

个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型的构建

宋甜田¹, 李作坤¹, 王书会²

(1.大连医科大学附属第二医院重症医学科, 辽宁 大连 116000; 2.山东大学齐鲁医院感染管理处, 山东 济南 250012)

摘要: **目的** 构建个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型,为早期筛查老年瓣膜置换术后医院感染的高风险人群及制定针对性预防策略提供依据。**方法** 回顾性收集2020年1月1日至2021年12月31日山东大学齐鲁医院行心脏瓣膜置换手术的334例老年患者临床相关资料,其中男176例,女158例,60~81岁,平均(65.86±4.34)岁。采用Lasso回归及多因素Logistic回归筛选老年心脏瓣膜置换术后医院感染的独立危险因素,依据独立危险因素构建个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型,采用Bootstrap自抽样法($n=1000$)进行模型的内部验证,采用C-指数或受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积、校准曲线、决策曲线检测模型的预测性能。**结果** 334例老年心脏瓣膜置换手术患者,发生医院感染91例,发生率27.25%。心力衰竭、应激性高血糖、留置胃管、肺动脉高压、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、美国麻醉医师协会评分(American Society of Anesthesiologists, ASA)是老年心脏瓣膜置换术后医院感染的独立危险因素,依据上述变量构建风险 Nomogram 模型,经内部验证发现,模型校正后的C-指数为0.80;校准曲线显示模型预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染的发生风险与实际医院感染的发生风险之间的一致性较好;临床决策曲线显示模型净获益较好。**结论** 构建的个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型具有较好的区分度、校准度和临床有效性,有助于提高对老年心脏瓣膜置换术后医院感染的高风险人群的早期筛查,尽早制定针对性干预策略,以降低医院感染发生率。

关键词: 心脏瓣膜置换; 医院感染; 危险因素; Nomogram

中图分类号:R654.2

文献标志码:A

Development of a nomogram model for individualized prediction of the risk of nosocomial infection after heart valve replacement in elderly patients

SONG Tiantian¹, LI Zuokun¹, WANG Shuhui²

(1. Department of Critical Care Medicine, The Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116000, Liaoning, China; 2. Department of Infection Management, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China)

Abstract: Objective To develop a nomogram model for individualized prediction of the risk of nosocomial infection after heart valve replacement in the elderly patients, so as to provide a basis for the early screening of the high-risk population and the formulating of targeted prevention strategies. **Methods** The clinical data of 334 elderly patients who underwent heart valve replacement surgery in Qilu Hospital of Shandong University during Jan. 1, 2020 and Dec. 31, 2021 were retrospectively collected, including 176 males and 158 females, aged 60-81 years, with an average of (65.86±4.34) years. The independent risk factors for nosocomial infection were identified with Lasso regression and multivariate Logistic regression, based on which, a nomogram model for individualized prediction of risk was constructed. The internal validation of the model was tested with Bootstrap self-sampling method ($n=1,000$). The predictive performance of the model was tested with C-index, area under the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve or decision curve. **Results** A total of 91 nosocomial infection occurred, with an incidence of 27.25%. Heart failure, stress hyperglycemia, indignant gastric tube, pulmonary hypertension, left ventricular ejection fraction (LVEF) and American Society of Anesthesiologists (ASA) were independent risk factors for nosocomial infection.

Based on the above variables, a nomogram model was constructed, whose C-index after correction was 0.80. The calibration curve showed that the model could accurately predict the risk of nosocomial infection. The clinical decision curve showed good net benefit. **Conclusion** The nomogram model for the prediction of nosocomial infection risk in the elderly patients after heart valve replacement has good differentiation, calibration and clinical effectiveness, which can help to screen the high-risk group and formulate targeted intervention strategies, so as to reduce the incidence of nosocomial infection.

Key words: Heart valve replacement; Nosocomial infection; Risk factor; Nomogram

心脏瓣膜病(valvular heart disease, VHD)是一种由于瓣膜结构及功能异常所导致的心脏疾病,其发病率随着年龄的增加而逐渐增长^[1],近年随着社会老龄化趋势的逐渐显现,我国老年退行性心脏瓣膜病的患病率逐渐增加,研究表明,我国中老年人心脏瓣膜病的患病率约为2.05%~15.90%^[2],给社会带来了极大的疾病负担。目前心脏瓣膜置换手术已成为心脏瓣膜病的主要治疗手段,其中开胸手术是主要的手术治疗方式,创伤大,伤口暴露时间长,使患者容易增加医院感染的发生风险^[3],此外老年人基础疾病多,体质差,机体免疫功能出现不同程度降低,更容易并发医院感染^[4]。研究表明,医院感染不仅会进一步加重患者心脏负荷,恶化心功能,增加患者致残率、致死率,严重影响患者预后^[5],还会增加患者的住院时间,降低医院的床位流转率,增加患者及医院的经济负担^[6]。因此早期个体化识别出老年心脏瓣膜置换术后感染的高风险人群,采取有效、针对性的医院感染防控策略对防控医院感染具有重要意义。本研究旨在探讨老年心脏瓣膜置换术后医院感染现状、风险因素,并结合风险因素构建个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型且进行内部验证,为降低瓣膜置换术后医院感染率提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究采用病例对照研究方法,选取2020年1月1日至2021年12月31日于山东大学齐鲁医院行心脏瓣膜置换手术的老年患者334例,其中男176例,女158例,60~81岁,平均(65.86±4.34)岁。住院期间发生医院感染的患者为感染组,同期未发生医院感染的患者为非感染组。

纳入标准:①经超声心动图诊断为心脏瓣膜病^[7];②行心脏瓣膜置换手术治疗;③住院时间>48 h;④年龄≥60岁。排除标准:①术前已发生医院感染者;②精神障碍者;③重要资料缺失者。本研究已通过山东大学齐鲁医院伦理委员会审核批准

