

论著·临床研究

脑卒中患者肺部感染风险预测模型的建立及应用研究*

刘思琴, 彭 燕[△], 肖 红, 司元华, 张小燕, 徐祖才
(遵义医科大学附属医院神经内科, 贵州 遵义 563000)

[摘要] 目的 构建脑卒中患者肺部感染的风险预测模型, 并验证其临床预测效果。方法 采用便利抽样法, 选择 2021 年 1 月至 2023 年 1 月在贵州省某三级甲等医院住院的 750 例脑卒中患者为研究对象, 根据是否发生肺部感染分为肺部感染组($n=267$)和非肺部感染组($n=483$), 对 2 组患者相关资料进行比较分析, 应用 logistic 回归分析建立风险预测模型, 应用 Hosmer-Lemeshow(H-L)检验模型的拟合优度及受试者工作特征曲线(ROC 曲线)下面积判断模型的预测效果。另选取 2023 年 2—8 月符合标准的 145 例患者进行模型预测效果验证。结果 经单因素及多因素分析发现, 吞咽障碍[比值比(OR)=10.462]、合并肺部基础疾病($OR=6.046$)、低钾血症($OR=2.266$)、低钠血症($OR=3.807$)、低血红蛋白($OR=4.036$)、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(NISSH)评分($OR=38.135$)、入院时日常生活能力(ADL)评分($OR=12.942$)、住院时间($OR=8.992$)是脑卒中患者发生肺部感染的独立危险因素($P<0.05$)。风险预测模型公式: $\text{Logit}(P)=-4.761+2.348\times(\text{吞咽障碍的赋值})+1.799\times(\text{合并肺部基础疾病的赋值})+0.818\times(\text{低钾血症的赋值})+1.337\times(\text{低钠血症的赋值})+1.395\times(\text{低血红蛋白的赋值})+3.641\times(\text{NISSH 评分的赋值})+2.560\times(\text{ADL 评分的赋值})+2.196\times(\text{住院时间的赋值})$ 。建模组 ROC 曲线下面积为 0.953[95%可信区间(95%CI)0.940~0.967, $P<0.001$], 约登指数为 0.762, 灵敏度为 0.880, 特异度为 0.882, H-L 检验的 P 值为 0.553。模型验证结果显示: 验模组 ROC 曲线下面积 0.946(95%CI: 0.927~0.987, $P<0.001$), 灵敏度为 0.898, 特异度为 0.875, 正确率为 88.3%, H-L 检验 P 值为 0.510。结论 构建的脑卒中发生肺部感染风险预测模型预测效能良好, 可为临床医护人员早期识别脑卒中发生肺部感染的高危人群提供参考, 为及时采取预防性管理措施提供借鉴。

[关键词] 脑卒中; 肺部感染; 危险因素; 风险预测; 预测模型

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2024.18.006

中图法分类号: R47; R563

文章编号: 1009-5519(2024)18-3090-07

文献标识码: A

Establishment and application of risk prediction model for pulmonary infection in stroke patients*

LIU Siqin, PENG Yan[△], XIAO Hong, SI Yuanhua, ZHANG Xiaoyan, XU Zucai

(Department of Neurology, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University,
Zunyi, Guizhou 563000, China)

[Abstract] **Objective** To construct a risk prediction model for pulmonary infection in stroke patients and verify its clinical predictive performance. **Methods** Using convenience sampling, 750 stroke patients hospitalized in a tertiary hospital in Guizhou Province from January 2021 to January 2023 were selected as study subjects. They were divided into a pulmonary infection group ($n=267$) and a non-pulmonary infection group ($n=483$) based on whether pulmonary infection occurred. Comparative analysis of relevant data between the two groups was conducted. Logistic regression analysis was applied to establish a risk prediction model. The goodness-of-fit of the model was tested using the Hosmer-Lemeshow (H-L) test, and the predictive performance of the model was evaluated by the area under the receiver operating characteristic curve (ROC curve). Another 145 eligible patients from February to August 2023 were selected to validate the predictive performance of the model. **Results** Univariate and multivariate analyses revealed that dysphagia [odds ratio (OR)=10.462], coexisting pulmonary diseases ($OR=6.046$), hypokalemia ($OR=2.266$), hyponatremia ($OR=3.807$), low hemoglobin ($OR=4.036$), National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score at admission ($OR=38.135$), Activities of Daily Living (ADL) score at admission ($OR=12.942$), and length of hospital stay ($OR=8.992$) were independent risk factors for pulmonary infection in stroke patients ($P<0.05$). The risk prediction model formula was: $\text{Logit}(P)=-4.761+2.348\times(\text{dysphagia score})+1.799\times(\text{coexisting$

