

• 论 著 •

急性脑卒中患者肺部感染风险预测模型的构建及验证

方萍¹, 金平², 霍佳佳², 兰洋¹, 张超¹, 张章¹, 许洋洋¹, 姚远¹, 陈明军³, 杨振时⁴

摘要:目的 构建急性脑卒中患者发生肺部感染的风险预测模型,为制订针对性的预防措施提供参考。**方法** 回顾性收集 2020 年 7 月至 2021 年 12 月 440 例(建模组)住院急性脑卒中患者临床资料,分析肺部感染现状及风险因素,构建风险预测模型。选择 2022 年 1—5 月 188 例(验证组)急性脑卒中患者对风险预测模型进行验证。**结果** 建模组急性脑卒中患者肺部感染发生率为 23.18%,共检出病原菌 115 株,其中革兰阴性菌、革兰阳性菌、真菌分别 75 株、33 株、7 株。美国国立卫生研究院卒中量表评分 >15 分、入院 48 h 首次血清 C-反应蛋白及降钙素原增高、气管插管、留置胃管、口腔功能障碍、低蛋白血症是急性脑卒中患者发生肺部感染的风险因素(均 $P<0.05$)。建模组和验证组入院后肺部感染发生风险的 ROC 曲线下面积分别为 0.931 和 0.927(均 $P<0.05$);模型验证结果显示,约登指数为 0.721,灵敏度为 90.9%,特异度为 81.2%,准确率为 93.6%。**结论** 急性脑卒中患者肺部感染发生率高,病原菌以革兰阴性菌为主。可根据预测模型中的风险因素尽早落实医院感染标准防控技术,降低肺部感染发生率。

关键词:急性脑卒中; 肺部感染; 病原菌; 医院获得性肺炎; 风险因素; 预测模型

中图分类号:R473.5 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2023.16.030

Construction and verification of a risk prediction model for pulmonary infection in patients with acute stroke

Fang Ping, Jin Ping, Huo Jiajia, Lan Yang, Zhang Chao, Zhang Zhang, Xu Yangyang, Yao Yuan, Chen Mingjun, Yang Zhenshi. Department of Hospital Infection and Disease Management Control, Affiliated Hospital of Wanxi Health Vocational College, Liu'an 237000, China

Abstract: **Objective** To construct a risk prediction model for pulmonary infection in acute stroke patients, so as to provide a reference for developing targeted preventive measures. **Methods** The clinical data of 440 (modeling group) inpatients with acute stroke from July 2020 to December 2021 were retrospectively collected, their occurrence of pulmonary infection and risk factors were analyzed, so as to construct a risk prediction model. Then the risk prediction model was verified by selecting 188 inpatients (verification group) of acute stroke from January to May 2022. **Results** The incidence of pulmonary infection in the modeling group was 23.18%, and a total of 115 strains of pathogenic bacteria were detected, consisting of 75, 33, and 7 gram-negative, gram-positive, and fungal strains, respectively. National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) score >15 , increased serum CRP and PCT within 48 hours, tracheal intubation, indwelling gastric tube, oral dysfunction, and low plasma albuminemia were risk factors of pulmonary infection in acute stroke inpatients (all $P<0.05$). The area under the ROC curve for the risk of pulmonary infection after admission was 0.931 and 0.927 in the modeling group and the verification group (both $P<0.05$). The model verification result showed that, the Jorden index was 0.721, sensitivity was 90.9%, specificity was 81.2%, and accuracy was 93.6%. **Conclusion** The incidence of pulmonary infection in acute stroke inpatients is high, and the pathogenic bacteria are mainly gram-negative. Based on the risk factors in the prediction model, standard preventive prevention and control techniques for hospital-acquired infections can be implemented early to reduce the incidence of pulmonary infections.

