[文章编号] 1671-587X(2026)04-1062-09 DOI:10.13481/j.1671-587X.20260418

急性脑梗死介入术后呼吸机相关性肺炎患者预后预测模型的构建及其验证

朱慧珊，何小花，梁文菲，朱晶玲，邹鹏娟，何秋杏，陈敬毅，赵 湛，宁为民
（广州中医药大学东莞医院神经内科，广东 东莞 523000）

[摘 要] **目的：**分析急性脑梗死介入术后呼吸机相关性肺炎（VAP）患者出现不良预后的临床特征，构建预后预测模型的列线图并验证其临床应用价值。**方法：**在急性大血管闭塞性脑梗死（AIS-LVO）并在气管插管全身麻醉下行血管内治疗者中筛选出的105例术后VAP患者，回顾性分析其临床资料。根据90 d改良Rankin量表（mRS）评分分为良好预后组（43例）和不良预后组（62例）。采用LASSO回归分析筛选出预测因子，将预测因子纳入多因素Logistic回归分析，构建预后预测模型生成Nomogram图，采用受试者工作特征（ROC）曲线、校准曲线和决策曲线（DCA）对预测模型的区分度、校准度及临床效用进行评价。**结果：**共纳入105例符合条件的急性脑梗死介入术后VAP患者，根据90 d mRS评分分为良好预后组和不良预后组，其中良好预后率为40.95%（43/105），不良预后率为59.05%（62/105），死亡率为11.43%（12/105）。LASSO回归分析筛选出9个变量，依次为男性、年龄、冠心病病史、机械取栓、球囊扩张、系统性炎症反应指数（SIRI）、吞咽功能障碍、入院mRS评分和重症监护病房（ICU）住院天数。将LASSO回归分析筛选的预测因子纳入多因素Logistic回归分析，男性［比值比（OR）=0.287，95%置信区间（CI）：0.089～0.838，P=0.028］、ICU入住天数（OR=1.238，95%CI：1.064～1.498，P=0.014）、吞咽功能障碍（OR=3.347，95%CI：1.336～8.918，P=0.012）和SIRI（OR=1.168，95%CI：1.022～1.399，P=0.044）是脑梗死介入术后VAP患者不良预后的独立危险因素，以上述4项指标构建预后预测模型，模型公式为Logit（P）=−0.613−1.250×性别（男性）+1.208×吞咽障碍+0.155×SIRI+0.214×ICU住院天数。预测模型ROC曲线下面积（AUC）为0.806（95%CI：0.804～0.910，P<0.05）。Bootstrap 1 000次重抽样后对模型进行内部验证，校准曲线与拟合线接近，模型准确度良好。DCA显示该列线图具有良好的临床净获益。**结论：**以男性、ICU入住天数、吞咽功能障碍和SIRI构建的预后预测模型对急性脑梗死介入术后VAP患者不良预后有较好的预测价值，能够帮助临床医生识别并早期干预患者。

[关键词] 列线图；呼吸机相关性肺炎；急性大血管闭塞性脑梗死；血管内治疗；机械通气；预后预测模型
[中图分类号] R563.1 [文献标志码] A

[收稿日期] 2024-06-12 [录用日期] 2024-10-28
[基金项目] 国家自然科学基金项目（82305130）；广东省科技厅自然科学基金面上项目（2022A1515011665）；广东省基础与应用基础研究基金委员会区域联合基金-青年基金项目（2022A1515110810）
[作者简介] 朱慧珊（1997−），女，广东省东莞市人，硕士研究生，主要从事神经内科基础和临床方面的研究。
[通信作者] 宁为民，主任中医师，博士研究生导师（E-mail：naobingke36@163.com）；
赵 湛，主任医师（E-mail：zhaozhan205@163.com）

©《吉林大学学报（医学版）》编辑部，开放获取遵循CC BY-NC-ND协议。
© Editorial Board of Journal of Jilin University（Medicine Edition）. Open access under CC BY-NC-ND license.

