

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20194226

· 论 著 ·

## 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

王力红<sup>1</sup>, 魏楠<sup>2</sup>, 赵霞<sup>1</sup>, 张京利<sup>1</sup>, 赵会杰<sup>1</sup>, 马文晖<sup>1</sup>, 韩叙<sup>1</sup>

(1. 首都医科大学宣武医院医院感染管理处, 北京 100053; 2. 首都医科大学卫生管理与教育学院, 北京 100069)

**[摘要]** **目的** 构建老年患者中央导管相关血流感染(CLABSI)风险预测评分模型,为筛选高危人群,有效预防与控制老年患者血流感染提供依据。**方法** 依据纳入排除标准,收集 2015 年 1 月 1 日—2017 年 12 月 31 日住院期间曾留置中央导管的老年患者病例资料,按照 7:3 的比例随机分为建模组和验证组(随机种子为 20180708),对建模组数据进行危险因素识别,构建 logistic 回归模型,根据  $\beta$  值赋予各危险因素相应的分值,建立感染风险评分模型,利用受试者工作特征(ROC)曲线评价模型的预测准确度;依据建立的感染风险评分模型对验证组病例进行评分,利用 ROC 曲线评价模型的预测准确度。利用 R 软件构建决策曲线。**结果** logistic 回归分析结果表明:本次住院手术次数 $\geq 3$ 次、住 ICU 日数 $\geq 2$  d、中心静脉置管日数 $\geq 7$  d、使用抗菌药物等是老年患者发生 CLABSI 的独立危险因素;风险评分模型中相应的分值分别为 3、4、4、9 分,得分 13~17 分为高风险人群;评分模型在建模组数据中 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.74;依据验证组患者风险得分情况绘制 ROC 曲线,曲线下面积(AUC)为 0.70。决策曲线显示,在阈值 0.01~0.05 区间内风险评分模型的净获益较高。**结论** 建立的风险评分模型具有较好的判别效度和应用价值,可用于老年患者 CLABSI 的易感高危人群识别,做到早期预防与控制。

**[关键词]** 中央导管相关血流感染; 风险预测; 危险因素; 老年患者; 评分模型

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Establishment and validation of risk prediction scoring model of central line-associated bloodstream infection in elderly patients

WANG Li-hong<sup>1</sup>, WEI Nan<sup>2</sup>, ZHAO Xia<sup>1</sup>, ZHANG Jing-li<sup>1</sup>, ZHAO Hui-jie<sup>1</sup>, MA Wen-hui<sup>1</sup>, HAN Xu<sup>1</sup> (1. Department of Healthcare-associated Infection Management, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China; 2. School of Health Administration and Education, Capital Medical University, Beijing 100069, China)

**[Abstract]** **Objective** To establish the risk prediction scoring model of central line-associated bloodstream infection (CLABSI) in elderly patients, provide basis for screening high-risk population, and effectively prevent and control bloodstream infection(BSI) in elderly patients. **Methods** According to the inclusion and exclusion criteria, data of elderly patients who underwent central catheterization during hospitalization from January 1, 2015 to December 31, 2017 were collected, patients were randomly divided into modeling group and verification group according to the ratio of 7:3 (random seed was 20180708), risk factors of data of modeling group were distinguished, logistic regression model was constructed. The corresponding score of each risk factor was assigned according to  $\beta$  value, infection risk scoring model was established, prediction accuracy of model was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve; according to the established infection risk scoring model, cases in validation group were scored, prediction accuracy of model was evaluated by ROC curve. Decision curve was constructed using R software. **Results** Logistic regression analysis showed that the number of operation $\geq 3$  times, length of stay in intensive care unit(ICU) $\geq 2$  days, duration of indwelling central venous catheterization $\geq 7$  days, and use of antimicro-

[收稿日期] 2018-09-04

[基金项目] 北京市社会科学基金项目(14JDZHB021)

[作者简介] 王力红(1961-),女(汉族),河北省定兴县人,主任医师,主要从事医院感染管理学研究。

[通信作者] 王力红 E-mail:wlh8906@163.com

bial agents were independent risk factors for CLABSI in elderly patients; the corresponding points in risk prediction scoring model were 3, 4, 4, and 9 respectively, and the score of 13 – 17 points were high-risk population of CLABSI; the area of ROC curve (AUC) was 0.74 in the modeling group; ROC curve was plotted based on the risk score of patients in validation group, AUC was 0.70. The decision curve showed that the net benefit of the risk scoring model was higher in the high risk threshold of 0.01 – 0.05. **Conclusion** The established risk prediction scoring model has good discriminant validity and application value, and can be used in the identification of susceptible high risk population of CLABSI in elderly patients, so as to achieve early prevention and control.

