因素的 LASSO 回归分析

Figure 2　LASSO regression analysis of influencing factors for concurrent aspiration pneumonia in GERD patients

2.4　GERD 患者并发吸入性肺炎的影响因素分析　将 GERD 患者有无并发吸入性肺炎作为因变量（并发 = 1，未并发 = 0），将 LASSO 回归分析筛选的 6 个潜在影响因素作为自变量（年龄：实际值；吸烟史：有 = 1，无 = 0；合并 COPD：是 = 1，否 = 0；RSI 评分：实际值；合并食管裂孔疝：是 = 1，否 = 0；存在不良饮食习惯：是 = 1，否 = 0），先对自变量进行共线性诊断，6 个自变量的 VIF 均＜10，各变量间不存在多重共线性。将各自变量和因变量纳入 logistic 回归模型逐步向前分析，结果显示年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝、存在不良饮食习惯是 GERD 患者并发吸入性肺炎的影响因素，差异均有统计学意义（均 P＜0.05），见表 3。

表 3　GERD 患者并发吸入性肺炎的影响因素

Table 3　Influencing factors for concurrent aspiration pneumonia in GERD patients

项目	B	S_b	标准化 B	Wald χ^2	P	OR	95%CI
年龄	0.09	0.03	0.60	6.64	0.010	1.089	1.021～1.161
吸烟史	0.76	0.33	0.21	5.35	0.019	2.140	1.123～4.079
合并 COPD	1.15	0.43	0.32	7.37	0.007	3.171	1.379～7.294
RSI 评分	0.59	0.20	1.05	9.03	0.002	1.797	1.226～2.633
合并食管裂孔疝	1.24	0.42	0.32	8.39	0.004	3.347	1.478～7.579
存在不良饮食习惯	0.72	0.30	0.20	5.89	0.015	2.061	1.490～3.695

2.5　GERD 患者并发吸入性肺炎的风险预警模型构建及验证　基于上述 6 项影响因素构建 GERD 患者并发吸入性肺炎的风险预警模型，见图 3。在建模集和验证集中采用 Bootstrap 法自抽样 1 000 次对模型进行内部验证，校准曲线显示此模型预测具有良好一致性，见图 4；在建模集和验证集中此模型预测吸入性肺炎的 AUC 分别为 0.892（95%CI：0.854～0.923）、0.884（95%CI：0.821～0.931）；DCA 显示应用此模型可获得良好净收益，见图 5。