Key words: acute stroke; pulmonary infection; pathogenic bacteria; hospital-acquired pneumonia; risk factors; prediction model

脑卒中因神经功能缺陷导致意识障碍、吞咽障碍、肢体瘫痪长期卧床、侵袭性操作等多,肺部感染是其并发症^[1-2]。国内报道急性脑卒中患者肺部感染率约 25%^[1-3],国外则报道卒中后幸存者约 2/3 曾并发肺部感染^[4]。肺部感染将延长脑卒中患者住院日,增加住院费用及经济负担,患者死亡风险也增加^[5]。神经外科、神经内科及综合 ICU 是急性脑卒中患者获得性肺炎风险评估的高危科室,建立科学的

肺部感染目标性监测,对降低肺部感染尤为重要。目前研究主要报道急性脑卒中患者肺部感染的生物学风险因素或聚焦于手术患者^[1-2,6]。王婉洁等^[7]报道,基于 Beck 口腔评分的综合口腔护理干预有利于降低气管插管患者呼吸机相关性肺炎发生率,牙菌斑出现可增加吸入性肺炎的风险,故口腔功能障碍可能是急性脑卒中患者肺部感染的风险因素,但尚未见报道。笔者以我院急性脑卒中患者肺部感染发生率较高的神经外科、综合 ICU、神经内科为风险管控点,综合医院感染和护理专业分析急性脑卒中患者肺部感染的风险因素,旨在为临床制订防控护理方案以降低肺部感染发生率提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 经我院医学伦理委员会审批(LAEY-2020-018)。回顾性分析 2020 年 7 月至 2021

作者单位:皖西卫生职业学院附属医院 1. 院感办 2. 神经内科 3. ICU 4. 神经外科(安徽 六安, 237000)

方萍:女,硕士,主任护师

通信作者:金平, JPI96806@163.com

科研项目:安徽省教育厅高校自然科学研究一般项目(KJ2020B009)

收稿:2023-03-22;修回:2023-05-22

年 12 月在我院神经内外科及综合 ICU 住院的急性脑卒中患者资料。纳入标准:①经 CT 及 MRI 明确脑血管病灶,符合中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 版^[8],急性期一般为发病周期 2 周,重症为 1 个月;符合中国脑出血诊治指南 2019 版诊断标准^[9],急性脑卒中;②一般资料完整,住院时间>48 h;③患者或家属知情同意并签署知情同意书。排除标准:①入院时已经发生肺部感染者或者其他部位感染者;②合并肿瘤、血液病或者严重免疫系统缺陷疾病;③妊娠或哺乳期妇女。基于文献以及本研究风险评估小组评判,初步拟定本研究变量 19 个。依据模型样本量计算方法,国内报道急性脑卒中肺部感染发生率分别为 22.73%^[1]、22.39%^[2]、27.03%^[3],取平均值带入计算,考虑失访率 10%,计算样本量为 $19 \times 5 \div 0.9 \div 0.241 = 438$ 例。最终纳入分析 440 例患者资料,其中男 253 例,女 187 例;脑出血 226 例,脑梗死 214 例;年龄 32~92(62.55±12.23)岁;BMI(25.25±4.54) kg/m²;合并心脏病 65 例,糖尿病 107 例,COPD 47 例;有吸烟史 144 例,静脉血栓 26 例;血小板计数 $(223.80 \pm 11.54) \times 10^9/L$,WBC 计数 $(11.24 \pm 2.55) \times 10^9/L$;住院时间 11.00(5.00,21.00)d。

1.2 观察指标 通过查阅文献以及组织 2 次专家研讨会,项目组成员自制急性脑卒中患者风险因素表调查:①人口社会学资料,包括性别、年龄、BMI;②既往史及相关合并症,包括吸烟史,合并心脏病、糖尿病、COPD 等;③入院 48 h 内实验室检查结果,包括血浆白蛋白、血小板计数、白细胞计数、降钙素原(PCT)及 C-反应蛋白(CRP);④临床资料,包括临床诊断、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale,NIHSS)评分、静脉血栓、气管插管、留置胃管、住院天数、Beck 口腔评分^[10];⑤肺部感染诊断标准符合医院感染的诊断标准^[1],为医院获得性肺炎,从我院杏林院感实时监测系统获取并经院感专职人员进行病例复核,予以确认。