* 基金项目: 贵州省卫生健康委员会科学技术基金项目(gzwmkj2024-540; gzwmkj2024-552)。

作者简介: 刘思琴(1995—), 硕士研究生, 主管护师, 主要从事神经内科临床护理工作。 [△] 通信作者, E-mail: pengyanxf@163.com。

pulmonary diseases score) + 0.818 × (hypokalemia score) + 1.337 × (hyponatremia score) + 1.395 × (low hemoglobin score) + 3.641 × (NIHSS score) + 2.560 × (ADL score) + 2.196 × (length of hospital stay score). The area under the ROC curve of the modeling group was 0.953 [95% confidence interval (95%CI) 0.940–0.967, $P < 0.001$], with a Youden index of 0.762, a sensitivity of 0.880, a specificity of 0.882, and a P value of 0.553 in the H-L test. The validation results showed that the area under the ROC curve of the validation group was 0.946 (95%CI: 0.927–0.987, $P < 0.001$), with a sensitivity of 0.898, a specificity of 0.875, an accuracy of 88.3%, and a P value of 0.510 in the H-L test. **Conclusion** The established risk prediction model for pulmonary infection in stroke patients has good predictive performance, providing a reference for clinical healthcare professionals to early identify high-risk groups for stroke induced pulmonary infection and facilitating the timely adoption of preventive management measures.

[Key words] Stroke; Pulmonary infection; Risk factors; Risk prediction; Prediction model

脑卒中是全球性健康问题,是致死、致残的主要疾病,而卒中致死的主要原因在很大程度上取决于并发症^[1],其严重影响患者的康复和预后。感染是卒中患者最常见的并发症之一,其中以肺部感染发生比例最高^[2],多发生于发病后 7 d 以内^[3]。肺部感染不仅会延长患者住院时间、增加住院费用,也是死亡及预后不良的原因之一^[4-5],增加死亡风险,病死率高达 10.1%~37.3%^[6],是脑卒中患者不良预后的首要原因。因此,预防和控制肺部感染是降低死亡率的重要环节,积极探索降低肺部感染的相关措施十分必要。由于疾病所致的吞咽障碍、意识障碍及躯体活动障碍及神经功能损害等与肺部感染的发生与否关系更加密切,因此脑卒中患者发生肺部感染的原因与其他疾病有较大差异。既往研究主要聚焦于危险因素分析及发生后的治疗及护理等方面,尚缺乏脑卒中患者的肺部感染的动态评估工具。而良好的风险预测模型可早期正确识别疾病发生风险,是对高危患者进行针对性、预见性干预的依据。因此,本研究旨在综合多方因素探讨脑卒中患者发生肺部感染的影响因素,并构建风险预测模型,以期为早期识别高危患者提供有效的预测工具,为脑卒中患者肺部感染的预防提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 采用便利抽样法,选取 2021 年 1 月至 2023 年 1 月贵州省某三级甲等医院神经内科住院接受治疗的脑卒中患者作为研究对象。纳入标准:(1)年龄大于或等于 18 岁;(2)住院时间大于 48 h;(3)病历资料齐全;(4)经临床症状、体征和影像学检查诊断为脑卒中者^[7]。排除标准:(1)住院时已明确患有肺部感染者;(2)病例资料不完整者;(3)肺部基础疾病急性发作者;(4)住院期间非肺部感染死亡者。

1.2 研究方法

1.2.1 研究工具 综合运用文献研究法、小组讨论法及临床实践经验等由研究者自行编制脑卒中患者肺部感染数据调查表,内容包括 5 个部分。(1)患者基本情况:年龄、性别、体重指数(BMI)、吸烟史、饮酒史。(2)是否合并基础疾病:肺部基础疾病(COPD、哮喘、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征、肺癌、慢性支气管炎

