

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.02.022

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251204.1606.005\(2025-12-04\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251204.1606.005(2025-12-04))

# 急性缺血性脑卒中患者继发肺炎的临床特征及预测模型构建\*

刘宇<sup>1</sup> 张虹<sup>1</sup> 王皓香<sup>1</sup> 宋亚军<sup>2</sup> 王云<sup>1△</sup>

(陆军军医大学第二附属医院:1. 神经内科;2. 泌尿外科,重庆 400037)

**[摘要]** **目的** 分析急性缺血性脑卒中(AIS)患者继发肺炎的临床特征并构建预测模型。**方法** 选取2020年6月至2023年6月该院收治的340例AIS患者为研究对象,根据脑卒中后7d内是否继发肺炎,将患者分为肺炎组( $n=124$ )与非肺炎组( $n=216$ )。二元logistic回归分析筛选继发肺炎的独立危险因素并构建预测模型,Hosmer-Lemeshow检验评估模型的拟合度,受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)评估模型的预测效能。**结果** 两组年龄、糖尿病史、慢性阻塞性肺疾病(COPD)史、贫血史、吞咽困难、呼吸训练比例、卧床时间、血清ALB水平比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。二元logistic回归分析显示,高龄、有糖尿病史、有COPD史、有贫血史、存在吞咽困难、卧床时间较长、低血清ALB水平、未进行呼吸训练是AIS患者继发肺炎的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC曲线分析显示,AUC为0.826(95%CI:0.765~0.887)。Hosmer-Lemeshow检验显示拟合度较好( $\chi^2=3.641, P=0.888$ )。**结论** 该预测模型有助于早期有效识别AIS继发肺炎的高风险患者,从而及时采取相应干预措施,降低疾病的发生率和病死率。

**[关键词]** 急性缺血性脑卒中;继发肺炎;临床分析;预测模型

**[中图法分类号]** R741.04 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2026)02-0369-05

## Clinical characteristics and predictive model construction of secondary pneumonia in patients with acute ischemic stroke\*

LIU Yu<sup>1</sup>, ZHANG Hong<sup>1</sup>, WANG Haoxiang<sup>1</sup>, SONG Yajun<sup>2</sup>, WANG Yun<sup>1△</sup>

(1. Department of Neurology; 2. Department of Urology, Second Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400037, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the clinical characteristics of secondary pneumonia in patients with acute ischemic stroke (AIS) and to construct a predictive model. **Methods** A total of 340 AIS patients admitted to this hospital from June 2020 to June 2023 were enrolled. Based on whether secondary pneumonia occurred within 7 days after AIS, patients were divided into the pneumonia group ( $n=124$ ) and the non-pneumonia group ( $n=216$ ). Independent risk factors for secondary pneumonia in AIS patients were screened using binary logistic regression analysis, and a predictive model was constructed. The Hosmer-Lemeshow test was used to assess the model's goodness-of-fit, while the receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the curve (AUC) were employed to evaluate the predictive performance of the model. **Results** Significant differences were observed between the two groups in age, history of diabetes, history of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), history of anemia, incidence of dysphagia, respiratory training, bed rest duration, and serum ALB level ( $P<0.05$ ). Binary logistic regression analysis revealed that advanced age, history of diabetes, history of COPD, history of anemia, presence of dysphagia, prolonged bed rest, low serum ALB level, and lack of respiratory training were independent risk factors for secondary pneumonia in AIS patients ( $P<0.05$ ). ROC curve analysis indicated that the AUC of model for predicting secondary pneumonia in AIS patients was 0.826 (95%CI: 0.765–0.887). The Hosmer-Lemeshow test demonstrated a good fit ( $\chi^2=3.641, P=0.888$ ). **Conclusion** This predictive model can help effectively identify high-risk patients of secondary pneumonia in patients with AIS at an early stage, thereby allowing for timely intervention measures, and reducing the incidence and mortality of the disease.