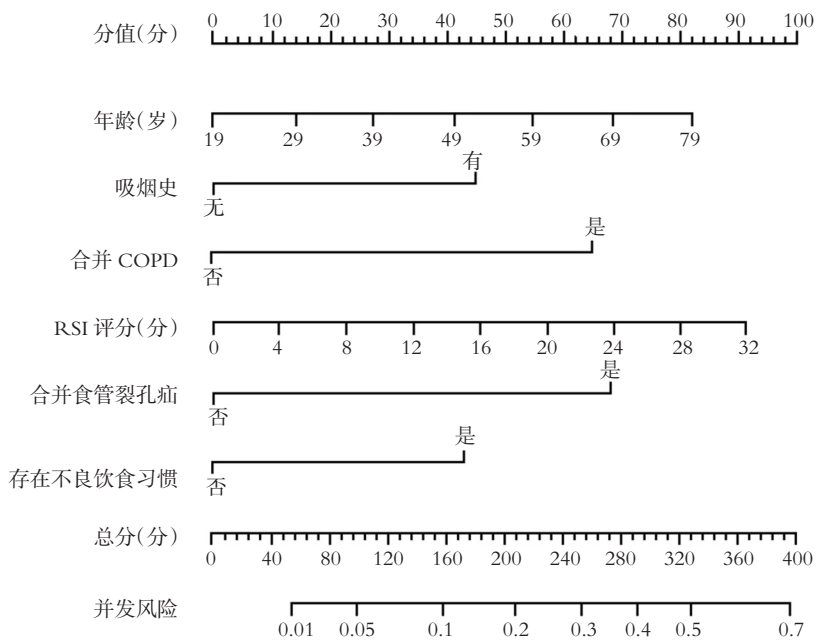
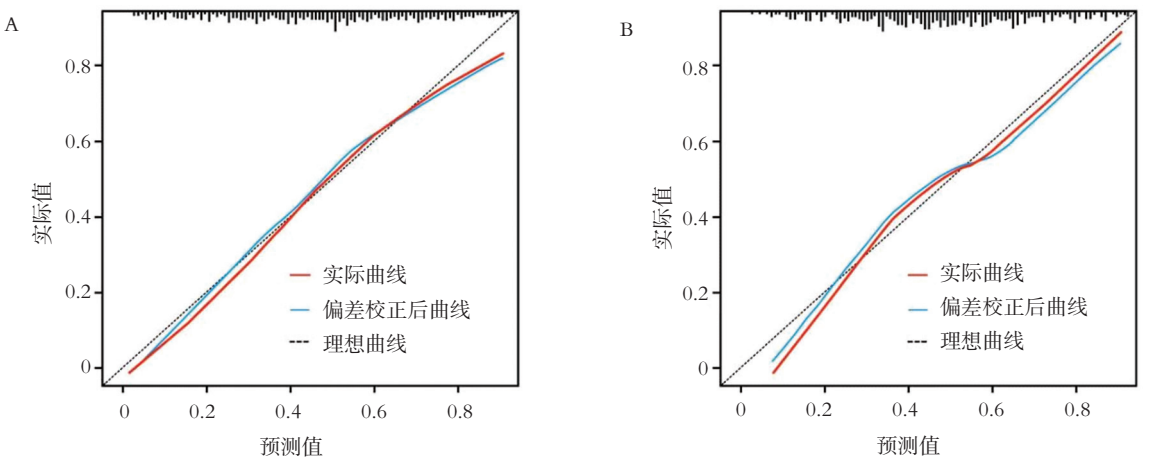


图 3　GERD 患者并发吸入性肺炎的风险预警模型

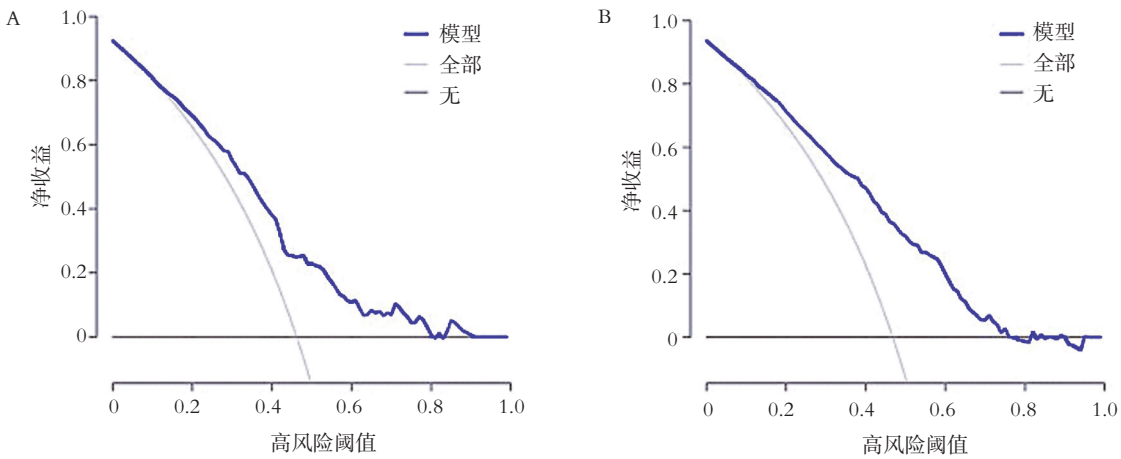
Figure 3　Risk warning model for concurrent aspiration pneumonia in GERD patients