症等)、近期(15 d 内)有无呼吸道感染史、糖尿病、高血压。(3)实验室指标(均为入院首次检查结果):血红蛋白、血清白蛋白、白细胞计数(WBC)、血钠、血钾。(4)卒中相关评估:入院时日常生活能力(ADL)评分、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、意识状态、有无卒中史、认知障碍、吞咽障碍和肢体功能障碍。(5)治疗措施:留置胃管、留置尿管、机械通气、是否使用镇静药物。

1.2.2 资料收集方法 通过计算机终端,利用医院的住院患者电子病历系统及医院护理管理系统,根据前期设计的临床资料调查表收集数据。肺部感染的诊断标准参照《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)》的更新与解读^[8],脑卒中患者至出院期间胸部 CT 显示新出现或进展性的浸润影、实变影或磨玻璃影,同时出现下列 3 种临床症状中的 2 种或以上:(1)发热,体温大于 38℃;(2)脓性气道分泌物;(3)外周血白细胞计数大于 $10 \times 10^9 \text{ L}^{-1}$ 或小于 $4 \times 10^9 \text{ L}^{-1}$,且排除肺部其他疾病,如肺结核、肺癌、肺栓塞等,即诊断为肺部感染。本研究所有数据均由经过培训的调查员采用统一的数据调查表及判断标准收集。数据收集后由神经内科主任医师对数据资料进行核查,并对患者是否发生肺部感染进行判断,确保数据真实准确。最终共收集 750 例脑卒中患者的病历资料。

1.3 统计学处理 收集的数据经双人核对无误后录入 Excel 软件,运用 SPSS 26.0 统计软件对数据进行统计分析。计量资料先进行正态性检验和方差齐性检验,若整体符合正态分布,使用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;偏态分布资料使用 $M(P_{25}, P_{75})$ 进行描述,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。分类变量资料采用率、构成比进行统计描述,单因素分析采用非参数秩和检验及 χ^2 检验,有序分类资料采用 Spearman 秩相关检验分析。将单因素分析中 $P < 0.05$ 的自变量赋值纳入二元 logistic 回归分析,采用 logistic 回归分析逐步向前法($\alpha_{\text{入}} = 0.05, \alpha_{\text{出}} = 0.01$)筛选独立危险因素,根据各变量对应的偏回归系数构建脑卒中患者肺部感染的风险预测模型。并采用受

试者工作特征(ROC)曲线下面积和 Hosmer-Lemeshow(H-L)检验评价预测模型的预测效果和拟合优度,以灵敏度、特异度和正确率验证模型的预测效能,检验水准 $\alpha=0.05$,取双侧。

2 结 果

2.1 脑卒中患者一般情况及肺部感染发生情况 本研究共纳入脑卒中患者共 864 例,其中 114 例不符合纳入标准予以排除,分别包括:病例资料不全者 68 例;入院时已发生肺部感染 24 例,肺部基础疾病急性发作 20 例,住院期间非肺部感染死亡 2 例。最后纳入 750 例,其中男 470 例,女 280 例,年龄 24~96 岁,

平均(65.37±13.00)岁,肺部感染发生率为 35.6%(267/750)。

2.2 脑卒中患者肺部感染的单因素分析 单因素分析结果显示:年龄、认知障碍、吞咽障碍、呼吸道感染史、合并肺部基础疾病、肢体功能障碍、糖尿病病史、卒中史、是否使用镇静药物、留置胃管、留置尿管、低钠、低钾、低蛋白血症、低血红蛋白、WBC、意识状态、入院时 NISHH 评分、BMI、卒中类型、入院时 ADL 评分、住院时间共 22 个变量不同项目间比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

表 1 脑卒中患者肺部感染的单因素分析($n=750$)