[**Key words**] central line-associated bloodstream infection; risk prediction; risk factor; elderly patient; scoring model

中央导管相关血流感染(central line-associated bloodstream infection, CLABSI)是老年患者医院感染的重要类型,是医院感染预防控制的重点之一。美国相关数据显示,医院每年新发 CLABSI 患者预计高达 25 万例<sup>[1]</sup>,其中重症监护病房(ICU)新发患者约为 8 万例<sup>[2]</sup>。Blot 等<sup>[3]</sup>指出血流感染患者的病死率随着年龄的增长而升高,其中 75 岁以上患者 CLABSI 病死率高达 56%。国内研究<sup>[4-5]</sup>也显示,老年是 CLABSI 患者院内死亡的独立危险因素,需引起重视。CLABSI 并非不可预防。随着医院管理信息化的推进,医院感染部位精准控制及预防已成为可能。本研究利用医院感染监测信息系统收集老年患者病例资料,构建 logistic 回归模型,建立老年患者 CLABSI 风险评分模型,以进一步有效的预防老年患者 CLABSI 的发生,提高老年患者生存质量和医院医疗质量。

## 1 资料与方法

1.1 临床资料 利用医院感染监测信息系统,收集 2015 年 1 月 1 日—2017 年 12 月 31 日住院期间曾行中心静脉置管操作的老年患者( $\geq 60$  岁)病案资料,选取代表患者一般情况(包括住院号、年龄、性别、入院日期、出院日期等),原发疾病(包括是否患有神经系统疾病、高血压、糖尿病、冠心病、COPD、恶性肿瘤、血液病、肝功能异常、肾功能障碍等疾病),诊疗情况(包括住院日数、住 ICU 日数、抗菌药物使用情况、手术情况、中心静脉置管情况等)以及医院感染情况(包括是否感染、感染发生时间、感染病原菌等)的指标进行统计描述及分析。以发生 CLABSI 为结点,对患者诊疗情况所涉及的相关指标进行调整。

1.2 纳入、排除标准 本研究数据纳入标准为:(1)年龄 $\geq 60$  岁;(2)病例资料完整;(3)住院时间 $\geq 48$  h 且 $\leq 60$  d。排除标准为:(1)不符合纳入标准的

病例;(2)住院时间 $< 48$  h 或 $> 60$  d。

1.3 诊断标准 中央导管相关血流感染(CLABSI)是指患者在留置中央导管期间或拔除中央导管 48 h 内发生的原发性、且与其他部位存在的感染无关的血流感染<sup>[6]</sup>,其感染诊断标准依据 2007 年中华医学会重症医学专业委员会血管内导管相关感染的预防与治疗指南<sup>[7]</sup>中诊断标准进行判定。原发病的分类依据文献报道及目标医院住院老年患者常见病、多发病确定。

1.4 数据分组 将所收集病例按照 7 : 3 的比例随机分为建模组和验证组(随机种子为 20180708),建模组数据用来建立模型,验证组数据对所建立的模型进行验证。

1.5 模型构建 应用 SPSS 21.0 软件进行模型构建。对建模组数据先进行单因素卡方分析,选取单因素分析有统计学意义的变量进行二分类 logistic 回归分析,采用 Back-Wald 法纳入变量,建立模型;根据  $\beta$  值对危险因素赋值,构建感染风险评分模型。假设检验的显著性水平设定在双侧  $\alpha = 0.05$ 。

1.6 模型验证 将验证组的原始数据代入构建的风险评分模型中生成相应分值,利用受试者工作特征(ROC)曲线下的面积(AUC)评价模型的判别效率。

1.7 模型可用性评估 利用 R 软件计算每个阈值概率下的净获益并构建决策曲线,用以评估风险评分模型的临床应用价值。

## 2 结果

2.1 调查对象的基本特征 依据纳入排除标准,自医院感染监测信息系统收集 2015—2017 年住院期间使用中心静脉置管老年患者病例 3 519 例,男性 1 720 例,女性 1 799 例,中位年龄为 67 岁。其中感染病例组患者 90 例,感染率为 2.56%,中心静脉置管总日数 28 115 d,千日感染率为 3.20‰。将所收集病例按照 7 : 3 的比例随机分为建模组和验证组