Construction of prognostic prediction model for patients with ventilator-associated pneumonia after acute cerebral infarction intervention selection and its validation

ZHU Huishan, HE Xiaohua, LIANG Wenfei, ZHU Jingling, ZOU Pengjuan, HE Qiuxing, CHEN Jingyi, ZHAO Zhan, NING Weimin

(Department of Neurology, Dongguan Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Dongguan 523000, China)

ABSTRACT Objective: To analyze the clinical characteristics of the patients with poor prognosis after ventilator associated pneumonia (VAP) following endovascular treatment for acute cerebral infarction, and to construct a prognostic nomogram and validate its clinical application. Methods: The clinical data of 105 patients diagnosed with acute large vessel occlusion cerebral infarction (AIS-LVO) who developed postoperative VAP after undergoing endovascular treatment under general anesthesia with endotracheal intubation were retrospectively analyzed. According to the 90 d modified Rankin Scale (mRS) score, the patients were divided into good prognosis group (43 cases) and poor prognosis group (62 cases). LASSO regression analysis was used to screen the predictive factors, and multivariate Logistic regression analysis was performed to construct the prognostic prediction model and generate a nomogram. The discrimination, calibration, and clinical utility of the model were evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve, and decision curve analysis (DCA). Results: A total of 105 patients with VAP after ventilator-associated pneumonia were included. According to the 90 d mRS score, all postoperative VAP patients were divided into good prognosis group and poor prognosis group, with good prognosis rate of 40.95%(43/105), poor prognosis rate of 59.05%(62/105), and mortality rate of 11.43%(12/105). The LASSO regression analysis screened out 9 variables, including male, age, history of coronary heart disease, mechanical thrombectomy, balloon angioplasty, systemic inflammatory response index (SIRI), swallowing dysfunction, admission mRS score, and intensive care unit (ICU) length of stay. The predictive factors screened by LASSO regression were incorporated into multivariate Logistic regression analysis, and male [odds ratio(OR)=0.287, 95% confidence interval (CI): 0.089−0.838, P=0.028], ICU length of stay (OR=1.238, 95%CI: 1.064−1.498, P=0.014), swallowing dysfunction (OR=3.347, 95%CI: 1.336−8.918, P=0.012), and SIRI (OR=1.168, 95%CI: 1.022−1.399, P=0.044) were identified as independent risk factors for poor prognosis in the VAP patients after endovascular treatment for cerebral infarction. A prognostic prediction model was constructed based on these 4 indicators, with the formula: Logit (P) =−0.613−1.250×sex (male) +1.208×swallowing dysfunction+0.155×SIRI+0.214×ICU length of stay. The area under the ROC curve (AUC) of the prediction model was 0.806 (95%CI: 0.804−0.910, P<0.05). The internal validation was performed using 1 000 bootstrap resampling, and the calibration curve was close to the ideal line, indicating good model accuracy. DCA demonstrated favorable clinical net benefit of the nomogram. Conclusion: The prognostic prediction model constructed based on male, ICU length of stay, swallowing dysfunction, and SIRI has good predictive value for poor prognosis in the VAP patients after endovascular treatment for acute cerebral infarction, which can assist the clinicians in early identification and intervention.

KEYWORDS Nomogram; Ventilator-associated pneumonia; Acute large vessel occlusion cerebral infarction; Endovascular treatment; Mechanical ventilation; Prognostic prediction model

目前，脑卒中已成为我国居民的第1位死亡原因，其中缺血性脑卒中约占总数的70%，急性大血管闭塞性脑梗死（acute ischemic stroke with large vessel occlusion，AIS-LVO）属于脑卒中的急危重症，其特点包括高发病率、高致残率和高死亡率。目前血管内治疗（endovascular treatment，EVT）可明显提高闭塞血管的再通率，延长治疗时间窗，弥补静脉溶栓治疗的局限性，现已成为AIS-LVO的推荐治疗方法[1]。气管插管全身麻醉作为常见的麻醉方法，能有效控制患者的气道，从而减少反流误吸的发生，并且具有可让患者完全制动从而改善血管造影图像质量和保证手术安全等优势[2]。术后患者通常需要带气管导管返回重症监护病房（intensive care unit，ICU），而呼吸机相关性肺炎（ventilator associated pneumonia，VAP）是常见并发症，VAP是指气管插管或气管切开患者接受机械通气48 h后或机械通气撤机拔管后48 h内发生的肺炎，其发病率可高达48.4%[3]，病死率为43.2%[4-5]，AIS-LVO患者病情危重，一般情况差，意识障碍和吞咽困难等危险因素增加了肺炎发病率，肺炎的发生可导致患者拔管困难，延长患者住院时间，增加患者住院费用，炎症反应也可加剧卒中后脑损伤，严重影响卒中患者神经功能的恢复，还可能引发如脓毒症、感染性休克和消化道出血等严重的并发症甚至导致死亡[6]。