变量	项目	肺部感染组($n=267$)	非肺部感染组($n=483$)	Z/χ^2	P
年龄[$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]		69.40(61.77)	63.15(53.74)	-6.046	<0.001
性别[$n(\%)$]	男	174(65.2)	296(61.3)	1.109	0.292
	女	93(34.8)	187(38.7)		
病程[$n(\%)$]	急性期	148(55.4)	262(54.2)	0.098	0.755
	恢复期	119(44.6)	221(45.8)		
认知障碍[$n(\%)$]	有	62(23.2)	32(6.6)	43.200	<0.001
	无	205(76.8)	451(93.4)		
吞咽障碍[$n(\%)$]	有	116(43.4)	17(3.5)	187.886	<0.001
	无	151(56.6)	466(96.5)		
呼吸道感染史[$n(\%)$]	有	29(10.9)	25(5.2)	8.318	0.004
	无	238(89.1)	458(94.8)		
合并肺部基础疾病[$n(\%)$]	有	44(16.5)	20(4.1)	33.539	<0.001
	无	223(83.5)	463(95.9)		
肢体功能障碍[$n(\%)$]	有	83(31.1)	25(5.2)	93.649	<0.001
	无	184(68.9)	458(94.8)		
吸烟史[$n(\%)$]	有	118(44.2)	201(41.6)	0.468	0.494
	无	149(55.8)	282(58.4)		
饮酒史[$n(\%)$]	有	86(32.2)	145(30.0)	0.387	0.534
	无	181(67.8)	338(70.0)		
高血压病史[$n(\%)$]	有	192(71.9)	316(65.4)	3.309	0.069
	无	75(28.1)	167(34.6)		
糖尿病病史[$n(\%)$]	有	75(28.1)	92(19.0)	8.122	0.004
	无	192(71.9)	391(81.0)		
卒中史[$n(\%)$]	有	93(34.8)	127(26.3)	6.046	0.014
	无	174(65.2)	356(73.7)		
镇静药物的使用[$n(\%)$]	有	12(4.5)	2(0.4)	13.48	<0.001
	无	255(95.5)	481(99.6)		
留置胃管[$n(\%)$]	是	27(10.1)	1(0.2)	46.942	<0.001
	否	240(89.9)	482(99.8)		
留置尿管[$n(\%)$]	是	21(7.9)	1(0.2)	35.417	<0.001
	否	246(92.1)	482(99.8)		

续表 1 脑卒中患者肺部感染的单因素分析(<i>n</i> = 750)					
变量	项目	肺部感染组(<i>n</i> = 267)	非肺部感染组(<i>n</i> = 483)	<i>Z</i> / <i>χ</i> ²	<i>P</i>
低钾血症[<i>n</i> (%)]	有	73(27.3)	45(9.3)	42.133	<0.001
	无	194(72.7)	438(90.7)		
低钠血症[<i>n</i> (%)]	有	31(11.6)	11(2.3)	28.332	<0.001
	无	236(8.4)	472(97.7)		
低白蛋白血症[<i>n</i> (%)]	有	128(47.9)	116(24.0)	44.836	<0.001
	无	139(52.1)	367(76.0)		
低血红蛋白[<i>n</i> (%)]	有	78(29.2)	44(9.1)	51.022	<0.001
	无	189(70.8)	439(90.9)		
机械通气[<i>n</i> (%)]	有	17(6.4)	3(0.6%)	21.872	<0.001
	无	250(93.6)	480(99.4)		
WBC[<i>n</i> (%)]	异常	66(24.7)	43(8.9)	34.63	<0.001
	正常 ^a	201(75.6)	440(91.1)		
意识状态[<i>n</i> (%)]	清醒	220(82.4)	473(97.9)	63.928	<0.001
	模糊	16(6.0)	6(1.2)		
	嗜睡	9(3.4)	4(0.8)		
	昏睡	2(0.7)	0		
	昏迷	20(7.5)	0		
入院时 NISHH 评分[<i>n</i> (%)]	正常	3(1.1)	159(32.9)	−17.133	<0.001
	轻度	29(10.9)	210(43.5)		
	中度	129(48.3)	89(18.4)		
	中重度	66(4.7)	22(4.6)		
	重度	40(15.0)	3(0.6)		
卒中类型[<i>n</i> (%)]	缺血性	217(81.3)	445(92.1)	26.614	<0.001
	出血性	48(18.0)	29(6.0)		
	混合性	2(0.7)	9(1.9)		
入院时 ADL 评分[<i>n</i> (%)]	100 分	4(1.5)	93(19.3)	287.649	<0.001
	60~<100 分	79(29.6)	342(70.8)		
	40~<60 分	97(36.3)	28(5.8)		
	<40 分	87(32.6)	20(4.1)		
住院时间[<i>n</i> (%)]	<10 d	34(12.7)	205(42.4)	112.608	<0.001
	10~<20 d	186(69.7)	270(55.9)		
	≥20 d	47(17.6)	8(1.7)		
BMI[<i>n</i> (%)]	<18.5 kg/m ²	15(5.6)	28(5.8)	2.977	0.395
	18.5~<24.0 kg/m ²	143(53.6)	254(52.6)		
	24.0~<28.0 kg/m ²	92(34.5)	153(31.7)		
	≥28.0 kg/m ²	17(6.4)	48(9.9)		