(随机种子为 20180708), 建模组数据用来建立模型, 验证组数据对建立的模型进行验证。其中建模组患者 2 510 例, 感染 64 例, 感染率 2.55%, 中心静脉置管总日数 20 238 d, 千日感染率为 3.16‰; 验证组患者 1 009 例, 感染 26 例, 感染率 2.58%, 中心静脉置管总日数 7 877 d, 千日感染率为 3.30‰。

## 2.2 CLABSI 危险因素识别

表 1 建模组老年患者 CLABSI 单因素分析

Table 1 Univariate analysis on CLABSI in elderly patients in modeling group

因素	感染组 (n = 64)	非感染组 (n = 2 446)	感染率 (%)	$\chi^2$	P	因素	感染组 (n = 64)	非感染组 (n = 2 446)	感染率 (%)	$\chi^2$	P
年龄(岁)				1.235	0.539	肝功能异常				1.603	0.198
60~69	33	1 427	2.26			无	48	1 988	2.36		
70~79	18	612	2.86			有	16	458	3.38		
≥80	13	407	3.10			肾功能障碍				5.591	0.027
性别				3.304	0.076	无	46	2 034	2.21		
男	38	1 171	3.14			有	18	412	4.19		
女	26	1 275	2.00			住院日数(d)				16.369	0.000
神经系统疾病*				4.380	0.039	2~6	5	770	0.65		
无	28	1 495	1.84			≥7	59	1 676	3.40		
有	29	889	3.16			住 ICU 日数(d)				44.962	0.000
高血压				2.655	0.128	<2	1	201	0.50		
无	38	1 200	3.07			≥2	54	1 035	4.96		
有	26	1 246	2.04			未住 ICU	9	1 210	0.74		
糖尿病				0.846	0.403	本次住院手术次数(次)				47.356	0.000
无	49	1 744	2.73			1~2	37	1 017	3.51		
有	15	702	2.09			≥3	4	10	28.57		
冠心病				0.103	0.792	未手术	23	1 419	1.60		
无	43	1 596	2.62			使用抗菌药物				38.126	0.000
有	21	850	2.41			否	11	1 348	0.81		
COPD				3.124	0.093	是	53	1 098	4.60		
无	60	2 382	2.46			中心静脉置管日数(d)				28.437	0.000
有	4	64	5.88			1~6	12	1 284	0.93		
恶性肿瘤				3.682	0.057	≥7	52	1 162	4.28		
无	43	1 348	3.09			中心静脉插管次数(次)				7.072	0.010
有	21	1 098	1.88			<2	37	1 782	2.03		
血液病				1.269	0.234	≥2	27	664	3.91		
无	54	2 174	2.42								
有	10	272	3.55								

\*: 存在缺失值

2.2.1 单因素分析 对建模组数据进行单因素分析, 结果显示: 神经系统疾病、肾功能障碍、住院日数 ≥7 d、住 ICU 日数 ≥2 d、本次住院手术次数 ≥3 次、使用抗菌药物、中心静脉置管日数 ≥7 d、中心静脉插管次数 ≥2 次共 8 项因素与老年患者发生 CLABSI 有关, 具体见表 1。

2.2.2 多因素分析 将单因素分析有统计学意义的变量纳入二分类 logistic 回归模型, 采用 Back-

Wald 法筛选变量, 建立模型。最终进入模型的变量为住 ICU 日数 ≥2 d、本次住院手术次数 ≥3 次、使

用抗菌药物、中心静脉置管日数 $\geq 7$  d,具体见表 2。

**2.3 风险评分模型的构建** 根据 logistic 回归模型中的  $\beta$  系数确定老年患者 CLABSI 四大独立危险因素所对应的分值,依据  $\beta \times 4$ (四舍五入取整)确定各危险因素阳性时的分值,阴性时均设为 0 分,构建 CLABSI 风险评分模型,具体见表 3。根据构建的 CLABSI 风险评分模型对建模组患者病例数据进行打分,确定每例患者发生感染的风险得分,并计算各分值所对应的感染率。通过观察感染率的分布情况,将患者按风险分值进行分层。最终评估得分 0 分为未感染人群,感染率为 0;3~7 分为低感染风险人群,感染率为 1.18%;8~12 分为中感染风险