预后预测模型可以指导临床早期识别不良预后的因素并及时干预[7]。PEI等[8]绘制了ICU中VAP患者90 d死亡率的列线图，FRONDELIUS等[9]对VAP诊断和预后预测模型进行了系统综述及荟萃分析，但目前有关卒中介入术后VAP患者预后预测模型的研究较少。本研究建立预测脑卒中介入术后VAP患者不良预后的预测列线图，为临床医生早期识别并早期干预疾病提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究为一项回顾性病例对照研究，所有研究对象均为2020年7月－2023年8月本院神经内科收治的患者，从诊断为AIS-LVO并在气管插管全麻下行血管内治疗的患者中筛选出术后VAP患者共105例。纳入标准：①年龄为18～89岁；②根据临床症状和影像学检查结果确诊为AIS-LVO；③在气管插管全麻下行血管内治疗，术后出现VAP患者。参考《中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南（2018年版）》[10]相关诊断标准：胸部X线或CT检查结果提示新的或恶化的浸润、实变或毛玻璃样阴影，并且患者具备以下至少2种临床特征：体温升高超过38 ℃的发热症状；脓性气道分泌物；外周血白细胞计数异常，高于10×10^9 L^{-1}或低于4×10^9 L^{-1}；以及咳嗽、呼吸困难或呼吸频率加快（>25 min^{-1}）。排除标准：①入院时有肺部感染者；②病历资料不完整者；③拒绝随访或无法联系者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》[11]进行，报告符合个体预后或诊断多变量模型报告声明，本研究通过本院伦理委员会审核批准，伦理审批号：PJ[2023]NO.63。

1.2 结局评价 改良Rankin量表（modified Rankin scale，mRS）评分因能反映较长期的临床结果常被推荐作为卒中临床试验的终点[12]，其标准评估时间点在卒中发病后进行90 d[13]，本研究对介入术后VAP患者90 d电话或门诊随访1次，记录mRS评分和死亡率，根据患者预后情况分为良好功能结局组（mRS评分0～2分）和不良功能结局组（mRS评分3～6分，其中6分为死亡），由本课题组3名经过培训后通过一致性检测的神经内科医师对所有患者的临床资料进行评估，首先采用双人同时盲法评估，若结果出现分歧，则由第3名医生重新评估并协商结果。

1.3 病例资料收集 从电子病历系统调取患者临床和实验室数据，包括患者年龄、性别、既往史（如高血压、糖尿病、冠心病、心房颤动、吸烟史和饮酒史等）、入院美国国立卫生研究院卒中量表评分（National Institute of Health Stroke Scale，NIHSS）、入院mRS评分、入院格拉斯哥昏迷量表（Glasgow coma scale，GCS）评分、吞咽功能评定（洼田饮水试验）、闭塞责任血管（前循环或后循环）、手术时间、改良脑梗死溶栓分级（modified thrombolysis in cerebral infarction，mTICI）、术后白蛋白水平、术后72 h内最高白细胞（white blood cell，WBC）计数及C反应蛋白（C-reactive protein，CRP）水平、机械通气时间、ICU住院天数、术后24 h中性粒细胞与淋巴细胞比值（neutrophil-to-lymphocyte ratio，NLR）、术后24 h系统性免疫炎症指数（systemicimmune-inflammation index，SII）、术后24 h系统性炎症反应指数（systemic inflammation response index，SIRI）和术后24 h血小板与淋巴细胞比值（platelet-to-lymphocyte ratio，PLR）。