注：A 为建模集，B 为验证集。

图 4　吸入性肺炎风险预警模型的校准曲线

Figure 4　Calibration curve of risk warning model for aspiration pneumonia



注：A 为建模集，B 为验证集。

图 5　吸入性肺炎风险预警模型的决策曲线分析

Figure 5　Decision curve analysis of risk warning model for aspiration pneumonia

3　讨论

GERD 发病机制复杂，不仅可引起食管综合征，还可导致气道症状、气道并发症等食管外综合征[11]。吸入性肺炎是 GERD 的气道并发症之一。本研究中，GERD 患者吸入性肺炎的发生率为 15.94%，与既往研究[12]报道的结果相近，提示 GERD 患者具有一定吸入性肺炎发生风险。吸入性肺炎病情较重，严重者可进展为肺水肿、呼吸衰竭甚至死亡，因此明确 GERD 并发吸入性肺炎的相关危险因素，有助于进行风险预警，指导临床加强防范，降低其发生风险。

本研究通过 LASSO 回归与 logistic 回归分析，共筛选出 6 个 GERD 并发吸入性肺炎的影响因素，分别为年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝、存在不良饮食习惯；而脑卒中史并非其影响因素。尽管脑卒中可能损伤皮质吞咽中枢，增加误吸风险，进而提高吸入性肺炎的发生风险[13]，但脑卒中后吞咽功能障碍具有时效性，吞咽功能可随病情康复而改善。因此，在 GERD 患者中，脑卒中史对吸入性肺炎的影响可能受病程时间的影响而未能达到统计学显著水平。随着年龄增长，GERD 患者食管与胃肠神经发生退行性改变，蠕动功能下降，抗反流能力减弱，反流事件发生频率增加[14]，从而增加了反流误吸的机会。另外，吞咽功能随年龄增

加呈退行性改变，肺顺应性下降，患者常表现为咳嗽、喘息或原有症状加重[15]，易在进食或非进食状态下发生胃食管反流物误吸入气道，从而诱发吸入性肺炎。本研究中，GERD 患者年龄每增加 1 岁，吸入性肺炎的发生风险增加至原来的 1.089 倍，该结果与王志琳等[16]的报道一致。香烟中含有烟碱、焦油、一氧化碳、尼古丁等有害成分。一方面，这些成分可刺激食管下括约肌、损伤食管黏膜，从而加重 GERD 病情[17]；另一方面，吸烟可刺激支气管引起痉挛，导致患者出现呼吸困难，此时患者会用力呼吸以增加氧气摄入。在用力吸气过程中，食管入口可能因胸腔负压而开放，使反流物被误吸入气道[18]。此外，吸烟会直接刺激呼吸道及咽喉黏膜，增加气道敏感性[19]，导致食物、反流物及呼吸道分泌物易被误吸入气管。因此，有吸烟史的 GERD 患者更易发生吸入性肺炎。COPD 患者存在气流受限，慢性咳嗽迁延不愈，频繁咳嗽时易诱发反流误吸。同时，COPD 患者存在吞咽与呼吸不协调，呼气－吸气为其主要模式，难以在吞咽过程中长时间屏气，导致吞咽物无法顺利通过咽部而误吸入气道[20]。既往研究[21]证实，合并 COPD 是老年患者吸入性肺炎的危险因素，本研究结果与其相似。RSI 评分是评估 GERD 反流症状严重程度的常用方法，分数越高提示咽喉部症状越明显[22]。由于咽喉与气管相通，胃内容物反流至咽喉时更易误吸入气道，从而诱发吸入性肺炎。食管裂孔疝是腹腔内脏器经膈食管裂孔突入胸腔所致的疾病。合并食管裂孔疝的 GERD 患者食管下端括约肌功能失调，食管内反流物排空时间延长。同时，食管裂孔疝会压迫食管使得食物、反流物不易通过，食物和反流物在食管大量积聚容易发生误吸；另外，疝囊组织在压迫食管时会刺激食管引起黏膜炎症，不仅加重反流，还会在黏膜炎症反复发作、修复过程中导致食管出现瘢痕狭窄，影响食物正常通过，增加反流物误吸风险[23-24]。不良饮食习惯被认为与 GERD 发病关系密切[25]，辛辣饮食会刺激食管和胃肠黏膜，加重炎症；高糖、油腻、过饱饮食会增加胃内压，导致食管下括约肌松弛，加重反流[26]，以上不良饮食习惯会使得病情难以得到控制，导致咽喉反射减弱，反流物更易进入气管引发吸入性肺炎。另有研究[27]指出男性是吸入性肺炎的危险因素，本研究结果与其不同，可能因为研究人群的原发疾病不同，在 GERD 背景下，男性对吸入性肺炎的影响不显著，其作用程度弱于本研究所纳入的 6 项影响因素。