人群,感染率为 2.53%;13~17 分为高感染风险人群,感染率为 4.97%;20 分为感染人群,感染率为 100%。见表 4。各风险层感染率差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。

**2.4 风险评分模型的验证** 在建模组 2 510 例患者中,按照 CLABSI 诊断的金标准确定感染 64 例,未感染 2 446 例。根据风险评分模型对这些患者是否发生感染进行评价,分别判断为未感染、较小可能感染(低感染风险组)、可能感染(中感染风险组)、很可能感染(高感染风险组)及感染,并用数字 1~5 表示。见表 5。

**表 2** 建模组老年患者 CLABSI 多因素 logistic 回归分析

**Table 2** Multivariate logistic regression analysis on CLABSI in elderly patients in modeling group

危险因素	<i>b</i>	SE	Wald $\chi^2$	<i>P</i>	OR	95%CI
住 ICU 日数 $\geq 2$ d	0.88	0.37	5.57	0.018	2.40	1.16~4.98
本次住院手术次数 $\geq 3$ 次	0.68	0.28	5.93	0.015	1.98	1.14~3.42
使用抗菌药物	2.26	0.54	17.70	0.000	9.58	3.34~27.45
中心静脉插管日数 $\geq 7$ d	0.90	0.36	6.33	0.012	2.46	1.22~4.97
常量	-8.76	0.94	87.70	0.000	0.000	-

**表 3** CLABSI 风险评分模型

**Table 3** Risk scoring model for CLABSI

危险因素	赋值(分)
本次住院手术次数 $\geq 3$ 次	3
住 ICU 日数 $\geq 2$ d	4
中心静脉置管日数 $\geq 7$ d	4
使用抗菌药物	9
合计	20

**表 4** CLABSI 风险评分分层

**Table 4** Risk scoring stratification for CLABSI

风险等级	分值(分)	患者例数	感染例数	感染率(%)
未感染组	0	746	0	0.00
低感染风险组	3~7	422	5	1.18
中感染风险组	8~12	356	9	2.53
高感染风险组	13~17	985	49	4.97
感染组	20	1	1	100.00

**表 5** 对建模组患者进行诊断的结果(例)

**Table 5** Diagnostic results of patients in the modeling group (No. of cases)

金标准诊断结果	风险评分					合计
	1	2	3	4	5	
感染	0	5	9	49	1	64
未感染	746	417	347	936	0	2 446

模型对建模组数据具有较好的判别效率。

为了检验该风险评分模型是否具有代表性,利用验证组的数据进行验证。依据构建的 CLABSI 风险评分模型对验证组患者病例数据进行打分,确定每例患者发生感染的风险总得分,并计算各风险分值层所对应的感染率。结果显示,0 分患者,CLABSI 感染率为 0;3~7 分患者感染率为 1.37%;8~12 分感染率为 2.75%;13~17 分感染率为 3.58%;20 分患者感染率为 100%。各风险层感染率差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。

以相同的方法在验证组绘制 ROC 曲线,结果显示,ROC 曲线下面积为 0.70(95%CI:0.61~0.78, $P < 0.05$ ),见图 1。提示已建立的风险评分模型在验证组同样具有较好的判别效率。

以金标准诊断结果作为状态变量,状态变量的值取 1 为参考,以风险评分数值作为检验变量绘制 ROC 曲线。结果显示,ROC 曲线下面积为 0.74(95%CI:0.70~0.79, $P < 0.05$ ),见图 1。表明