注：^a 表示 WBC 值为 3.5×10⁹ L^{−1}~9.5×10⁹ L^{−1}。

2.3 脑卒中患者肺部感染的多因素分析 以患者是否发生肺部感染为因变量(0 = 否;1 = 是),将单因素分析结果中具有统计学意义的 22 个变量作为自变量赋值或直接进行 logistic 回归分析(变量赋值见表 2),采用向前逐步法对影响因素进行筛选,纳入方程标准为 0.05,剔除水准为 0.10。吞咽障碍、合并肺部基础疾病、低钾血症、低钠血症、低血红蛋白、入院时 NIS-

SH 评分、入院时 ADL 评分、住院时间是脑卒中患者肺部感染的影响因素(*P* < 0.05),见表 3。

2.4 脑卒中患者肺部感染风险预测模型的建立及预测效能 根据 logistic 回归分析及赋值结果,最终构建脑卒中患者肺部感染风险预测模型为:Logit(*P*) = −4.761 + 2.348 × (吞咽障碍的赋值) + 1.799 × (肺部基础疾病的赋值) + 0.818 × (低钾血症的赋值) +

$1.337 \times (\text{低钠血症的赋值}) + 1.395 \times (\text{低血红蛋白的赋值}) + 3.641 \times (\text{NISSH 评分的赋值}) + 2.560 \times (\text{ADL 评分的赋值}) + 2.196 \times (\text{住院时间的赋值})$, 自变量赋值见表 2。H-L 拟合优度检验结果显示: $P = 0.553$, 提示该模型拟合度较好。采用 ROC 曲线检验预测模型得分与患者发生肺部感染的预测效果, 结果表明, 建模组 ROC 曲线下面积为 0.953 (95%CI: 0.940~0.967, $P < 0.001$), 见图 1, 预测模型的最佳临界值(即约登指数)为 0.762, 此时 ROC 曲线的敏感度为 0.880, 特异度为 0.882。

2.5 脑卒中患者肺部感染风险预测模型的临床应用

效果 采用便利抽样法, 选取 2023 年 2—8 月某三甲医院且符合纳入标准的 145 例患者为研究对象对本预测模型进行临床验证。其中男 86 例(59.30%), 女 59 例(40.70%); 年龄 34~85 岁, 平均(65.21±12.93)岁。本预测模型预测 44 例患者发生肺部感染, 101 例未发生肺部感染; 实际发生 49 例, 未发生肺部感染 96 例, 发生率为 33.79%, 预测结果与实际结果相比, 本预测模型的 ROC 曲线下面积为 0.946 (95%CI: 0.927~0.987, $P < 0.001$), 见图 2, 灵敏度为 0.898, 特异度为 0.875, 正确率为 88.3%; H-L 检验结果显示, 验模组 P 值为 0.510。

表 2 变量因素赋值

变量	赋值
因变量	0=无肺部感染;1=肺部感染
自变量	
吞咽障碍	0=无(哑变量);1=有
合并肺部基础疾病	0=无(哑变量);1=有
低钾血症	0=无(哑变量);1=有
低钠血症	0=无(哑变量);1=有
低血红蛋白	0=无(哑变量);1=有
入院时 NISSH 评分	0=正常(哑变量),1=轻度,2=中度,3=中重度,4=重度
入院时 ADL 评分	0=100 分(哑变量);1=60~<100 分;2=40~<60 分;3=<40 分
住院时间	0=<10 d(哑变量);1=10~<20 d;2=≥20 d

表 3 脑卒中患者肺部感染危险因素的 logistic 回归分析结果

变量	回归系数(β)	标准误(SE)	Wald χ ²	P	OR	95%CI
吞咽障碍	2.384	0.379	38.330	<0.001	10.462	4.975~21.998
合并肺部基础疾病	1.799	0.455	15.622	<0.001	6.046	2.477~14.755
低钾血症	0.818	0.361	5.143	0.023	2.266	1.117~4.596
低钠血症	1.337	0.661	4.093	0.043	3.807	1.043~13.900
低血红蛋白	1.395	0.375	13.842	<0.001	4.036	1.935~8.416
入院时 NISSH 评分	3.641	0.830	19.228	<0.001	38.135	7.491~194.144
入院时 ADL 评分	2.560	0.660	15.051	0.001	12.942	3.550~47.181
住院时间	2.196	0.647	11.511	0.001	8.992	2.528~31.984
常量	-4.761	0.615	59.904	<0.001	0.009	

