

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20215981

· 论 著 ·

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

宋甜田^{1,2}, 李亚婷^{1,2}, 宋 明^{1,2}, 刘雪燕^{1,2}, 王书会¹

(1. 山东大学齐鲁医院感染管理处, 山东 济南 250012; 2. 山东大学护理学院, 山东 济南 250012)

[摘要] **目的** 构建脑出血手术患者肺部感染风险预测评分模型, 识别肺部感染的高危人群, 为临床医务人员早期采取有效预防与控制措施提供依据。**方法** 前瞻性收集山东省某医院 2016—2018 年脑出血手术患者的临床资料, 将患者按照 7:3 的比例随机分为建模组和验证组, 利用建模组数据建立 logistic 回归模型, 依据 β 值对危险因素进行赋分, 构建肺部感染风险预测评分模型。应用建立的评分模型对建模组和验证组患者进行风险评分, 通过受试者工作特征(ROC)曲线和 Hosmer-Lemeshow(H-L)检验判断模型的预测能力。**结果** logistic 回归分析显示, 气管插管、留置胃管、静脉血栓、ASA 分级是脑出血手术患者发生肺部感染的独立危险因素, 风险评分模型中相应地分值分别为 5、6、4、2 分(每个等级)。风险评分模型在建模组中的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.864(95% CI: 0.825~0.904, $P < 0.001$), H-L 检验结果为 $P = 0.404$; 在验证组中的 AUC 为 0.861(95% CI: 0.800~0.921, $P < 0.001$), H-L 检验结果为 $P = 0.452$ 。**结论** 构建的风险预测评分模型能够较好地预测脑出血手术患者发生肺部感染的风险, 早期识别高风险人群, 优化患者预后。

[关键词] 脑出血; 肺部感染; 危险因素; 风险预测; 评分模型

[中图分类号] R181.3⁺2

Establishment and validation of risk prediction scoring model for pulmonary infection in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery

SONG Tian-tian^{1,2}, LI Ya-ting^{1,2}, SONG Ming^{1,2}, LIU Xue-yan^{1,2}, WANG Shu-hui¹ (1. Department of Infection Management, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China; 2. School of Nursing, Shandong University, Jinan 250012, China)

[Abstract] **Objective** To establish the risk prediction scoring model of pulmonary infection (PI) in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery, identify the high-risk population of PI, and provide basis for health care workers (HCWs) to take early effective prevention and control measures. **Methods** Clinical data of cerebral hemorrhage patients undergoing surgery in a hospital in Shandong Province in 2016 - 2018 were collected prospectively, patients were randomly divided into modeling group and validation group based on a ratio of 7:3, logistic regression model was established based on data of modeling group, factors were assigned according to β value, risk prediction scoring model of PI was established. The established risk scoring model was used to score the risk of patients in modeling group and validation group, and the predictive ability of the model was judged by receiver operating characteristic (ROC) curve and Hosmer-Lemeshow (H-L) test. **Results** Logistic regression analysis showed that endotracheal intubation, indwelling gastric tube, venous thrombosis and ASA were independent risk factors for PI in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery, and corresponding scores in the risk scoring model were 5, 6, 4, and 2 points (per stratification) respectively. AUC under ROC curve of the risk scoring model in the modeling group was 0.864 (95% CI: 0.825 - 0.904, $P < 0.001$), H-L test was $P = 0.404$; AUC under ROC curve in validation group was 0.861 (95% CI: 0.800 - 0.921, $P < 0.001$), H-L test was $P = 0.452$. **Conclusion** The established risk prediction

[收稿日期] 2020-05-14

[基金项目] 山东省自然科学基金(ZR2018MG015)

[作者简介] 宋甜田(1996-), 女(汉族), 辽宁省大连市人, 硕士研究生, 主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 王书会 E-mail: wangshqlyy@163.com

scoring model can better predict the risk of PI in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery, which can early identify high-risk population and optimize the prognosis of patients.