**[Key words]** acute ischemic stroke; secondary pneumonia; clinical analysis; predictive model

近年来,国内外学者提出多种急性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 预测模型,如 PNEU-MOINDEX 模型基于美国国立卫生研究院卒中量表 (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) 评分、C 反应蛋白与基础病史构建,显示出良好预测能力<sup>[1]</sup>;还有研究通过年龄、鼻胃管、炎症指标等建立列线图 (nomogram), 曲线下面积 (area under the curve, AUC) 高达 0.94<sup>[2]</sup>。这些模型的开发和验证表明,系统分析患者的基线特征和常规临床数据可有效预测并管理继发肺炎的风险,从而提前干预、改善预后、提升生活质量。鉴于此,本研究分析 AIS 患者继发肺炎的临床特征,并构建预测模型,以期服务于临床一线特别是移动医疗环境下的早期识别和干预。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2020 年 6 月至 2023 年 6 月本院收治的 340 例 AIS 患者为研究对象,其中男 153 例、女 187 例,年龄 40~85 岁,平均(71.28±6.01)岁。纳入标准:(1)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》<sup>[3]</sup>标准;(2)年龄 40~85 岁;(3)起病时间在 3 d 内;(4)具有明确的局灶性神经功能缺损症状;(5)经头颅 CT 或 MRI 排除脑出血,明确诊断为急性脑梗死。排除标准:(1)合并恶性肿瘤等严重器质性疾病;(2)接受抗凝、溶栓或取栓治疗;(3)妊娠或准备妊娠者。根据卒中后 7 d 内是否继发肺炎,将患者分为肺炎组 ( $n=124$ ) 与非肺炎组 ( $n=216$ )。继发肺炎诊断依据《卒中相关性肺炎诊治中国专家共识(2019 年更新版)》<sup>[4]</sup>。本研究已通过本院医学伦理委员会批准(审批号:2023-研第 164-01),免除患者知情同意。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 资料收集

收集患者的基本人口学及病史信息,包括性别、年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、糖尿病史、高血压史、慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 史及贫血状况等。

### 1.2.2 临床表现

记录患者脑梗死的类型(分为大面积梗死与非大面积梗死),诊断依据为头颅 CT 或 MRI 检查结果及神经科临床医师判定。吞咽功能通过床旁吞咽功能评估(如饮水试验)是否存在吞咽困难;意识障碍指患者表现为嗜睡、昏迷或不能配合检查,依据临床记录及简易意识水平评估;呼吸训练指住院期间由医护人员指导进行呼吸功能锻炼,包括腹式呼吸训练、缩唇呼吸、咳痰排痰等内容,有明确记录者视为“已进行呼吸训练”;卧床时间指患者从发病至首次下床活动的连续卧床时间。

### 1.2.3 实验室指标

患者入组当天采集空腹静脉血 5 mL,使用本院检验科标准操作流程进行处理。血清经 3 000 r/min 离心 10 min 后分离,采用溴甲酚绿比色法在全自动生化分析仪上测定血清 ALB 水平,参考值 35~50 g/L。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件进行数据分析。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验。二元 logistic 回归分析筛选继发肺炎的独立危险因素并构建预测模型, Hosmer-Lemeshow 检验评估模型的拟合度,受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线及 AUC 评估模型的预测效能。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组临床特征分析

340 例 AIS 患者中继发肺炎 124 例,发生率为 36.5%。两组年龄、糖尿病史、COPD 史、贫血史、吞咽困难、呼吸训练比例、卧床时间、血清 ALB 水平比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ),性别、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、意识障碍、大面积梗死比例比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ),见表 1。

表 1 两组临床特征分析

项目	非肺炎组 ( $n=216$ )	肺炎组 ( $n=124$ )	$\chi^2/t$	$P$
男/女 ( $n/n$ )	97/119	56/68	0.002	0.964
年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	69.96±6.13	74.36±4.68	-6.920	<0.001
BMI ( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	23.89±2.96	23.79±2.55	0.286	0.775
吸烟史 [ $n$ (%)]	61(28.2)	36(29.0)	0.024	0.876
饮酒史 [ $n$ (%)]	47(21.8)	31(25.0)	0.468	0.494
既往病史 [ $n$ (%)]				
糖尿病	20(9.2)	26(21.0)	9.231	0.002
高血压	50(23.1)	22(17.7)	1.379	0.240
COPD	5(2.3)	14(11.3)	12.028	0.001