本研究基于年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝、不良饮食习惯这 6 个影响因素，构建了 GERD 患者并发吸入性肺炎的风险预警模型。将各危险因素的影响权重以列线图形式进行可视化。临床使用时可直接计算各危险因素单项得分之和，并在并发风险轴上对应读取风险概率，从而实现风险分层预警，指导干预决策。本研究进一步利用建模集和验证集数据验证模型性能。校准曲线显示，模型预测概率与实际发生概率之间一致性良好。建模集和验证集的 AUC 分别为 0.892（95%*CI*：0.854～0.923）、0.884（95%*CI*：0.821～0.931），均接近 0.9，表明模型具有良好的预测准确度。本研究采用 DCA 评估模型的临床应用价值。决策曲线中，“全部”表示对所有患者进行干预，“无”表示不进行任何干预，“模型”表示根据本模型预测结果进行选择性干预。分析结果显示：当建模集阈概率在 0.06～0.81、验证集阈概率在 0.05～0.78 范围内时，基于模型预测指导个体化干预所获得的净收益，优于“全部干预”和“均不干预”两种策略。上述结果表明，该模型用于指导临床个体化干预决策具有一定的应用价值。

综上所述，本研究基于年龄、吸烟史、合并 COPD、RSI 评分、合并食管裂孔疝及不良饮食习惯，构建了 GERD 患者并发吸入性肺炎的风险预警模型。该模型变量易于收集、操作简便、结果直观，可为临床提供便捷的评估工具，有助于快速筛查高危人群并实施重点干预，具有一定的临床应用价值。本研究存在一定局限性，回顾性单中心设计导致样本量有限，样本代表性不足，可能影响模型的外推性；后续需开展多中心研究并进行外部验证，以进一步提高模型的可靠性和外推性。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] 马学锋，黄俊，李娜，等. 1990—2019 年中国胃食管反流病疾病负担分析及年变化趋势研究[J]. 中国全科医学，2024，27（18）：2265－2271.
Ma XF，Huang J，Li N，et al. Analysis of disease burden and annual change trends of gastroesophageal reflux disease in China from 1990 to 2019[J]. Chinese General Practice，2024，27(18)：2265－2271.

[2] Bonavina L，Fisichella PM，Gavini S，et al. Clinical course of gastroesophageal reflux disease and impact of treatment in

symptomatic young patients[J]. Ann N Y Acad Sci, 2020, 1481(1): 117-126.

[3] Maret-Ouda J, Santoni G, Artama M, et al. Aspiration pneumonia after antireflux surgery among neurologically impaired children with GERD[J]. J Pediatr Surg, 2020, 55(11): 2408-2412.

[4] 陈芳. 风险识别理念指导下的预见性护理预防胃食管反流病患者发生吸入性肺炎的效果[J]. 中国民康医学, 2022, 34(18): 180-183.
Chen F. Effects of risk identification concept-guided predictive nursing in prevention of aspiration pneumonia in patients with gastroesophageal reflux disease[J]. Medical Journal of Chinese People's Health, 2022, 34(18): 180-183.