[Key words] cerebral hemorrhage; pulmonary infection; risk factor; risk prediction; scoring model

脑出血是一种常见的脑血管疾病,约占全部脑卒中的 20%~30%^[1],起病急,病情重,急性期病死率约为 30%~40%^[2-3]。研究^[4]表明,住院期间早期的医疗并发症或神经系统并发症是导致脑卒中患者死亡率增加的主要原因,其中肺部感染是较为常见的一种,约占 5%^[5]。因此,早期识别脑出血手术患者发生肺部感染的高风险人群,对提高患者生存质量和医院医疗质量有重要临床意义。已有大量研究探讨脑出血患者发生肺部感染的相关危险因素,包括气管插管、气管切开、吞咽困难、充血性心力衰竭等^[4, 6],很少有研究将危险因素转化为评分模型,以方便临床应用。因此本研究旨在构建脑出血手术患者肺部感染风险预测评分模型,早期识别感染的高风险人群,有效预防肺部感染的发生,提高患者生存质量。

1 资料与方法

1.1 临床资料 本研究是一个巢式病例对照研究,借助医院信息系统和医院感染监测系统,前瞻性收集 2016—2018 年山东省某医院 603 例脑出血手术患者的人口学特征、临床特征以及医院感染相关特征资料。研究经医院伦理委员会审核批准(KYLL-2018-009)。研究对象纳入标准:①CT 或 MRI 确诊为脑出血;②年龄 ≥ 18 岁;③住院时间 > 48 h;④采用手术治疗;排除标准:①仅行脑动脉造影而未进一步手术治疗;②处于妊娠期或分娩期;③严重肝、肾功能不全;④两周内服用免疫抑制剂或有免疫缺陷;⑤资料不全。

1.2 相关诊断标准 依据我国卫生部 2001 年颁布的《医院感染诊断标准(试行)》^[7],结合患者的临床表现、影像学检查、实验室检查以及病原学检查结果,确诊医院获得性肺部感染。所有感染病例由主治医师、医院感染专家和研究者共同确诊。NIHSS (National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)^[8]是 Thmos 等编制的包含 15 个项目的神经功能检查量表,主要用于量化神经功能受损严重程度,0~4 分为轻度损伤,5~15 分为中度损伤, ≥ 16 分为重度损伤^[9]。

1.3 研究方法

1.3.1 数据分组 将 603 例脑出血患者按 7:3 的比例随机分为建模组(422 例)和验证组(181 例)(随机种子数为 20160648)。利用建模组数据构建风险预测评分模型并进行风险分层,利用建模组和验证组数据验证模型的判别效能。应用 SPSS 22.0 软件进行数据统计分析。

1.3.2 模型构建 在建模组中,将单因素分析有意义的变量($P < 0.05$)纳入多因素 logistic 回归中,采用 Back-Wald 法筛选变量,建立 logistic 回归模型,识别独立危险因素。依据 logistic 回归模型中的偏回归系数(β 值)对危险因素进行赋分。参照以往研究^[10]并结合研究具体情况,本研究根据 $\beta \times 4$ (四舍五入取整数)确定危险因素的分值,其中各个变量中的参照类别为 0 分,依此构建风险预测评分模型。

1.3.3 模型验证 利用构建的风险预测评分模型对建模组和验证组患者进行评分。以患者是否发生肺部感染为状态变量,以各患者的总风险评分值为检验变量,绘制 ROC 曲线,评价模型的区分度,采用 Hosmer-Lemeshow(H-L)检验评价模型的校准度。

2 结果

2.1 患者一般情况 前瞻性收集 2016—2018 年某医院 603 例脑出血手术患者的临床资料,其中男性 275 例,女性 328 例;年龄为(11.25 ± 11.73)岁。发生肺部感染 135 例,肺部感染发生率为 22.39%。建模组患者 422 例,肺部感染 91 例,感染率为 21.56%;验证组患者 181 例,肺部感染 44 例,感染率为 24.31%。

2.2 肺部感染危险因素识别

2.2.1 单因素分析 将建模组中的 422 例脑出血手术患者根据是否发生肺部感染分为感染组和非感染组,进行单因素分析,结果显示,患者入院途径、GCS 评分、肌力、NIHSS 评分、高血压、使用呼吸机、气管切开、气管插管、留置胃管、静脉血栓、意识不清、ASA 分级以及手术类型 13 个变量与脑出血手术患者并发肺部感染有关。见表 1。

表 1 脑出血手术患者肺部感染危险因素单因素分析(建模组)

Table 1 Univariate analysis on risk factors for PI in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery (modeling group)