1.3 资料收集方法 资料收集人员为 2 名院感专职人员,经过安徽省院感质控中心培训合格,本次研究又集中统一培训合格后收集资料。患者的院感风险因素通过院感杏林系统以及电子病例 HIS 获得。为了完成本项目,我院神经内外科及综合 ICU 从 2020 年 7 月开始由护士独立对入院急性脑卒中患者采用 Beck 口腔评分^[10]通过唇、口腔黏膜、舌、牙齿和唾液进行口腔功能评估,每项赋 1~4 分,总分 5~20 分,5 分提示无口腔功能障碍,6~10 分为轻度功能障碍,11~15 分提示中度障碍,16~20 分为重度障碍^[10]。

1.4 统计学方法 采用 SPSS20.0 软件进行单因素分析及 logistic 回归分析,应用 Hosmer-Lemeshow 检验评估预测模型拟合度,通过 ROC 曲线分析其预测效果,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 急性脑卒中患者肺部感染发生情况 建模组 440 例患者中,102 例(23.18%)发生肺部感染;本研究监测入院 48 h 后发生肺部感染,中位数 7(5.0,14.0)d;患者下呼吸道痰液共分离出 115 株病原菌,构成见表 1。

表 1 急性脑卒中患者医院感染病原菌构成(n=115)

病原菌	株(%)
革兰阴性菌	75(65.22)
肺炎克雷伯菌	27(23.48)
铜绿假单胞菌	13(11.30)
鲍曼不动杆菌	11(9.57)
大肠埃希菌	9(7.83)
阴沟肠杆菌	3(2.61)
粘质沙雷菌	3(2.61)
嗜麦芽窄食单胞菌	2(1.74)
流感嗜血杆菌	2(1.74)
洋葱伯克霍尔德菌	2(1.74)
其他	3(2.61)
革兰阳性菌	33(28.70)
金黄色葡萄球菌	21(18.26)
屎肠球菌	3(2.61)
粪肠球菌	2(1.74)
草绿色链球菌	2(1.74)
肺炎链球菌	2(1.74)
其他	3(2.61)
真菌	7(6.09)
白假丝酵母菌	3(2.61)
白色念珠菌	2(1.74)
其他	2(1.74)

2.2 急性脑卒中患者发生肺部感染的单因素分析 不同性别、卒中类型、年龄、合并心脏病、糖尿病及 COPD、吸烟史、静脉血栓、血小板计数、WBC 计数、住院时间患者是否发生肺部感染差异无统计学意义,差异有统计学意义的项目及比较见表 2。

2.3 急性脑卒中患者发生肺部感染的多因素分析 将表 2 中有统计学意义的 7 个变量为自变量,是否发生肺部感染为因变量,进行 logistic 回归分析。分析结果见表 3。模型系数的 Omnibus 检验 $\chi^2 = 212.664, P < 0.001$ 。

2.4 预测模型建立与预测效果分析 根据表 3 结果,将模型中各项独立危险因素的回归系数除以最小回归系数 0.812 后再乘以常数 2,四舍五入后取整数值即为各项独立危险因素的评分,并据此建立急性脑卒中患者发生肺部感染的风险预测模型评分标准,总分 0~20 分,具体赋分见表 4。依据预测模型的 ROC 曲线及其评分标准,计算该预测模型在不同分值下的灵敏度、特异度及约登指数。结果显示,该模型最佳截断值为 5.5 分,约登指数为 0.715,此时预测模型的灵敏度为 86.3%,特异度为 85.2%。经 Hosmer-Lemeshow 检验, $\chi^2 = 12.713, P = 0.122$,提示模型拟合优度良好;根据预测模型,ROC 曲线下面积为