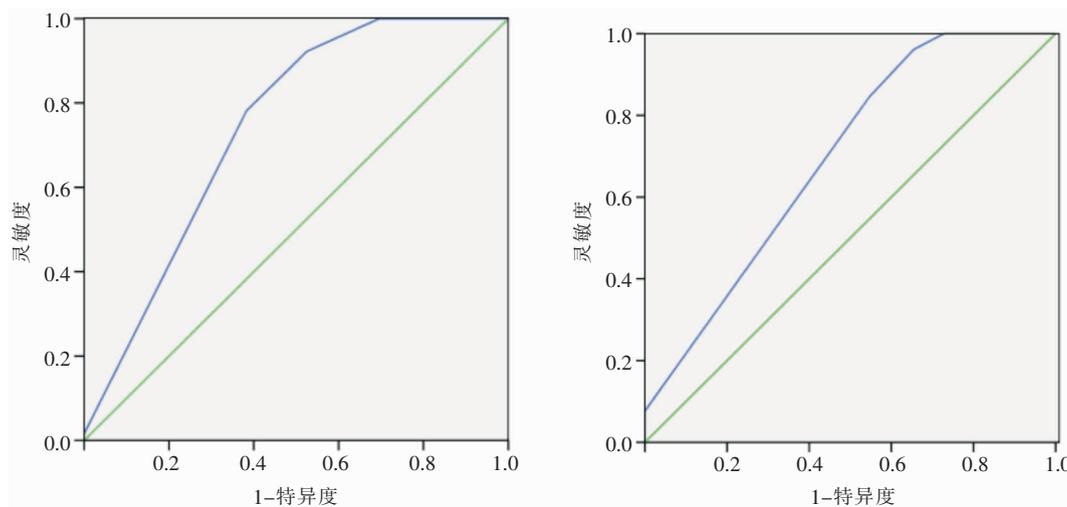


图1 ROC曲线评价风险评分模型的判别效力

Figure 1 Discriminant validity of ROC curve for evaluating risk scoring model

2.5 风险评分模型可用性评估 利用R软件绘制相应的决策曲线评估风险评分模型的预测价值。决策曲线的横坐标为概率阈值(Pt),即当评分达到某个数值时,患者*i*的感染概率记为 $P_i$ ,当 $P_i$ 达到某个阈值(Pt)就界定为感染,采取某种干预措施,如果小于此阈值则不干预;纵坐标为净获益(net benefit, NB),即实施干预措施所获得的利减去弊之后的净获益。按照决策曲线的构建过程,利用R软件计算每个阈值概率下的净获益并作出曲线,如图2所示。

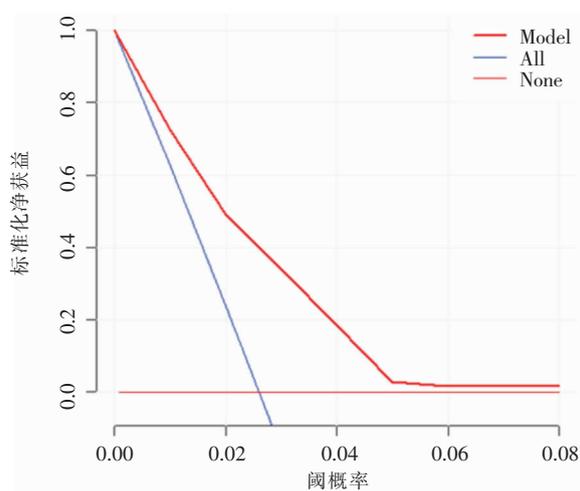


图2 风险评估模型的决策曲线分析图

Figure 2 Decision curve analysis chart of risk scoring model

图2对3个不同决策的获益进行了比较,三条曲线分别代表:对所有患者均不进行干预(用None

表示)、对所有患者均进行干预(用All表示)、采用风险评分模型进行决策。从图中可以看到,相对于对所有患者均进行干预或者均不进行干预,在阈值0.01~0.05的区间内风险评分模型的净获益都更高,因此,可以认为利用风险评分模型确定是否对CLABSI风险人群进行干预具有应用价值。

### 3 讨论

3.1 CLABSI危险因素的构成 随着社会老龄化的日益加重,世界老年人口越来越多,老年患者的医院感染问题也受到越来越多的关注。CLABSI是中心静脉置管患者最常见且最严重的并发症之一,老年患者因其自身疾病特征已成为CLABSI的高危人群。数据<sup>[2]</sup>显示,美国ICU内CLABSI发病率为(2.9~11.3)例次/1000导管日,平均为5.3例次/1000导管日,高于普通病房。本研究所选取的目标医院是一所以老年医学和神经医学为重点的大型三级甲等综合医院,是国家老年疾病临床医学研究中心、北京市老年病医疗研究中心。医院收治的老年患者所占比例较大,三年间收治60岁以上的老年患者达43%以上。调查结果显示,中心静脉置管的老年患者CLABSI千日感染率为3.16%~3.30%,低于国内同类报告<sup>[8-10]</sup>。反映了该医院针对老年患者开展CLABSI预防与控制工作的有效性,为老年患者疾病的成功诊治提供了安全保障。