变量	感染组 (n = 91)	非感染组 (n = 331)	χ^2	P
性别(例)	女	44	1.042	0.307
	男	47		
年龄(岁,例)	≤65	68	2.530	0.112
	>65	23		
入院途径(例)	门诊	20	4.891	0.027
	急诊	71		
GCS 评分(分,例)	13~15	24	56.233	<0.001
	9~12	22		
	3~8	45		
肌力(级,例)	0	24	38.600	<0.001
	1	12		
	2	7		
	3	14		
	4	12		
	5	22		
NIHSS 评分(分,例)	0~4	14	56.936	<0.001
	5~15	38		
	≥16	39		
高血压(例)	有	70	10.533	<0.001
	无	21		
糖尿病(例)	有	13	0.060	0.806
	无	78		
输血(例)	是	16	1.649	0.225
	否	75		
使用呼吸机(例)	是	46	59.048	<0.001
	否	45		
气管切开(例)	是	32	16.945	<0.001
	否	59		
气管插管(例)	是	61	89.459	<0.001
	否	30		
留置胃管(例)	是	78	87.946	<0.001
	否	13		
静脉血栓(例)	是	33	53.296	<0.001
	否	58		
意识不清(例)	是	46	28.624	<0.001
	否	45		
ASA 分级(例)	I	3	50.028	<0.001
	II	11		
	III	37		
	≥IV	40		
	48			
手术类型(例)	择期	24	41.812	<0.001
	急诊	67		

2.2.2 多因素分析 将单因素分析中有统计学意义的变量($P < 0.05$)纳入多因素 logistic 回归中,采用 Back-Wald 法筛选变量,最终纳入模型的 4 个变量为:气管插管(95%CI: 2.092~6.977)、留置胃管(95%CI: 1.982~8.761)、静脉血栓(95%CI: 1.333~5.514)和 ASA 分级(95%CI: 1.144~2.281)。见表 2。

表 2 脑出血手术患者肺部感染危险因素多因素分析(建模组)

Table 2 Multivariate analysis on risk factors for PI in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery (modeling group)

变量	β	S. E	Wald χ^2	P	OR	95%CI
气管插管	1.340	0.307	19.052	<0.001	3.820	2.092~6.977
留置胃管	1.427	0.379	14.164	<0.001	4.167	1.982~8.761
静脉血栓	0.997	0.362	7.575	0.006	2.711	1.333~5.514
ASA 分级	0.479	0.176	7.419	0.006	1.615	1.144~2.281
常量	-4.264	0.540	62.290	<0.001	0.014	-

2.3 风险预测评分模型的构建 依据 $\beta \times 4$ 构建的风险预测评分模型中,气管插管赋值 5 分、留置胃管为 6 分、静脉血栓为 4 分、ASA 分级每增加一个级别分值增加 2 分,各个变量中的参照类别为 0 分,总分为 0~21 分。见表 3。利用构建的风险预测评分模型对建模组患者进行评分,计算各分值所对应的感染率,观察感染率分布情况,将患者进行风险分层。结果显示,0~6 分为低风险组,感染率为 4.47%;7~12 分为中风险组,感染率为 21.28%;13~21 分为高风险组,感染率为 58.65%,各风险层感染率差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 肺部感染风险评分模型

Table 3 Risk scoring model for PI

危险因素	赋值(分)
气管插管	5
胃管	6
静脉血栓	4
ASA 分级	2(每个级别)

表 4 肺部感染风险分层

Table 4 Risk scoring stratification for PI

风险等级	分值(分)	患者例数 (n = 422)	感染例数 (n = 91)	感染率 (%)
低风险	0~6	224	10	4.47
中风险	7~12	94	20	21.28
高风险	13~21	104	61	58.65

2.4 风险预测评分模型的验证 在建模组的 422 例脑出血手术患者中,通过肺部感染金标准确诊感染 91 例,非感染 331 例。利用风险评分模型对患者进行评分,以金标准诊断结果为状态变量、以风险评分值为检验变量绘制 ROC 曲线,结果显示建模组中模型的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.864(95%CI: 0.825~0.904, $P < 0.001$),H-L 检验结果为 $P = 0.404$,因此风险评分模型在建模组中具有较好的区分度和校准度(内部验证)。以相同的方法在验证组中绘制 ROC 曲线,结果显示 AUC 为 0.861(95%CI:0.800~0.921, $P < 0.001$),H-L 检验结果为 $P = 0.452$,模型在验证组中依然具有良好的区分度和校准度(外部验证)。见图 1。