续表 1 两组临床特征分析

项目	非肺炎组 (n=216)	肺炎组 (n=124)	$\chi^2/t$	P
贫血	11(5.1)	17(13.7)	7.740	0.005
意识障碍[n(%)]	23(10.6)	17(13.7)	0.711	0.399
大面积梗死[n(%)]	74(34.2)	37(29.8)	0.700	0.403
吞咽困难[n(%)]	13(6.0)	24(19.4)	14.447	<0.001
卧床时间( $\bar{x}\pm s$ ,月)	7.11±2.70	8.37±2.66	-4.165	<0.001
血清 ALB( $\bar{x}\pm s$ ,g/L)	33.60±3.92	31.67±4.26	4.246	0.001
呼吸训练[n(%)]	103(47.7)	26(21.0)	23.882	<0.001

2.2 AIS 患者继发肺炎的二元 logistic 回归分析

以 AIS 患者是否继发肺炎作为因变量,以单因素分析差异有统计学意义的因素作为自变量进行二元 logistic 回归分析,见表 2。结果显示高龄、有糖尿病史、有 COPD 史、有贫血史、存在吞咽困难、卧床时间较长是 AIS 患者继发肺炎的独立危险因素(P<0.05),而高血清 ALB 水平及进行呼吸训练是 AIS 患者继发肺炎的独立保护因素(P<0.05),见表 3。

2.3 AIS 患者继发肺炎的预测模型构建及预测效能分析

预测模型:  $\text{Logit}(P) = -8.816 - 0.141 \times \text{年龄} + 1.099 \times \text{糖尿病史} + 1.638 \times \text{COPD 史} + 1.162 \times \text{贫血史} + 1.133 \times \text{吞咽困难} + 0.188 \times \text{卧床时间} - 0.105 \times \text{血清 ALB} - 1.227 \times \text{呼吸训练}$ ,见图 1。ROC 曲线分

析显示,AUC 为 0.826(95%CI:0.765~0.887),预测价值较高,见图 2。Hosmer-Lemeshow 检验显示拟合度较好( $\chi^2 = 3.641, P = 0.888$ )。

表 2 变量赋值表

变量	变量类型	赋值方式
年龄	连续变量	实际值
糖尿病史	分类变量	有=1;无=0
COPD 史	分类变量	有=1;无=0
贫血史	分类变量	有=1;无=0
吞咽困难	分类变量	有=1;无=0
卧床时间	连续变量	实际值
血清 ALB	连续变量	实际值
呼吸训练	分类变量	有=1;无=0

表 3 AIS 患者继发肺炎的二元 logistic 回归分析

变量	B	SE	Wald	P	OR	95%CI
年龄	0.141	0.026	29.903	<0.001	1.151	1.094~1.210
糖尿病史	1.099	0.398	7.639	0.006	3.002	1.377~6.544
COPD 史	1.638	0.641	6.527	0.011	5.143	1.464~18.064
贫血史	1.162	0.533	4.752	0.029	3.198	1.124~9.093
吞咽困难	1.133	0.448	6.388	0.011	3.104	1.290~7.472
卧床时间	0.188	0.054	11.919	0.001	1.207	1.085~1.342
血清 ALB	-0.105	0.035	8.767	0.003	0.901	0.840~0.965
呼吸训练	-1.227	0.305	16.151	<0.001	0.293	0.161~0.533
常量	-8.816	2.228	15.657	<0.001	<0.001	