1.4 统计学分析 采用SPSS 25.0软件进行统计

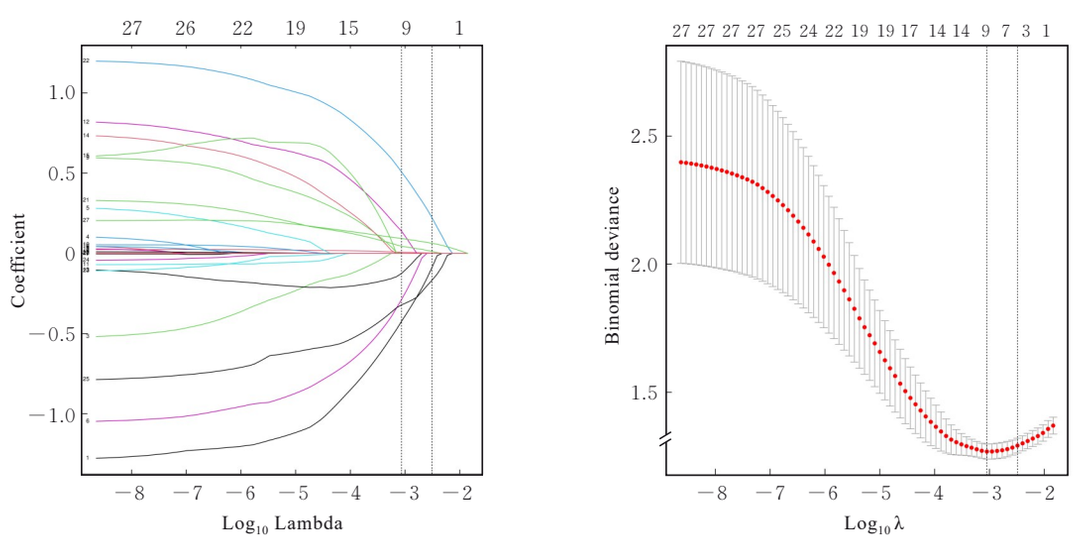
学分析。连续变量呈正态分布，以$\bar{x}\pm s$表示，2组间样本均数比较采用两独立样本t检验，连续变量不符合正态分布，以中位数(四分位数)[$M(P25, P75)$]表示，组间比较采用Mann-Whitney U检验。分类变量以频数（百分率）表示，组间比较采用χ^2检验或*Fisher*精确概率法。采用R软件3.6.3版本的“glmnet”包进行最小绝对收缩和选择算子(least absolute shrinkage and selection operater, LASSO）回归分析筛选潜在的危险因素，选择lambda.min产生的非零系数对应的预测因子纳入多因素Logistic回归分析，确定差异具有统计学意义（$P<0.05$）的预测因子构建模型，使用R软件“rms”包绘制列线图；“pROC”包绘制受试者工作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线，计算ROC曲线下面积(area under curve,AUC)以评价模型的区分度，选择Bootstrap法1 000次重复抽样绘制校准曲线来评估模型的校准度，采用决策曲线分析（decision curve analysis，DCA）评估列线图的临床获益。以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者一般临床资料 本研究共纳入105例符合条件的EVT术后VAP患者，其中男性73例(69.52%),女性32例(30.48%),平均年龄64.73±12.80岁，根据90 d mRS评分将所有术后VAP患者分为良好预后组（n=43）和不良预后组（n=62），其中良好预后率为40.95%（43/105），不良预后率为59.05%（62/105），死亡率为11.43%(12/105)。

2.2 LASSO回归分析筛选EVT术后VAP患者预后相关因素 根据LASSO回归分析计算的非零系数，最小均方误差的λ为0.047，筛选出9个变量，依次为男性、年龄、冠心病病史、机械取栓、球囊扩张、SIRI、吞咽功能障碍、入院mRs评分和ICU住院天数（图1）。本研究中Logistic回归分析的变量赋值如下：因变量为患者不良预后（0=预后良好，1=预后不良）。自变量中，性别为二分类变量（0=女性，1=男性），吞咽功能障碍为二分类变量（0=无，1=有），ICU入住天数为连续变量（以实际住院天数代入），SIRI为连续变量（以术后24h系统性炎症反应指数的实测值代入）。EVT术后VAP患者的单因素分析见表1。

2.3 EVT术后VAP患者预后的多因素分析 将LASSO回归分析筛选的预测因子纳入多因素Logistic回归分析中采用逐步向后剔除法，得出男性［比值比（odds ratio，OR）=0.287，95%置信区间（confidence interval，CI)：0.089～0.838，P=0.028］、ICU入住天数（OR=1.238，95%CI：1.064～1.498，P=0.014）、吞咽功能障碍（OR=



A: Relationship between parameter lambda and regression coefficient in LASSO regression; B: Variation curve of variable coefficient with lambda logarithm in LASSO regression.

图1 EVT术后VAP患者预后相关因素的LASSO回归分析

Fig. 1 LASSO regression analysis on factors associated with prognosis in patients with VAP after EVT operation

3.347，95%CI：1.336～8.918，P=0.012）及SIRI（OR=1.168，95%CI：1.022～1.399，P=0.044）是介入术后VAP患者不良预后的独立影响因素。见表2。

2.4 列线图的构建及验证 根据多因素Logistic回归分析结果，纳入男性、ICU入住天数、吞咽功能障碍和SIRI建立预后预测模型，并构建列线图（图2）。绘制ROC曲线，AUC为0.806（95%CI：0.804～0.910，P<0.05）（图3）。经Bootstrap法1 000次重复抽样得出校准曲线与拟合线接近，平均绝对误差为0.034，曲线准确度良好（图4）。当阈值概率为20%～94%，患者的净获益高，表明该范围内模型具有临床效用。见图5。

表1 EVT术后VAP患者预后的单因素分析

Tab. 1 Univariate factor analysis on prognosis of patients with VAP after EVT operation