本研究多因素分析结果显示,老年患者CLABSI独立危险因素为住ICU日数 $\geq 2$ d、本次住院手

术次数 $\geq 3$ 次、中心静脉置管日数 $\geq 7$ d、使用抗菌药物。以下将逐一对危险因素进行分析。

3.1.1 住 ICU 日数 $\geq 2$ d ICU 是医院集中监护和救治重症患者的专业病房,为各种原因导致一个或多个器官与系统功能障碍危及生命或具有潜在高危因素的患者及时提供系统的、高质量的医学监护和救治技术。ICU 已成为全世界所有现代化医院的核心部门之一。ICU 的发展无疑对挽救危重症患者的生命起到了不可替代的作用。在 ICU 接受治疗的老年患者通常病情危重、免疫力低下、基础疾病严重或进行各种侵入性操作,是医院感染的高危人群。而血管内置管作为患者输液、输血及营养支持通道的同时,也使患者处于血流感染和并发系统感染的高风险之中<sup>[11]</sup>。

3.1.2 本次住院手术次数 $\geq 3$ 次 老年患者机体各个器官处于衰退状态,免疫力低下,经历多次重大手术极易发生感染。本研究结果显示,本次住院手术次数 $\geq 3$ 次的老年患者 CLABSI 发病率高达 28.6%。

3.1.3 中心静脉置管日数 $\geq 7$ d 国内文献<sup>[9, 12]</sup>报道显示,CLABSI 发病率与导管留置时间存在一定的关系,导管留置时间越长,CLABSI 发病率越高。这可能是因为导管置入 24~48 h 后即会被纤维蛋白鞘包绕,纤维蛋白可以成为细菌等微生物进行繁殖的场所,随着留置时间延长,增加了细菌等进入机体的机会。本研究结果显示,中心静脉置管日数 $\geq 7$ d 的老年患者发生 CLABSI 风险是中心静脉置管 $< 7$ d 的 2.46 倍(95%CI:1.22~4.97)。因此,原则上在病情许可的情况下,应缩短导管留置时间。

3.1.4 使用抗菌药物 本研究提示,使用抗菌药物是老年患者发生 CLABSI 最重要的危险因素( $OR = 9.58$ )。al 等<sup>[13]</sup>研究显示,100% 的患者抗菌药物治疗史被确定为导管相关性血流感染的风险因子。目前临床上大部分感染病例在感染前均有一个广谱抗菌药物的长期使用史,且多为经验性用药。由于用药时机、药物选择、使用持续时间的不合理性,导致一些呈细菌定植状态的患者可能最终转变为感染状况。美国疾病控制与预防中心(CDC)和美国医院感染控制实践顾问委员会(HICPAC)于 2017 年 6 月发布的 CLABSI 预防控制指南中也明确提出:血管内导管置管前或置管中,不要为了预防导管细菌定植或 CLABSI 而常规全身预防性使用抗菌药物<sup>[14]</sup>。因此,临床上需重视抗菌药物的合理使用并派专人进行监控管理。

3.2 风险评估模型的预测价值 本研究利用医院感染监测信息系统收集老年患者病例资料,依据回归模型筛选老年患者发生 CLABSI 的危险因素,建立量化的感染风险预测评分模型,根据得分将患者进行分层,识别高危人群。研究结果可以为医院感染信息系统的预警开发提供参考,助力医院信息化建设,推动感控关口前移。

应用 ROC 曲线评价模型的判别效度,本研究中诊断金标准为 2007 年中华医学会重症医学专业委员会血管内导管相关感染的预防与治疗指南中的诊断标准,待评价的诊断标准为风险评分模型,由于应用该模型对患者进行诊断时只能得出感染的可能性大小,于是将结果确定为等级资料,并用数字 1~5 进行表示。以灵敏度为纵坐标,1-特异度为横坐标绘制曲线,一般认为,曲线下面积  $AUC > 0.7$  时,可以认为模型诊断准确性较好,且  $AUC$  越大,诊断准确性越高<sup>[15]</sup>。经验证,该模型在建模组和验证组均具有较好的判别效度,可应用于临床诊疗活动中。医务人员可按评分模型确定患者得分,将患者进行分层,针对不同的风险等级,采取更有针对性的措施,提高医疗资源的利用与效率。