0.931(95%CI:0.905,0.957), $P<0.05$,说明模型预测的真实度较好。

表2 患者肺部感染的单因素分析

项 目	感染组 (<i>n</i> =102)	非感染组 (<i>n</i> =338)	统计量	<i>P</i>
NIHSS 评分(例)			$\chi^2=43.744$	<0.001
<5	1	17		
5~15	18	167		
>15	83	154		
气管插管(例)			$\chi^2=62.198$	<0.001
是	75	101		
否	27	237		
留置胃管(例)			$\chi^2=85.199$	<0.001
是	84	104		
否	18	234		
口腔功能障碍(例)			$\chi^2=92.775$	<0.001
无	7	161		
轻度	29	115		
中度	39	36		
重度	27	26		
血浆白蛋白(例)			$\chi^2=7.831$	0.005
≥30 g/L	32	159		
<30 g/L	70	179		
PCT[ng/mL, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	0.99 (0.39,1.92)	2.49 (1.63,6.82)	$Z=8.399$	<0.001
CRP[mg/L, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	27.87 (23.32,34.12)	9.85 (1.55,18.70)	$Z=12.167$	<0.001

表3 急性脑卒中患者发生肺部感染的多因素分析

自变量	β	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
常量	-8.909	0.995	80.154	<0.001		
NIHSS 评分	1.106	0.349	10.026	0.002	3.021	1.524~5.989
CRP	0.812	0.199	16.713	<0.001	2.252	1.526~3.325
PCT	0.819	0.293	7.84	0.005	2.269	1.279~4.026
气管插管	1.559	0.355	19.288	<0.001	4.754	2.371~9.533
留置胃管	1.691	0.355	22.764	<0.001	5.427	2.709~10.872
血浆白蛋白	0.940	0.344	7.454	0.006	2.561	1.304~5.031
口腔功能障碍	1.106	0.186	35.553	<0.001	3.023	2.101~4.349

注:自变量赋值,NIHSS 评分,≤15 分=0,>15 分=1;气管插管,否=0,是=1;留置胃管,否=0,是=1;CRP,≤5 mg/L=0,>5 mg/L=1;PCT,≤0.05 ng/mL=0,>0.05 ng/mL=1;血浆白蛋白,≥30 g/L=0,<30 g/L=1;口腔功能障碍,无=0,轻度=1,中度=2,重度=3。

表4 急性脑卒中患者肺部感染风险因素赋值

危险因素	赋值(分)
NIHSS 评分	≤15 分=0,>15 分=3
入院 48 h 首次 CRP	≤5 mg/L=0,>5 mg/L=2
入院 48 h 首次 PCT	≤0.05 ng/mL=0,>0.05 ng/mL=2
气管插管	无插管=0,插管=4
留置胃管	无插管=0,插管=4
口腔功能障碍	无=0,轻度=1,中度=2,重度=3
血浆白蛋白	≥30 g/L=0,<30 g/L=2

2.5 急性脑卒中患者肺部感染风险预测模型验证 选择我院 2022 年 1—5 月 188 例急性脑卒中患者作为验证

组。按照构建的模型,预测 47 例患者发生肺部感染,实际 44 例(23.40%)发生。ROC 曲线下面积为 0.927(95%CI:0.900,0.953), $P<0.05$,约登指数为 0.721,灵敏度为 90.9%,特异度为 81.2%,准确率为 93.6%。模型经 Hosmer-Lemeshow 检验, $\chi^2=7.444$, $P=0.490$,表明该模型拟合度较好。

3 讨论

3.1 急性脑卒中患者肺部感染预测模型构建的意义

本研究显示,建模组急性脑卒中患者肺部感染发生率 23.18%,与张爱莲等^[1]报道的急脑卒中肺部感染发生率接近,但低于柯小云等^[3]对老年急性脑梗死患者报道的 27.03%。急性脑卒中患者因神经功能缺失致吞咽障碍,口腔缺乏人体正常的自净功能,表现为口腔卫生环境差,口腔内定植的肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌、大肠埃希菌等多重耐药菌,逆行易导致感染^[11],本研究病原菌以多重耐药革兰阴性菌居多。急性脑卒中患者医院感染会产生各种负面影响,因此,感控专职人员需要利用院感信息化前瞻性监测预警肺部感染风险因素,指导临床护理人员针对性落实标准预防防控措施,结合现场过程督导并进行持续质量改进,通过信息化实时监测指标的改善情况,实现院感监测的闭环管理,预防急性脑卒中患者发生肺部感染。