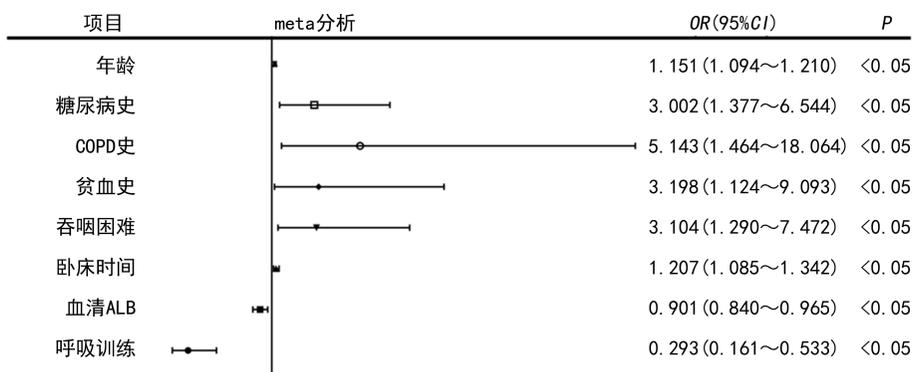


图 1 AIS 患者继发肺炎预测模型的森林图

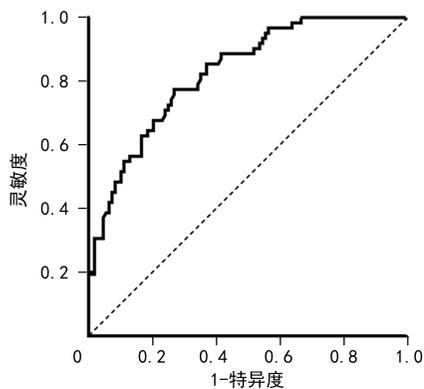


图2 AIS患者继发肺炎的ROC曲线分析

### 3 讨论

本研究发现,340例AIS患者中继发肺炎124例,发生率36.5%,与既往研究<sup>[5]</sup>的统计数据相符。二元logistic回归分析显示,高龄、有糖尿病史、有COPD史、有贫血史、卧床时间较长及低血清ALB水平是AIS患者继发肺炎的独立危险因素。上述结果与既往研究一致,强调了身体机能下降、免疫力减弱及基础疾病对增加肺部感染风险的影响<sup>[5-6]</sup>。具体而言,高龄患者由于肺功能衰退和多种疾病共存,其对病原体的抵抗能力降低<sup>[7]</sup>。糖尿病状态下的高血糖环境抑制白细胞功能,影响肺部血管健康,减弱呼吸运动,从而延缓病原体的清除<sup>[8-9]</sup>。COPD患者的呼吸功能下降使得他们在遭遇脑卒中后更易受到呼吸系统感染的侵袭<sup>[10-11]</sup>。而长时间卧床和营养不良则进一步削弱患者对感染的防御能力,增加了继发肺炎的风险<sup>[12-13]</sup>。此外,血清ALB作为维持体内液体平衡、免疫调节和营养供给的关键蛋白质,其水平下降会削弱吞噬细胞与中性粒细胞的抗菌能力,进一步增加继发肺炎的发生风险<sup>[14-15]</sup>。在脑卒中患者体内的降低,可能进一步削弱了吞噬细胞的功能和中性粒细胞的活性,使得患者更易受到感染<sup>[16-17]</sup>。本研究的发现突出了早期全面评估脑卒中患者健康状况的重要性。针对高风险患者,采取个性化的营养支持、吞咽功能和呼吸训练等综合干预措施,不仅可以有效降低继发肺炎的风险,还能明显提升患者的生活质量并改善预后。因此,本研究强调了对AIS患者进行早期识别和及时干预的必要性,以减轻其疾病负担并优化治疗结果。

本研究也显示吞咽困难和呼吸训练与ASI患者继发肺炎密切相关。在脑卒中导致的应激状态下,患者的神经-免疫系统调控能力可能会受到干扰,从而影响呼吸和吞咽功能的正常协调,增加了误吸的风险<sup>[18-19]</sup>。如果不通过及时的呼吸训练进行干预,可能会导致呼吸道分泌物的排出受阻,进而加剧肺部感染的风险<sup>[20-21]</sup>。

本研究存在的不足:(1)尽管340例患者的样本量对于一项回顾性研究来说已足够,但更大的样本量及更广泛的地理和人群覆盖可能增强统计的效力,并提升研究结果的普适性。目前的研究限于单一地区和单一医疗中心的数据,这可能限制了其结论的广泛适用性。(2)尽管使用了ROC曲线和Hosmer-Lemeshow检验评估预测模型的性能,但缺乏外部验证是一个明显的不足。在其他独立患者群体中进行外部验证不仅能测试模型的稳定性,也有助于评估其在实际临床环境中的实用性和准确度。(3)本研究未充分考虑可能的偏差和混杂因素。在构建预测模型时,应详细分析可能的偏差来源及未观察到的混杂变量,例如患者的生活方式和社会经济状况,这些因素可能影响继发肺炎的风险,但目前的分析中尚未充分控制这些变量。通过解决这些问题,未来的研究可以更准确地反映AIS患者继发肺炎的真实影响因素,从而提高预防和治疗策略的有效性,同时,此模型也有望在卫生列车上得到应用。