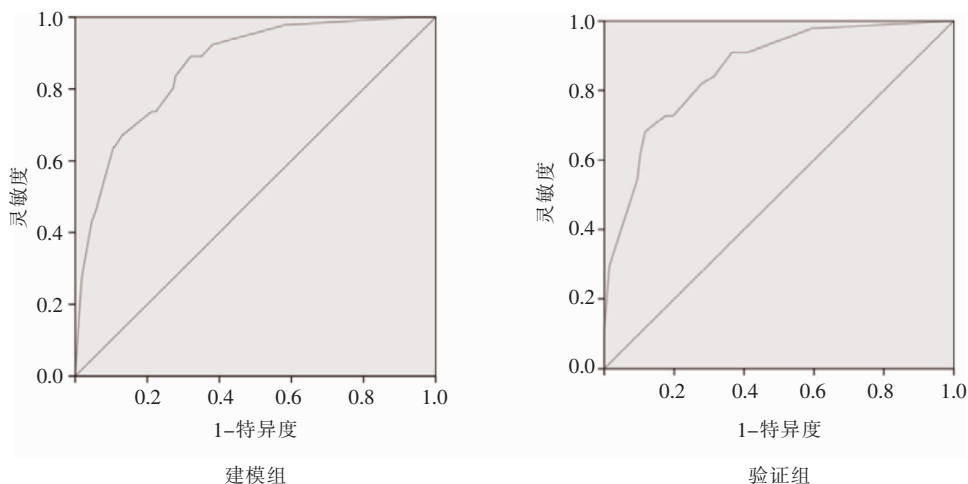


图 1 ROC 曲线评价风险评分模型的区分度

Figure 1 Discriminatory validity of risk scoring model evaluated by ROC curve

3 讨论

本组研究目的主要是建立一个简单的、有效的、方便临床应用的风险评分工具,评估脑出血手术患者发生肺部感染的风险。脑出血患者常伴有脑组织的损伤,随后出现的机体免疫抑制状态使患者极易受到病原菌的侵袭^[11]。本研究发现脑出血手术患者肺部感染发生率为 22.39%,高于一项 Meta 分析结果中的 10%^[12]。医院感染的发生不仅可以影响患者临床预后,增加患者经济负担,同时还会增加医疗机构的经济损失^[13]。因此,构建脑出血手术患者肺部感染风险预测评分模型,及早识别感染的高风险人群,采取相应地有效预防措施,对降低患者及医疗机构的经济负担具有重要的临床意义。

本研究中多因素 logistic 回归分析结果显示,

利用构建的肺部感染风险预测评分模型对验证组患者进行评分,同时计算各风险层所对应的感染率,结果显示低风险组为 4.55%,中风险组为 21.28%,高风险组为 65.22%,各风险等级之间感染率的差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 验证组患者风险等级与肺部感染情况比较

Table 5 Comparison of risk level and PI in patients in validation group

风险等级	患者例数(n=181)	感染例数(n=44)	感染率(%)
低风险	88	4	4.55
中风险	47	10	21.28
高风险	46	30	65.22

气管插管、留置胃管、静脉血栓和 ASA 分级是脑出血手术患者肺部感染的独立危险因素。以往研究显示,气管插管、留置胃管等侵入性操作与脑卒中患者发生肺部感染密切相关^[4, 14-15]。留置胃管的患者容易发生胃内容物反流,导致误吸,引发吸入性肺炎^[14]。气管插管患者呼吸道内的分泌物不易排出,加之患者口腔清洁不便,导致病原菌下移以及下呼吸道长期暴露于外界环境中,患者更容易发生肺部感染^[15]。研究^[16]发现,患者并发静脉血栓与肺部感染之间具有正相关性,二者互为危险因素,对影响患者预后具有协同作用。ASA 分级是根据患者术前体质状况和对手术危险性进行分类,ASA 等级越高,患者对外科手术的耐受性越低,发生医院感染的风险越高^[17]。研究证实高 ASA 等级是肺部感染的独立危险因素^[18]。考虑到以上各变量与脑出血手术患者并发肺部感染的强关联性,本研究采用 $\beta \times 4$

(四舍五入取整数)对变量进行赋值,构建风险预测评分模型。根据各风险评分所对应的患者肺部感染发生率,将患者分为高、中、低三个风险等级,总分为 0~6 分的患者是低感染风险组,7~12 分为中风险组,13~21 分为高风险组,不同风险等级患者间肺部感染率比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。临床上医务人员可借助风险预测评分模型,定时评估患者发生肺部感染风险评分值,从而判断脑出血手术患者发生肺部感染的风险等级,以此制定针对性的预防与控制措施,尽早降低感染风险,实现医疗资源的合理分配。