注:OR 为比值比;95%CI 为 95%可信区间。

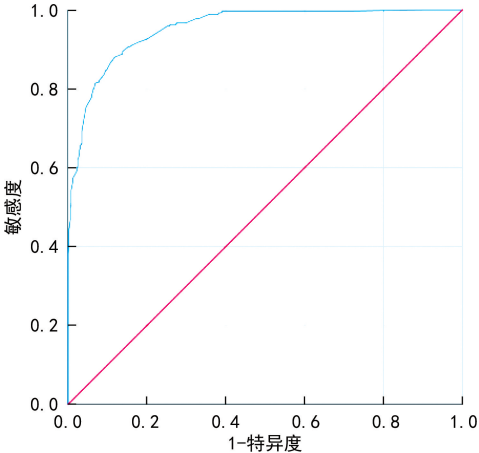


图 1 脑卒中患者肺部感染风险预测模型建模组的 ROC 曲线

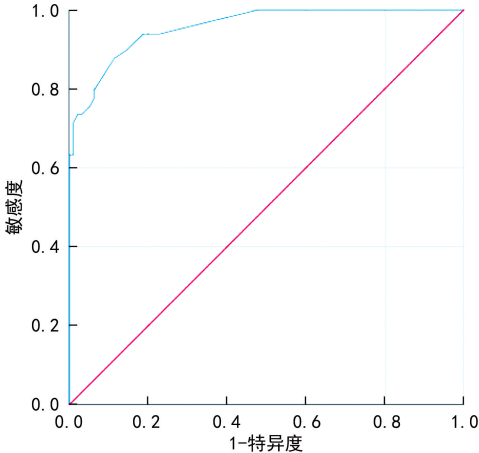


图 2 脑卒中患者肺部感染风险预测模型验模组的 ROC 曲线

3 讨 论

3.1 肺部感染发生率较高,构建肺部感染风险预测模型具有临床价值 脑卒中具有高发病率、高死亡率、高致残率及高复发率的特点,给家庭和社会带来沉重负担。由于卒中后中枢和外周免疫系统的活化和炎症因子释放会诱导免疫抑制^[9],据报道,国外卒中后肺部感染的发生率为 3.9%~45%^[10],国内学者周鹏等^[11]、童文琴等^[12]研究报道,肺部感染发生率在 25%左右,而本研究结果发现卒中患者肺部感染的发生率为 35.7%,较上述研究稍高。进一步分析原因可能是:本研究纳入患者多为 60 岁以上老年患者,由于老年人免疫功能下降,呼吸道的机械屏障作用减弱;其次上述研究仅纳入了急性期的患者,本研究将急性期和恢复期的患者均纳入其中,由于恢复期患者遗留的神经功能缺损较不易恢复,生活自理能力较差,这可能是发生率较高的原因。由于肺部感染预示着患者较差的临床结局,90 d 内的死亡风险将增加 2~6 倍,是患者死亡的主要原因^[4]。目前,对卒中患者的肺部感染未见有效措施,一般以预防为主,风险预测是预防发生肺部感染的第一步,本研究构建的脑卒中患者肺部感染风险预测模型中,ROC 曲线下面积为 0.953,具有可识别肺部感染的发生风险,有助于医护人员关注并识别肺部感染的潜在风险,利于早期采取针对性措施对高风险患者进行预见性护理,实现肺部感染管理时间节点的前移,便于对卒中患者肺部感染的预警化管理,从而降低肺部感染的发生率,具有重要的临床应用意义。