3.2 急性脑卒中患者肺部感染的影响因素

3.2.1 NIHSS 评分>15 分 NIHSS 评分反映急性脑卒中神经功能缺损严重性,其分值越大,神经功能缺损越严重,本研究 NIHSS>15 分是急性脑卒中肺部感染发生的独立风险因素。文献报道 NIHSS 评分与急性脑卒中手术患者医院感染发生相关^[12]。急性脑卒中患者自身肢体功能缺陷致肌力分级越低,肢体运动障碍越严重,肢体血液循环长期维持低灌注状态,血液瘀滞将加剧下肢深静脉血栓的形成,血栓可增加肺部感染发生的风险^[13]。急性脑卒中患者需要长期卧床,容易发生坠积性肺炎。因此,对于急性脑卒中神经功能缺陷患者,护理人员应尽早开展床边康复护理,促进患者运动、语言、吞咽功能的恢复;增强饮食安全性,预防误吸发生;加强患者良肢位摆放,主动及被动 Bobath 握手、桥式运动锻炼,下肢气压泵应用,促进肢体功能的恢复以及肢体血液循环。

3.2.2 侵袭性操作 本研究气管插管、留置胃管导致急性脑卒中肺部感染发生风险分别是无气管插管及留置胃管的 4.754 倍、5.427 倍。可能因为气管插管及胃管置入破坏人体自然的解剖结构,易发生医院感染。因此,护理人员应每日评估气管插管、留置胃管的必要性,尽早拔管;执行预防肺部感染的防控策略,如翻身、拍背、床头抬高的体位管理、无菌技术、手卫生、高频接触物表的洁净、环境的消杀管理等,落实重点时刻(在进餐前以及餐后 30 min)吸痰。院感专职人员加强预防肺部感控的过程管理,如应用误吸预

防、呼吸机相关性肺炎预防、手卫生及高频接触物表洁净等核查表的应用,及时发现执行防控措施漏洞问题,及时改进。

3.2.3 CRP 与 PCT 增高 本研究显示,48 h 内血清 CRP 及 PCT 增高,对于急性脑卒中肺部感染早期预警具有重要意义(均 $P<0.05$)。急性脑卒中患者因脑部血液循环障碍,血清 CRP 及 PCT 明显增高^[14]。因此,护理急性脑卒中患者时,需落实院前-院内一体化医院感染防控模式,预防神经缺陷导致误吸、跌倒长期卧床发生的肺部感染风险,降低早期风险因素的发生。

3.2.4 低蛋白血症 本研究显示,低蛋白血症致急性脑卒中肺部感染发生风险是无低蛋白血症患者的 2.561 倍。一方面低蛋白血症患者的免疫抵抗力低下;另一方面患者神经功能缺陷,伴吞咽障碍进食差,难以保证营养摄入,进一步加剧低蛋白血症,形成恶性循环。因此,护理人员需加强患者营养风险评估,如应用 Nutric 评分量表^[15],尽早实施肠内营养,降低并发症的发生率。

3.2.5 口腔功能障碍 脑卒中患者口腔健康素养状况较差^[16]。本研究显示,口腔功能障碍程度越高的急性脑卒中肺部感染发生风险更高。一方面急性脑卒中后致神经功能受损,意识障碍、咳嗽及咳痰反射能力下降,口腔自净功能受损,而口腔功能障碍越严重者可能口腔卫生状况较差,表现为牙龈及口腔黏膜红肿、舌干燥或溃疡、牙垢及牙菌斑生成,吸入性肺炎发生风险越高^[7,17];另一方面,急性脑卒中患者常并存吞咽障碍,口腔功能障碍者牙齿、舌等功能下降,伴随食欲减退等,可能直接或间接影响患者的营养状况,免疫力降低也是肺部感染的风险因素。因此,建议急性脑卒中患者入院时常规采用 Beck 口腔评分^[10]评估口腔功能,尽早给予针对性的口腔护理,必要时行口腔及咽喉部湿化,减少痰痂形成,利于口腔内分泌物流出,以预防肺部感染。