综上所述,本研究构建了AIS患者继发肺炎风险的预测模型,为早期识别和干预提供了实用工具,期望通过精准管理改善AIS患者预后。

**利益冲突:**所有作者声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] SZYLINSKA A, BOTT-OLEJNIK M, WANKO-WICZ P, et al. A novel index in the prediction of pneumonia following acute ischemic stroke[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(22):15306.
- [2] LEE Y J, JANG H J. A simple nomogram for predicting stroke-associated pneumonia in patients with acute ischemic stroke[J]. Healthcare (Basel), 2023, 11(23):3015.
- [3] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9):666-682.
- [4] 王拥军, 陈玉国, 吕传柱, 等. 卒中相关性肺炎诊治中国专家共识(2019 更新版)[J]. 中国卒中杂志, 2019, 14(12):1251-1262.
- [5] DI PASQUALE M F, SOTGIU G, GRAMEGNA A, et al. Prevalence and etiology of community-acquired pneumonia in immunocompromised patients[J]. Clin Infect Dis, 2019, 68(9):1482-1493.
- [6] SPELLBERG B, NIELSEN T B, CASADEV-ALL

- A. Casadevall, antibodies, immunity, and COVID-19[J]. *JAMA Intern Med*, 2021, 181(4):460-462.
- [7] SORACI L, CHERUBINI A, PAOLETTI L, et al. Safety and tolerability of antimicrobial agents in the older patient [J]. *Drugs Aging*, 2023, 40(6):499-526.
- [8] AL-SAYYAR A, HULME K D, THIBAUT R, et al. Respiratory tract infections in diabetes-lessons from tuberculosis and influenza to guide understanding of COVID-19 severity[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13:919223.
- [9] BERBUDI A, RAHMADIKA N, TIAHJADI A I, et al. Type 2 diabetes and its impact on the immune system[J]. *Curr Diabetes Rev*, 2020, 16(5):442-449.
- [10] SZYLIŃSKA A, KOTFIS K, BOTT-OLEJNIK M, et al. Post-stroke outcomes of patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Brain Sci*, 2022, 12(1):106.
- [11] AUSTIN V, CRACK P J, BOZINOVSKI S, et al. COPD and stroke: are systemic inflammation and oxidative stress the missing links? [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2016, 130(13):1039-1050.
- [12] CHEN Z, SONG T, LI Y, et al. The pulmonary infection risk factors in long-term bedridden patients: a meta-analysis[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(10):11014-11025.
- [13] YAMAYA M, KAWAKAMI G, MOMMA H, et al. Effects of nutritional treatment on the frequency of pneumonia in bedridden patients receiving oral care [J]. *Intern Med*, 2020, 59(2):181-192.
- [14] ZHOU H, WANG A, MENG X, et al. Low serum albumin levels predict poor outcome in patients with acute ischaemic stroke or transient ischaemic attack[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2021, 6(3):458-466.
- [15] OUYANG Q, WANG A, TIAN X, et al. Serum bilirubin levels are associated with poor functional outcomes in patients with acute ischemic stroke or transient ischemic attack [J]. *BMC Neurol*, 2021, 21(1):373.
- [16] NAIR R, RADHAKRISHNAN K, CHATT-ERJEE A, et al. Serum albumin as a predictor of functional outcomes following acute ischemic stroke[J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2018, 10(2):65-68.
- [17] RABBANI G, AHN S N. Review: roles of human serum albumin in prediction, diagnoses and treatment of COVID-19[J]. *Int J Biol Macromol*, 2021, 193(Pt A):948-955.
- [18] BARNETT H M, DAVIS A P, KHOT S P. Stroke and breathing[J]. *Handb Clin Neurol*, 2022, 189:201-222.
- [19] DENG W, YANG M, SHU X, et al. Respiratory training combined with core training improves lower limb function in patients with ischemic stroke[J]. *Am J Transl Res*, 2023, 15(3):1880-1888.
- [20] FABERO-GARRIDO R, DEL CORRAL T, ANGULO-DÍAZ-PARREÑO S, et al. Respiratory muscle training improves exercise tolerance and respiratory muscle function/structure post-stroke at short term: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2022, 65(5):101596.
- [21] ZHANG Y S, ZHANG K, HUANG L, et al. The effects of respiratory muscle training on respiratory function and functional capacity in patients with early stroke: a meta-analysis[J]. *Eur Rev Aging Phys Act*, 2024, 21(1):4.

(收稿日期:2025-06-28 修回日期:2025-09-16)

(编辑:唐 璞)