3.2 脑卒中患者肺部感染风险预测模型的危险因素分析

3.2.1 吞咽障碍、合并肺部基础疾病是肺部感染的重要危险因素 由于脑卒中患者多存在意识障碍、吞咽功能异常、长期卧床、身体虚弱、合并疾病基础等因素,易导致呼吸道防御屏障功能的减弱,可增加肺部感染的发生风险。既往研究发现,卒中会诱发免疫抑制,增加对肺部感染的易感性^[13]。同时由于卒中患者肺部感染的危险因素较多,且各因素间相互影响,发病机制复杂,已成为此类患者死亡的首要原因^[14]。本研究结果发现,吞咽障碍、合并肺部基础疾病是肺部感染的独立危险因素,与吴运景等^[15]的研究结果大致相同。原因可能是既往合并肺部基础疾病的患者由于长期存在呼吸道感染,影响了呼吸系统防御能力,引起免疫功能下降,加上气道本身的炎症反应使呼吸道分泌物增多,进一步诱发或加重了肺部感染。故对既往存在肺部基础疾病的卒中患者应尽早行肺康复锻炼,如进行缩唇呼吸和吹气球练习,进行呼吸肌功能训练^[16],建立有效呼吸模式,改善肺功能状态,同时加强基础护理,注意翻身排痰,加强戒烟宣教,必要时予雾化吸入治疗,促进痰液的稀释和排出。由于吞咽障碍患者在吞咽时无法很好地控制食物流动,导致咽

部食物较易进入气道,使吞咽安全性和有效性受损^[17-18],增加发生吸入性肺炎的风险,而积极有效的吞咽功能干预可降低肺部感染发生。因此医护人员应根据欧洲神经病学临床营养指南^[19]推荐对所有卒中患者在入院 24 h 内尽早采用洼田饮水试验或容积-黏度测试^[20]等工具进行吞咽功能评定,并根据评定结果制定饮食、营养、行为及口腔保健干预,以降低肺部感染的发生。

3.2.2 住院时间越长、NISHH 评分越高、营养不良患者是肺部感染的高危人群 NIHSS 评分被用于卒中严重程度的评估,NIHSS 评分越高,神经功能缺损程度越重。本研究结果表明,NIHSS 评分是卒中患者发生感染的独立危险因素,评分越高,肺部感染的发生风险越高(尤其大于 15 分),与多项研究结果一致^[21-22]。原因是神经功能受损严重时会导致免疫系统处于抑制状态,以减轻炎症反应对大脑的损害,而免疫抑制则会增加患者肺部感染的发生风险。提示在临床工作中对入院时 NIHSS 评分较高患者,需采取针对性地治疗和护理措施,预防肺部感染发生。机体的营养状态与病情的严重程度呈正相关,老年患者因为自身蛋白合成功能较差,且由于吞咽功能障碍而进食少或鼻饲饮食配搭不当等,导致机体营养状态失衡、电解质紊乱。血红蛋白水平在一定程度上可反映机体的营养状况,作为评估预后的重要指标,其对康复训练的耐受能力、各种类型感染的免疫力均有直接影响。本研究结果发现,低血红蛋白也是肺部感染的独立影响因素之一,因此积极地营养支持治疗也是改善预后的有效手段。既往研究已证实住院时间越长,发生感染的风险越大^[22],与本研究结果一致。原因可能是住院时间越长,增加接触致病菌机会越多,机体抵抗疾病的能力减弱,同时生活自理能力低下、长时间住院卧床、电解质紊乱及贫血等因素进一步减弱了患者免疫功能,致使患者易发生感染。提示医护人员应密切关注患者生活自理能力变化及营养改善状况,制订个体化康复方案。

3.3 构建的脑卒中患者肺部感染风险预测模型具有科学性和实用性 模型验证通常需要评估模型的区分度及校准度 2 个维度,风险预测结果的准确与否将直接影响预防措施的选择和预防效果,因此对卒中患者肺部感染风险预测的准确评估在监测、预防和及时治疗方面具有重要意义。本研究通过 ROC 曲线分析及 H-L 检验对预测模型的区分度和校准度进行评估。通过 logistic 回归分析构建脑卒中患者肺部感染风险预测模型,结果显示:ROC 曲线下面积为 0.953,灵敏度为 0.880,特异度为 0.882。将该模型应用于临床,在验模组中 ROC 曲线下面积为 0.946,灵敏度为 89.8%,特异度为 87.5%,均在 90%左右,说明该模型对患者发生肺部感染的具有较高的区分度,有利于识别肺部感染的高风险人群。在 H-L 校准度检验中,建模