Predictor variable	Total (n=105)	Good prognosis group (n=43)	Poor prognosis group (n=62)	$t/Z/\chi^2$	P
Age(year)	64.73±12.80	61.28±11.53	67.13±13.08	2.375	0.021
Gender					
Male	73(69.52)	35(81.40)	38(61.29)	4.844	0.028
Female	32(30.48)	8(18.61)	24(38.71)		
Hypertension					
Yes	63(60.00)	28(65.12)	35(56.45)	0.794	0.373
No	42(40.00)	15(34.88)	27(43.55)		
Diabetes					
Yes	33(31.43)	12(27.91)	21(33.87)	0.419	0.517
No	72(68.57)	31(72.09)	41(66.13)		
Atrial fibrillation					
Yes	26(24.76)	8(18.60)	18(29.03)	1.482	0.223
No	79(75.24)	35(81.40)	44(70.97)		
CAD					
Yes	17(16.19)	10(23.26)	7(11.29)	2.679	0.102
No	88(83.81)	33(76.74)	55(88.71)		
Smoking					
Yes	35(33.33)	15(34.88)	20(32.26)	0.079	0.779
No	70(66.67)	28(65.12)	42(67.74)		
Alcohol drinking					
Yes	20(19.05)	8(18.60)	12(19.35)	0.009	0.923
No	85(80.95)	35(81.40)	50(80.65)		
Admission NIHSS score	12.00(6.00－16.00)	10.00(4.00－15.00)	13.00(8.00－18.00)	1.935	0.053
Admission GCS score	15.00(11.00－15.00)	15.00(11.00－15.00)	14.00(11.00－15.00)	1.193	0.202
Admission mRS score					
0－2	20(19.05)	13(30.23)	7(11.29)	5.908	0.015
2－6	85(80.95)	30(69.77)	55(88.71)		
Dysphagia					
Yes	54(51.43)	16(37.21)	38(61.29)	5.894	0.015
No	51(48.57)	27(62.79)	24(38.71)		
Location of occlusion					
Anterior circulation	80(76.19)	31(72.09)	49(79.03)	0.674	0.412
Posterior circulation	25(23.81)	12(27.91)	13(20.97)		
Mechanical thrombectomy					
Yes	87(82.86)	33(76.74)	54(87.10)	1.916	0.166
No	18(17.14)	10(23.26)	8(12.90)		

续表

Predictor variable	Total (n=105)	Good prognosis group (n=43)	Poor prognosis group (n=62)	$t/Z/\chi^2$	P
Balloon dilatation					
Yes	50(47.62)	24(55.81)	26(41.94)	1.961	0.161
No	55(52.38)	19(44.19)	36(58.06)		
Stents placement					
Yes	36(34.29)	13(30.23)	23(37.10)	0.531	0.466
No	69(65.71)	30(69.77)	39(62.90)		
Operation time	1.75(1.33－2.08)	1.83(1.41－2.11)	1.58(1.25－2.05)	0.984	0.326
mTICI					
mTICI≥2b	100(95.24)	40(93.02)	60(96.77)	0.788	0.375
mTICI＜2b	5(4.76)	3(6.98)	2(3.23)		
Albumin	37.86±3.99	38.31±2.92	37.54±4.56	1.047	0.297
Postoperative WBC	12.69(10.74－15.13)	11.98(10.54－14.27)	12.81(11.33－16.34)	1.228	0.221
Postoperative CRP	58.72(21.70－109.26)	49.02(17.27－86.32)	64.33(33.38－114.37)	1.792	0.074
Postoperative NLR	6.70(4.09－10.60)	5.52(3.10－10.72)	7.26(4.58－10.60)	1.342	0.181
Postoperative SII	1 436.66(848.03－2 398.54)	1 392.19(651.89－2 923.80)	1 436.66(951.76－2 310.30)	0.697	0.488
Postoperative PLR	176.27(132.41－284.71)	165.54(107.42－323.60)	182.11(141.74－278.63)	0.655	0.515
Postoperative SIRI	1.98(1.12－4.09)	1.87(0.98－3.32)	2.186(1.31－5.33)	1.746	0.081
Duration of mechanical ventilation	23.25(13.25－81.85)	17.65(11.64－35.92)	40.32(18.00－117.18)	3.222	0.001
ICU length of stay (d)	2.87(1.81－5.88)	1.82(1.50－3.04)	4.52(2.56－7.02)	4.555	＜0.001

表2　EVT术后VAP患者预后的多因素Logistic回归分析（逐步向后法）

Tab. 2　Multivariate Logistic regression analysis (stepwise backward approach) on prognosis of patients with VAP after EVT operation

Predictor variable	β	SE	OR (95%CI)	Z	P
Intercept	－1.613	0.83	0.199(0.034－0.955)	－1.99	0.053
Gender(man)	－1.250	0.58	0.287(0.089－0.838)	－1.99	0.028
Dysphagia	1.208	0.49	3.347(1.336－8.918)	2.73	0.012
SIRI	0.155	0.08	1.168(1.022－1.399)	2.00	0.044
Mechanical thrombectomy	1.092	0.05	2.981(0.855－11.517)	1.61	0.095
ICU length of stay (d)	0.214	0.08	1.238(1.064－1.498)	2.23	0.014