研究采用 ROC 曲线和 H-L 检验($P > 0.05$)评价风险评分模型的区分度和校准度。一般来说,曲线下面积(AUC)大于 0.7,即可认为预测效果佳,AUC 越大,风险预测能力越好^[19]。本研究结果显示,评分模型在建模组和验证组患者中的 ROC AUC 分别为 0.864(95% CI: 0.825~0.904, $P < 0.001$)和 0.861(95% CI: 0.800~0.921, $P < 0.001$),H-L 检验结果均为 $P > 0.05$,说明建立的风险评分模型对脑出血手术患者发生肺部感染具有良好的预测能力,且模型中的评估指标在临床上比较容易获取,在识别肺部感染高危人群方面具有较好的临床应用价值,可以准确监测、及时预警,使感染防控的关口前移,优化医院感染监测模式。

本研究的局限性在于研究对象仅来自于一所三甲医院,且该模型尚未在其他医院进行验证,后期还需开展多中心、大样本的研究对模型进行验证,进一步修改和完善模型,使模型真正适用于临床脑出血手术患者肺部感染高风险人群的筛查。

【参 考 文 献】

[1] 丛蓓,罗金维,韩世杰,等. 脑出血患者临床流行病学调查[J]. 临床医学进展, 2019, 9(6): 751-755.

[2] 邢海波,牛焕江,王长亮. 脑出血合并肺部感染患者病原菌检测、耐药性及预后探讨[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(12): 1454-1456, 1459.

[3] 李美英,马春. 脑出血病人发生医院感染的相关因素及其防控护理[J]. 护理研究, 2019, 33(4): 724-726.

[4] Lord AS, Langefeld CD, Sekar P, et al. Infection after intracerebral hemorrhage: risk factors and association with outcomes in the ethnic/racial variations of intracerebral hemorrhage study[J]. Stroke, 2014, 45(12): 3535-3542.

[5] Walter U, Knoblich R, Steinhagen V, et al. Predictors of pneumonia in acute stroke patients admitted to a neurological intensive care unit[J]. J Neurol, 2007, 254(10): 1323-1329.

[6] Divani AA, Hevesi M, Pulivarthi S, et al. Predictors of nosocomial pneumonia in intracerebral hemorrhage patients: a multi-center observational study[J]. Neurocrit Care, 2015, 22(2): 234-242.

[7] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 314-320.

[8] Wu Z, Zeng M, Li C, et al. Time-dependence of NIHSS in predicting functional outcome of patients with acute ischemic stroke treated with intravenous thrombolysis [J]. Postgrad Med J, 2019, 95(1122): 181-186.

[9] Hoffmann S, Malzahn U, Harms H, et al. Development of a clinical score (A2DS2) to predict pneumonia in acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2012, 43(10): 2617-2623.

[10] 王力红,魏楠,赵霞,等. 老年患者中央导管相关血流感染风险预测评分模型构建与验证[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(3): 225-231.

[11] Urra X, Laredo C, Zhao Y, et al. Neuroanatomical correlates of stroke-associated infection and stroke-induced immunodepression[J]. Brain Behav Immun, 2017, 60: 142-150.

[12] Westendorp WF, Nederkoorn PJ, Vermeij JD, et al. Post-stroke infection: a systematic review and Meta-analysis[J]. BMC Neurol, 2011, 11: 110.

[13] Kim CJ, Kim HB, Oh MD, et al. The burden of nosocomial *Staphylococcus aureus* bloodstream infection in South Korea: a prospective hospital-based nationwide study[J]. BMC Infect Dis, 2014, 14: 590.

[14] Hinduja A, Dibu J, Achi E, et al. Nosocomial infections in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. Am J Crit Care, 2015, 24(3): 227-231.

[15] 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.

[16] 马利中,董玲婉,朱靖,等. 老年脑卒中患者肺部感染、深静脉血栓发生率及相关性研究[J]. 中华全科医学, 2016, 14(12): 2034-2036.

[17] 李亚婷,宋甜田,孟藏,等. 脑卒中患者耐碳青霉烯类鲍氏不动杆菌肺部感染的影响因素与经济负担分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(20): 3101-3105.

[18] 丁丽娜,程琳芝,吴晓英. 外科手术术后肺部感染的危险因素分析[J]. 现代预防医学, 2018, 45(1): 178-182.

[19] 魏楠,王力红,赵霞,等. 老年患者导尿管相关尿路感染风险预测评分模型构建与验证[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(10): 907-912.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式: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. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20215981.

Cite this article as: SONG Tian-tian, LI Ya-ting, SONG Ming, et al. Establishment and validation of risk prediction scoring model for pulmonary infection in cerebral hemorrhage patients undergoing surgery[J]. Chin J Infect Control, 2021, 20(4): 299-303. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20215981.