[5] 张丽娟, 李义亮, 马琳. 集束化护理对胃食管反流病患者吸入性肺炎的预防效果[J]. 中华胃食管反流病电子杂志, 2024, 11(4): 227-230.
Zhang LJ, Li YL, Ma L. Observation on the preventive effect of cluster nursing on aspiration pneumonia in patients with gastroesophageal reflux disease[J]. Chinese Journal of Gastroesophageal Reflux Disease(Electronic Edition), 2024, 11(4): 227-230.

[6] Mohamed A, Nicolais L, Fitzgerald TL. Revisiting the pancreatic fistula risk score: clinical nomogram accurately assesses risk[J]. Am Surg, 2023, 89(4): 837-843.

[7] 中国医疗保健国际交流促进会胃食管反流多学科分会. 中国胃食管反流病多学科诊疗共识[J]. 中华胃食管反流病电子杂志, 2020, 7(1): 1-28.
Multidisciplinary Branch of Gastroesophageal Reflux, China Association for the Promotion of International Exchange in Healthcare. Consensus on multidisciplinary diagnosis and treatment of gastroesophageal reflux disease in China[J]. Chinese Journal of Gastroesophageal Reflux Disease(Electronic Edition), 2020, 7(1): 1-28.

[8] 郑杰元, 张立红, 李晶兢, 等. 咽喉反流症状指数量表中文版的信度及效度评价[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2012, 47(11): 894-898.
Zheng JY, Zhang LH, Li JJ, et al. Chinese version of the reflux symptom index was evaluated for reliability and validity[J]. Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, 2012, 47(11): 894-898.

[9] 李飞, 王美峰, 汤玉蓉, 等.《食管动力障碍的测压(第 4 版芝加哥分类)》更新点解读[J]. 中华消化杂志, 2021, 41(7): 492-497.
Li F, Wang MF, Tang YR, et al. Interpretation of updated points in "measurement of esophageal motility disorders(4th edition Chicago classification)"[J]. Chinese Journal of Digestion, 2021, 41(7): 492-497.

[10] 佘君, 丁建文, 申捷, 等. 成人吸入性肺炎诊断和治疗专家建议[J]. 国际呼吸杂志, 2022, 42(2): 86-96.
She J, Ding JW, Shen J, et al. Expert task force on diagnosis and treatment of aspiration pneumonia in adults[J]. International Journal of Respiration, 2022, 42(2): 86-96.

[11] Jiang GP, Cong YQ, Zhou F, et al. Analysis of esophageal motility and reflux characteristics in patients with gastroesophageal reflux disease with or without extraesophageal symptoms[J]. Turk J Gastroenterol, 2022, 33(4): 280-285.

[12] 冯西平, 董芳. 以患者为中心的护理对胃食管反流病患者吸入性肺炎的预防效果观察[J]. 山西医药杂志, 2019, 48(15): 1941-1943.
Feng XP, Dong F. Observation on the preventive effect of patient-centered nursing on aspiration pneumonia in patients with gastroesophageal reflux disease[J]. Shanxi Medical Journal, 2019, 48(15): 1941-1943.

[13] 席默阳, 丁维敏, 马晓瑞, 等. 急性缺血性脑卒中患者发生卒中后肺炎的危险因素及列线图模型构建[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2025, 19(4): 110-114.
Xi MY, Ding WM, Ma XR, et al. Risk factors for post-stroke pneumonia in patients with acute ischemic stroke and construction of a nomogram model[J]. Chinese Journal of Neurosurgical Disease Research, 2025, 19(4): 110-114.

[14] 史海霞, 王智凤, 孙晓红. 不同年龄组胃食管反流病患者食管动力及临床特点[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(14): 1015-1019.
Shi HX, Wang ZF, Sun XH. Characteristics of esophageal motility and clinical presentation in gastroesophageal reflux disease patients of different age groups[J]. National Medical Journal of China, 2021, 101(14): 1015-1019.