3　讨　论

AIS-LVO患者病情危重，EVT为复通闭塞血管首选的治疗手段，术后侵入性气管插管操作、意识障碍、吞咽困难、入住ICU和长期卧床制动误吸等因素与VAP高发病率密切相关。VAP可延长脑卒中患者的住院天数、增加治疗成本、影响神经功能恢复，导致不良功能结局，严重者还可发展成败血症和呼吸衰竭，甚至死亡[14]，因此AIS-LVO患者介入术后的肺炎管理对改善患者预后具有重要意义。本研究结果显示：男性、ICU入住天数、吞咽功能障碍和SIRI是AIS-LVO患者VET术后VAP不良预后的独立影响因素，由上述4个因素构建预后预测模型，根据模型提前识别对指导临床干预有重要意义，可进一步改善卒中术后患者的神经功能和生存质量。

本研究结果显示：男性患者是EVT术后VAP患者预后不良的保护因素，虽然男性患者VAP发病率高于女性[15]，但女性VAP患者病死率更高[16]。由于样本量较少，未进一步探讨女性VAP患者的死亡率是否高于男性。本研究结果显示：ICU入住天数是EVT术后VAP患者预后不良的独立危险因素。多数EVT术后患者会转到ICU或新生儿重症监护病房（neonatal intensive care unit，NICU）进一步监护，VAP是最常见的ICU获得性感染之一。一项多国、前瞻性的队列研究[17]显示：VAP患者

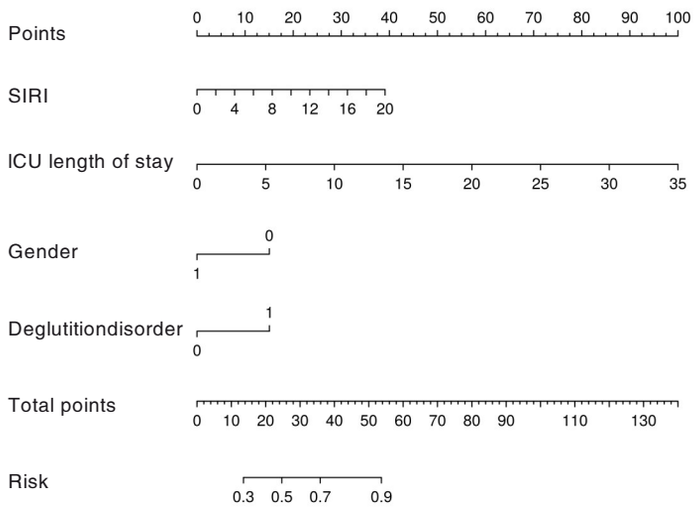


图 2 急性脑梗死介入术后 VAP 患者预后的预测列线图

Fig. 2 Nomogram of prognosis of patients with VAP after acute ischemic stroke operation