ROC 曲线下面积  $AUC$  是判断模型准确性的重要工具,但即使准确性很高的模型在临床实践中均无法避免假阳性和假阴性的可能。为了弥补  $AUC$  的这一缺陷,本研究引入决策曲线,通过使决策净获益最大化来指导临床<sup>[16]</sup>。本研究表明,在阈值 0.01~0.05 的区间内风险评分模型的净获益均更高,具有应用价值。

3.3 本研究的不足 本研究对老年患者 CLABSI 风险预测评分模型的构建与验证进行了初步探索,但仍有很多不足之处,例如本研究数据来源单一,以北京市某大型三甲医院为例,未进行多中心研究与论证;本研究所涉及指标为医院感染管理日常监测指标,未纳入相关医源性指标。因此,本研究所构建的模型还需进一步的修正与完善,以期构建真正适用于临床、服务于临床的预警模型。

3.4 小结 本研究通过对中心静脉置管的老年患者临床资料进行分析,依据回归模型筛选危险因素,初步构建风险预测评分模型;经验证,该模型具有良好的判别效度与应用价值,可为医务人员识别 CLABSI 高危人群,有效预防与控制老年患者血流感染提供依据。

## [参 考 文 献]

- [1] Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies[J]. Mayo Clin Proc, 2006, 81(9): 1159 - 1171.
- [2] O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections[J]. Am J Infect Control, 2011, 39(4 Suppl 1): S1 - S34.
- [3] Blot S, Cankurtaran M, Petrovic M, et al. Epidemiology and outcome of nosocomial bloodstream infection in elderly critically ill patients: a comparison between middle-aged, old, and very old patients[J]. Crit Care Med, 2009, 37(5): 1634 - 1641.
- [4] 李骏, 喻莉, 杨军辉, 等. ICU 内中心静脉导管相关性血流感染的调查及危险因素分析[J]. 重庆医学, 2015, 44(4): 495 - 497, 501.
- [5] 张晓琳, 焦红梅, 刘新民. 老年患者血流感染预后的相关因素[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(23): 6878 - 6882.
- [6] 王力红, 吴安华, 安友仲, 等. 重症监护病房医院感染预防与控制规范: WS/T 509 - 2016[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(2): 191 - 194.
- [7] 中华医学会重症医学分会. 血管内导管相关感染的预防与治疗指南(2007)[J]. 中国实用外科杂志, 2008, 28(6): 413 - 421.
- [8] 王翠云, 徐凤玲, 朱瑞. 集束化管理在预防 ICU 中心静脉导管相关性血流感染的临床研究[J]. 安徽医药, 2015, 19(12): 2432 - 2435.
- [9] 叶晓燕, 金彩香, 韩智云. 中心静脉导管相关性血流感染的危险因素与预防研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(9): 2157 - 2160.
- [10] 周宏, 姜亦虹, 沈黎, 等. 综合医院 ICU 中心静脉导管相关性血流感染发生率及危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2012,

22(12): 2512 - 2514.

- [11] 同俏静, 庄一渝, 王文元. ICU 导管相关性血流感染危险因素分析及对策[J]. 中华护理杂志, 2008, 43(2): 177 - 179.
- [12] 陈凤朱, 张亚光, 蔡鸿燕, 等. 老年重症加强监护病房内血流感染危险因素探讨[J]. 中国临床护理, 2017, 9(2): 98 - 101.
- [13] al Soub H, Estinosa W. Hospital-acquired candidaemia: experience from a developing country[J]. J Hosp Infect, 1997, 35(2): 141 - 147.
- [14] Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for the prevention of intravascular catheter-related infections 2011[S]. CDC, 2017.
- [15] 何文英, 邓玉宏, 刘欣, 等. 手术部位感染风险预警模型构建[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(6): 497 - 501.
- [16] 肖文军, 陆茜, 姚旭东, 等. 决策曲线分析评价临床预测模型的应用研究[J]. 中国卫生统计, 2012, 29(3): 460 - 461.

(本文编辑: 陈玉华)

**本文引用格式:** 王力红, 魏楠, 赵霞, 等. 老年患者中央导管相关性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. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20194226.

**Cite this article as:** WANG Li-hong, WEI Nan, ZHAO Xia, et al. Establishment and validation of risk prediction scoring model of central line-associated bloodstream infection in elderly patients [J]. Chin J Infect Control, 2019, 18(3): 225 - 231. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20194226.