3.3 急性脑卒中患者肺部感染预测模型的效能 本研究预测模型应用 ROC 曲线进行拟合度校验,预测模型 ROC 曲线下面积 0.931,该模型最佳截断值为 5.5 分,约登指数为 0.715,灵敏度和特异度分别为 86.3% 和 85.2%,提示该模型对预测急性脑卒中发生肺部感染具有较好的鉴别效果。验证模型曲线下面积 0.927,约登指数为 0.721,灵敏度和特异度分别为 90.9% 和 81.2%,总正确率为 93.6%。提示本研究构建的模型预测效能较好,利于护士早期识别风险因素,监测炎性指标,尽早落实防控措施。

4 结论

本研究发现,早期炎性因子 CRP 及 PCT 增高,NIHSS>15 分、气管插管、留置胃管、低白蛋白血症、口腔功能障碍是急性脑卒中患者肺部感染的风险因素。基于这几个因素构建的肺部感染预测模型预测

效能良好。本研究数据仅来自 1 所三级医院,研究结果可能存在偏倚,有待联合多中心开展大样本前瞻性研究,以提高医院感染风险因素评估的准确性。下一步将加强护理人员医院感染防控内容内涵建设,规范标准预防技能应用,降低卒中后肺部感染发生率。

参考文献:

[1] 张爱莲,柯慧,陈夏,等. 脑卒中肺部感染危险因素及血清免疫炎性因子的预测价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2021,31(6):827-831.

[2] 宋甜田,李亚婷,宋明,等. 脑出血手术患者肺部感染风险预测评分模型的构建与验证[J]. 中国感染控制杂志, 2021,20(4):299-303.

[3] 柯小云,童金英,许继涛,等. 老年脑梗死长期卧床患者医院感染细菌学及其风险预测模型[J]. 中华医院感染学杂志, 2022,32(7):994-998.

[4] Shim R, Wong C H Y. Complex interplay of multiple biological systems that contribute to post-stroke infections[J]. Brain Behav Immun, 2018,70:10-20.

[5] 高艳,周泓羽,赵庆华,等. 老年患者医院感染经济负担分析[J]. 护理学杂志, 2021,36(11):77-80.

[6] 吴珂,杨晓滨,李平,等. 自发性脑出血患者术后肺部感染的列线图风险预测模型的建立[J]. 中华医院感染学杂志, 2022,32(7):1041-1045.

[7] 王婉洁,李亚洁,刘晓玲. 基于 Beck 口腔评分的综合口腔护理干预体系在气管插管病人中的应用[J]. 护理学报, 2014,21(10):1-5.

[8] 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.

[9] 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. 中国脑出血诊治指南(2019)[J]. 中华神经科杂志, 2019,52(12):994-1005.

[10] 胡晓玉. 重症患者口腔健康相关生活质量量表的汉化及应用研究[D]. 湖州:湖州师范学院, 2021.

[11] Perry S E, Huckabee M, Tompkins G, et al. The association between oral bacteria, the cough reflex and pneumonia in patients with acute stroke and suspected dysphagia[J]. J Oral Rehabil, 2020,47(3):386-394.

[12] 吴晓慧,刘芸宏,李倩,等. NIHSS 评分对脑卒中手术患者医院感染的预测作用[J]. 中华医院感染学杂志, 2021,31(22):3432-3435.

[13] 李亚婷,韩辉,王书会,等. 脑卒中手术患者肌力与医院感染相关性研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2019,29(9):1371-1373.

[14] 唐小波,宋霜,周胃雯,等. 血清 CGRP 和 MMP-9 与 PCT 对卒中相关肺炎的诊断价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2022,32(3):390-393.

[15] 金玉娟,祝晓娟,柏慧华,等. Nutric 评分在急性缺血性脑卒中机械取栓术患者中的应用[J]. 护理学杂志, 2018,33(22):88-91.

[16] 向圣晓,王姝,田苗,等. 脑卒中患者口腔健康素养现状及其影响因素分析[J]. 护理学杂志, 2021,36(14):4-8.

[17] Ames N J, Sulima P, Yates J M, et al. Effects of systematic oral care in critically ill patients: a multicenter study[J]. Am J Crit Care, 2011,20(5):103-114.

(本文编辑 韩燕红)