[15] Wakabayashi T, Hamaguchi S, Morimoto K, et al. Clinically defined aspiration pneumonia is an independent risk factor associated with long-term hospital stay: a prospective cohort study[J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 351.

[16] 王志琳, 李秋芬, 徐辉. 医养结合病房中老年人吸入性肺炎相关影响因素及预防措施[J]. 河南医学研究, 2022, 31(13): 2380-2383.
Wang ZL, Li QF, Xu H. Influencing factors and preventive measures related to aspiration pneumonia in elderly people in medical and nursing care ward[J]. Henan Medical Research, 2022, 31(13): 2380-2383.

[17] Okamoto T, Ito A. The association between smoking exposure and reflux esophagitis: a cross-sectional study among men conducted as a part of health screening[J]. Intern Med, 2023, 62(24): 3571-3577.

[18] Ozgunay SE, Karasu D, Dulger S, et al. Relationship between cigarette smoking and the carbon monoxide concentration in the exhaled breath with perioperative respiratory complications[J]. Braz J Anesthesiol, 2018, 68(5): 462-471.

[19] Yan FR, Zhang LL, Duan L, et al. Roles of glutamic pyruvate transaminase 2 in reprogramming of airway epithelial lipidomic and metabolomic profiles after smoking[J]. Clin Transl Med, 2024, 14(5): e1679.

[20] Pinto CF, Balasubramanium RK, Acharya V. Nasal airflow monitoring during swallowing: Evidences for respiratory-swallowing incoordination in individuals with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Lung India, 2017, 34(3): 247-250.

[21] 朱维华. 老年卧床患者吸入性肺炎临床特征及危险因素分析[J]. 现代诊断与治疗，2022，33(19)：2924－2926.
Zhu WH. Clinical characteristics and risk factors of aspiration pneumonia in elderly bedridden patients[J]. Modern Diagnosis and Treatment，2022，33(19)：2924－2926.

[22] Muddaiah D，Prashanth V，Vybhavi MK，et al. Role of reflux symptom index and reflux finding score in diagnosing laryngopharyngeal reflux：a prospective study[J]. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg，2023，75(2)：777－783.

[23] Voulgaris T，Hoshino S，Yazaki E. Is there a direct relationship between hiatal hernia size，esophageal body hypomotility and symptomatic perception of gastroesophageal reflux episodes? [J]. Ann Gastroenterol，2023，36(6)：599－604.

[24] Mugino M，Little SC，Van der Wall H，et al. High incidence of dyspnoea and pulmonary aspiration in giant hiatus hernia：a previously unrecognised cause of dyspnoea[J]. Ann R Coll Surg Engl，2022，104(7)：530－537.

[25] Sadafi S，Azizi A，Pasdar Y，et al. Risk factors for gastroesophageal reflux disease：a population-based study[J]. BMC Gastroenterol，2024，24(1)：64.

[26] Khan M，Shah K，Gill SK，et al. Dietary habits and their impact on gastroesophageal reflux disease（GERD）[J]. Cureus，2024，16(7)：e65552.

[27] 原源，张萍，邓晓慧，等. 老年人吸入性肺炎的危险因素及预后研究[J]. 中华老年医学杂志，2024，43(3)：279－284.
Yuan Y，Zhang P，Deng XH，et al. Risk factors and prognosis of aspiration pneumonia in the elderly[J]. Chinese Journal of Geriatrics，2024，43(3)：279－284.

（本文编辑：陈玉华）

本文引用格式：赵娜妹，牛建海，秦世辉，等. 胃食管反流病患者并发吸入性肺炎的影响因素及列线图预测模型构建[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(6)：873－882. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20263151.

Cite this article as：ZHAO Namei，NIU Jianhai，QIN Shihui，et al. Influencing factors and construction of nomogram prediction model for aspiration pneumonia in patients with gastroesophageal reflux disease[J]. Chin J Infect Control，2026，25(6)：873－882. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20263151.