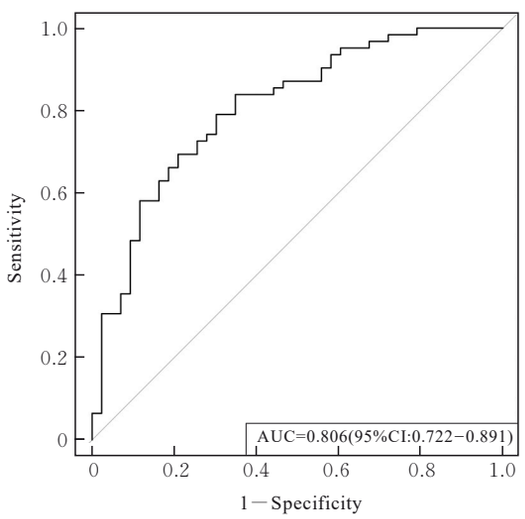


图 3 预测模型的 ROC 曲线

Fig. 3 ROC curves for predictive models

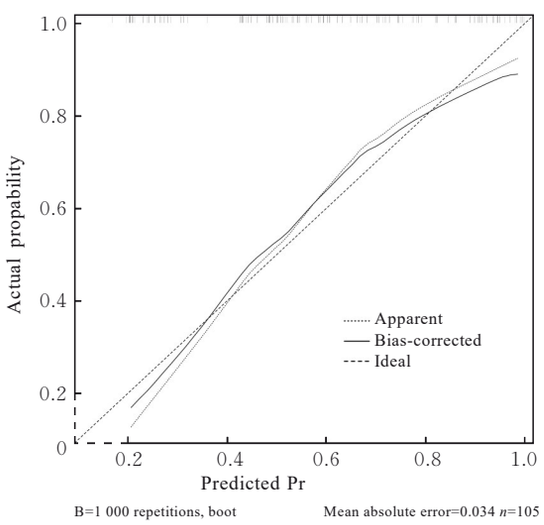


图 4 列线图的校准曲线

Fig. 4 Calibration curves of nomogram

ICU 入住时间明显增加，且急性肾损伤、急性呼吸窘迫综合征、多器官衰竭和感染性休克等的发病率更高，表明其预后较差。因此在紧急改善再灌注的同时还需要努力缩短患者拔管及 ICU 住院时间，不仅可减轻患者经济负担，节约医疗资源，而且对改善患者预后具有重要意义。

吞咽功能障碍是卒中患者的常见症状，其多因误吸、留置胃管和胃食管反流等因素加重 VAP，导致患者更差的预后，这在后循环梗死的卒中患者中尤为明显。行 EVT 术的患者需接受清醒镇静或麻醉，导致吞咽反射抑制[18-19]，加之气管插管影响喉部感觉和吞咽呼吸不同步，也是吞咽困难的重要原因[20-21]。研究[22]显示：吞咽功能障碍是卒中后

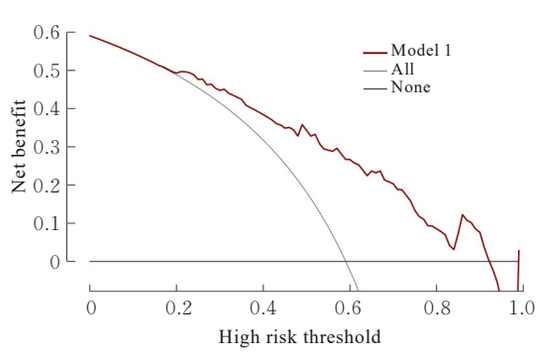


图 5 急性脑梗死介入术后 VAP 患者预后预测列线图的 DCA

Fig. 5 DCA on prognostic prediction nomogram of patients with VAP after acute ischemic stroke operation

3个月不良结局的独立危险因素，与本研究结果相符。吞咽功能障碍的早期识别和治疗至关重要，有助于降低肺炎发生、营养不良、脱水及住院时间延长等风险。卒中发生后诱导全身免疫炎性反应，SIRI作为一项新型炎性标志物，其能够反映全身炎症状态和免疫反应，较高的SIRI是AIS患者机械取栓术后预后不良的独立预测因子[23]，已有研究[24]将其用于预测AIS患者的不良功能结局，认为其与卒中严重程度呈正相关关系[25]。本研究结果显示：SIRI是急性脑梗死EVT术后VAP患者预后不良的独立危险因素。SIRI在预测预后方面有一定指导意义，有助于识别高风险患者，及时干预，降低并发症风险，改善预后。

本研究是基于单中心的回顾性研究，具有遗漏变量和选择性偏差的固有局限性，且纳入样本量有限，未来还需要多中心、前瞻性和大样本量的试验来验证模型的准确性。

综上所述，本研究证实男性、ICU入住天数、吞咽功能障碍和SIRI是急性脑梗死介入术后VAP患者预后不良的独立预测因素，可用于AIS-LVO患者EVT术后VAP不良预后的个体化及可视化预测，早期识别、早期针对性治疗可使AIS-LVO患者获得更好的预后。

利益冲突声明：

所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献声明：

朱慧珊参与研究设计、研究实施、统计学分析和论文撰写，何小花和梁文菲参与论文修改，朱晶玲和邹鹏娟参与数据收集及整理，何秋杏和陈敬毅参与论文修改，赵湛和宁为民参与论文审阅。

[参考文献]

[1] GOYAL M, DEMCHUK A M, MENON B K, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372(11): 1019-1030.

[2] FANDLER-HÖFLER S, HESCHL S, KNEIHSL M, et al. Ventilation time and prognosis after stroke thrombectomy: the shorter, the better![J]. Eur J Neurol, 2020, 27(5): 849-855.

[3] 张军艳，何启强，周 波，等. ICU患者发生呼吸机相关性肺炎的危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志，2015, 25(15): 3467-3469.

[4] XIE D S, XIONG W, LAI R P, et al. Ventilator-associated pneumonia in intensive care units in Hubei Province, China: a multicentre prospective cohort survey[J]. J Hosp Infect, 2011, 78(4): 284-288.