组和验模组的 P 值分别是 0.553 和 0.510,提示该模型在预测患者发生肺部感染的概率与实际发生率接近,即预测模型的校准度好。由于卒中患者发生肺部感染风险是一个动态变化的过程,受多种因素影响,本研究构建的模型包含了 NISSH 评分、ADL 评分、住院时间、实验室检验结果等条目,医护人员可采用该模型对患者进行动态评估,通过早期筛查高风险人群,尽早采取有效预防和护理措施,实现早期预测、早期预防、早期干预,降低肺部感染的发生率和病死率。

综上所述,吞咽障碍、合并肺部基础疾病、电解质紊乱(低钾、低钠)、低血红蛋白、NISSH 评分、入院时 ADL 评分、住院时间等危险因素与卒中患者肺部感染的发生风险密切相关,动态评估这些危险因素可及时监测和预警肺部感染的发生,并对高风险患者予以预见性策略,降低肺部感染发生。但本研究建模部分属于回顾性病例对照研究,病史记录可能不完整、错误甚至缺失,导致在资料收集中存在一定的信息偏倚,未来需进一步前瞻性研究进行因果论证;在模型验证方面,采用的是单中心、小样本的外部验证,下一步研究方向为进行多中心的临床应用推广,拟扩大样本量,进一步对模型进行外部验证。

参考文献

[1] HOTTER B, HOFFMANN S, ULM L, et al. Inflammatory and stress markers predicting pneumonia, outcome, and etiology in patients with stroke; Biomarkers for predicting pneumonia, functional outcome, and death after stroke [J]. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*, 2020, 7(3): e692.

[2] 李芳, 徐丽华, 冀瑞俊, 等. 急性缺血性卒中相关肺炎评分临床应用价值分析[J]. *中国卒中杂志*, 2020, 15(11): 1204-1209.

[3] 张锐, 黄荣, 谭登云, 等. 卒中相关性肺炎影响因素的模型构建及其与 3 种预测评分系统的比较[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(18): 2767-2771.

[4] 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.

[5] TINKER R J, SMITH C J, HEAL C, et al. Predictors of mortality and disability in stroke-associated pneumonia [J]. *Acta Neurol Belg*, 2021, 121(2): 379-385.

[6] KISHORE A K, VAIL A, CHAMORRO A, et al. How is pneumonia diagnosed in clinical stroke research? A systematic review and meta-

analysis[J]. *Stroke*, 2015, 46(5): 1202-1209.

[7] 中华医学会神经病学分会, 脑血管病学组 中华医学会神经病学分会. 中国脑血管病影像应用指南 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2020, 53(4): 250-251.

[8] 瞿介明, 施毅. 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)的更新与解读[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2018, 41(4): 244-246.

[9] CHAKIR M, EL JAMILI M, BOUDHAR Z, et al. Simultaneous acute myocardial infarction, bilateral pulmonary embolism, and acute ischaemic cerebral stroke, a delayed complication in a patient with COVID-19 infection: Case report [J]. *Europ Heart J Case Rep*, 2021, 5(6): ytab218.

[10] KULNIK S T, RAFFERTY G F, BIRRING S S, et al. A pilot study of respiratory muscle training to improve cough effectiveness and reduce the incidence of pneumonia in acute stroke: Study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2014, 15: 123.

[11] 周鹏, 赵亚敏, 李红金, 等. 急性脑梗死患者合并肺部感染的影响因素分析及对预后的影响[J]. *中华医院感染学杂志*, 2019, 29(2): 212-214.

[12] 童文琴, 余华彬, 郑溢声, 等. 急性脑梗死肺部感染患者外周血细胞因子变化及其与预后的关系[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(21): 3229-3233.

[13] HOFFMANN S, HARMS H, ULM L, et al. Stroke-induced immunodepression and dysphagia independently predict stroke-associated pneumonia-The PREDICT study [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2017, 37(12): 3671-3682.

[14] YUAN M Z, LI F, TIAN X, et al. Risk factors for lung infection in stroke patients: A meta-analysis of observational studies [J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2015, 13(10): 1289-1298.

[15] 吴运景, 茅新蕾, 杜艳玲, 等. 吞咽功能干预对急性期脑梗死患者肺部感染危险因素的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(5): 412-414.

[16] YOO H J, PYUN S B. Efficacy of bedside respiratory muscle training in patients with stroke: A randomized controlled trial[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2018, 97(10): 691-697.

[17] OUYANG M L, BOADEN E, ARIMA H, et al. Dysphagia screening and risks of(下转第 3103 页)