[5] LIN H C, LIN S M, KUO C H, et al. Incidence and outcome of healthcare-associated Acinetobacter baumannii in chronically ventilated patients in a tertiary care hospital in Taiwan[J]. Am J Med Sci, 2011, 341(5): 361-366.

[6] JI R J, SHEN H P, PAN Y S, et al. Novel risk score to predict pneumonia after acute ischemic stroke [J]. Stroke, 2013, 44(5): 1303-1309.

[7] HAN N N, ZHANG X B, ZHANG Y, et al. Nomogram to predict unfavorable outcome of endovascular thrombectomy for large ischemic core[J]. Ann Clin Transl Neurol, 2023, 10(8): 1353-1364.

[8] PEI Y J, HUANG Y K, PAN X, et al. Nomogram for predicting 90-day mortality in patients with *Acinetobacter baumannii*-caused hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia in the respiratory intensive care unit[J]. J Int Med Res, 2023, 51(3): 3000605231161481.

[9] FRONDELIUS T, ATKOVA I, MIETTUNEN J, et al. Diagnostic and prognostic prediction models in ventilator-associated pneumonia: Systematic review and meta-analysis of prediction modelling studies[J]. J Crit Care, 2022, 67: 44-56.

[10] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志，2018, 41(4): 255-280. MEDLINE ISTIC PKU CSCD, 2018

[11] SMITH C J, KISHORE A K, VAIL A, et al. Diagnosis of stroke-associated pneumonia: recommendations from the pneumonia in stroke consensus group[J]. Stroke, 2015, 46(8): 2335-2340.

[12] HEO J, YOON J G, PARK H, et al. Machine learning-based model for prediction of outcomes in acute stroke[J]. Stroke, 2019, 50(5): 1263-1265.

[13] LIU Y K, YU Y N, OUYANG J H, et al. Functional outcome prediction in acute ischemic stroke using a fused imaging and clinical deep learning model[J]. Stroke, 2023, 54(9): 2316-2327.

[14] TEH W H, SMITH C J, BARLAS R S, et al. Impact of stroke-associated pneumonia on mortality, length of hospitalization, and functional outcome[J]. Acta Neurol Scand, 2018, 138(4): 293-300.

[15] BATTAGLINI D, PARODI L, CINOTTI R, et al. Ventilator-associated pneumonia in neurocritically ill patients: insights from the ENIO international

prospective observational study[J]. Respir Res, 2023, 24(1): 146.
[16] SHARPE J P, MAGNOTTI L J, WEINBERG J A, et al. Gender disparity in ventilator-associated pneumonia following trauma: identifying risk factors for mortality[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 77(1): 161-165.
[17] MARTIN-LOECHES I, REYES L F, NSEIR S, et al. European network for ICU-related respiratory infections (ENIRRIs): a multinational, prospective, cohort study of nosocomial LRTI[J]. Intensive Care Med, 2023, 49(10): 1212-1222.
[18] HÅRDEMARK CEDBORG A I, SUNDMAN E, BODÉN K, et al. Effects of morphine and midazolam on pharyngeal function, airway protection, and coordination of breathing and swallowing in healthy adults[J]. Anesthesiology, 2015, 122(6): 1253-1267.
[19] GEMMA M, PASIN L, ORIANI A, et al. Swallowing impairment during propofol target-controlled infusion[J]. Anesth Analg, 2016, 122(1): 48-54.
[20] ZUERCHER P, MORET C S, DZIEWAS R, et al. Dysphagia in the intensive care unit: epidemiology, mechanisms, and clinical management[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 103.
[21] LAPA S, NEUHAUS E, HARBORTH E, et al. Dysphagia assessment in ischemic stroke after mechanical thrombectomy: When and how?[J]. Front Neurol, 2022, 13: 1024531.
[22] AL-KHALED M, MATTHIS C, BINDER A, et al. Dysphagia in patients with acute ischemic stroke: early dysphagia screening may reduce stroke-related pneumonia and improve stroke outcomes[J]. Cerebrovasc Dis, 2016, 42(1/2): 81-89.
[23] YI H J, SUNG J H, LEE D H. Systemic inflammation response index and systemic immune-inflammation index are associated with clinical outcomes in patients treated with mechanical thrombectomy for large artery occlusion[J]. World Neurosurg, 2021, 153: e282-e289.
[24] HAN J, YANG L T, LOU Z C, et al. Association between systemic immune-inflammation index and systemic inflammation response index and outcomes of acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Ann Indian Acad Neurol, 2023, 26(5): 655-662.
[25] HUANG L. Increased systemic immune-inflammation index predicts disease severity and functional outcome in acute ischemic stroke patients[J]. Neurologist, 2023, 28(1): 32-38.