(KYL-2020-149)。本研究根据 TRIPOD 指南进行模型构建。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

借助医院信息系统和医院感染监测系统,研究团队采用自行编制的心脏瓣膜置换术后医院感染目标监测调查表收集临床特征资料,包括患者术前相关资料:年龄、性别、吸烟(根据病例记录发现既往有吸烟史)、饮酒(根据病例记录发现既往有饮酒史)、入院心功能分级(new york heart association, NYHA,是一种评估心功能受损程度的临床方法,NYHA 心功能分级≥3级,日常活动明显受限)、高血压(收缩压>140 mmHg 或舒张压>90 mmHg 或既往已被医生诊断高血压)、糖尿病(有“三多一少”临床症状加上空腹血糖≥7.0 mmol/L 或随机血糖≥11.1 mmol/L,或者既往已被医生诊断糖尿病)、心力衰竭、是否有心脏手术史、肺动脉高压、房颤(医生根据患者心电图诊断)、术前是否贫血(术前男性血红蛋白<120 g/L,女性血红蛋白<110 g/L)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、术前住院时间等;术中和术后相关资料:手术时间、手术类型、体外循环时间、是否行主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon counterpulsation, IABP)、美国麻醉医师协会评分(American Society of Anesthesiologists, ASA)、术后入住ICU时间、应激性高血糖、预防性使用抗生素、机械通气时间(<24 h、≥24 h)、是否留置胃管、围术期输血[是否输注红细胞(red blood cell, RBC)、是否输注新鲜冰冻血浆(fresh frozen plasma, FFP)、是否输注血小板(platelet, PLT)]等情况;实验室检查资料:术前白蛋白、术前血红蛋白、术前肌酐等;结局指标情况:是否发生医院感染,感染病原菌情况等。资料收集者均经过专业化培训。本研究结局指标为术后48 h至出院期间发生医院感染。所有的预测变量均在结局变量出现前收集。

1.2.2 医院感染诊断标准

以《医院感染诊断标准》^[8]为基础,参照患者的影像学、实验学以及病原学检查结果,结合患者的临

床症状和体征,确诊感染病例。感染病例的确诊需由临床医生、医院感染专职人员以及研究者共同确诊。根据《医院感染诊断标准》^[8]将本研究中的医院感染分为肺部感染(指肺实质因感染出现炎症)、血流感染(指病原体进入血流,血培养阳性且患有全身感染征象)、手术部位感染(指围手术期发生的切口、深部脏器或者腔隙的感染)以及多部位感染(指同时具有上述两种及以上的感染类型)。

1.2.3 一般临床特征的诊断标准

①心力衰竭:是心脏结构或功能异常改变导致心室收缩或舒张功能受损而引起的一组复杂临床综合征,入院后医生依据《中国心力衰竭诊断和治疗指南》诊断^[9]。②肺动脉高压:是肺动脉压异常升高的一种病理生理状态,入院后医生结合患者临床表现以及右心导管测量平均动脉压 ≥ 25 mmHg 诊断^[10]。③LVEF:是左心室每搏输出量占左心室舒张末期容积的比例,入院后根据超声心动图判断LVEF $< 50\%$ 或 $\geq 50\%$,LVEF $< 50\%$ 表示心功能不全^[11]。④ASA评分:术前根据患者体质状况和对手术危险性进行分类,ASA ≥ 4 级表明患有严重系统性疾病,已丧失工作能力,威胁生命安全^[12]。⑤应激性高血糖:应激状况下患者因物质及能量代谢紊乱而出现的暂时性血糖升高称为应激性高血糖,医生根据术后3 d内:非糖尿病患者空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L;糖尿病患者空腹血糖 ≥ 11.1 mmol/L诊断应激性高血糖^[13]。

1.3 统计学处理

采用SPSS 22.0及R3.6.1统计学软件,计数资料采用频数及构成比(%);计量资料符合正态分布

采用 $\bar{x}\pm s$,非正态分布采用“ $M(Q1, Q3)$ ”,组间计数资料采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法;计量资料符合正态分布采用 t 检验,非正态分布采用Wilcoxon秩和检验。采用Lasso回归和十折交叉验证法进行变量的筛选和验证,以Lambda.min值作为最佳Lambda值,将Lasso回归筛选出的变量纳入多因素Logistic回归中,采用向前逐步法构建模型,采用R3.6.1软件绘制个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险Nomogram模型。采用Bootstrap自抽样法($n=1\ 000$)进行模型的内部验证。其中采用C-指数或ROC曲线下面积(area under curve, AUC)评估模型对发生感染患者及未发生感染患者的区分能力,通常AUC或C-指数 > 0.7 ,则说明模型区分力较好。采用校准曲线评估模型预测值与实际值之间的一致性。采用决策曲线评估预测模型的临床有效性。

2 结果

2.1 医院感染现况

发生医院感染91例,其中肺部感染79例,血流感染2例,手术部位感染2例,多部位感染8例,医院感染发生率约为27.25%(95%CI:0.224~0.320)。

2.2 感染组与非感染组患者临床特征情况

感染组男性43.96%,女性56.04%,非感染组男性55.97%,女性44.03%($P>0.05$);感染组平均66(63~69)岁,非感染组平均65(62~68)岁($P>0.05$),其他患者特征情况见表1。

表1 感染组与非感染组临床特征情况/ $M(P_{25}, P_{75})$

Table 1 Clinical characteristics of patients in the infection group and the non-infection group / $M(P_{25}, P_{75})$

| 变量 | 感染组($n=91$) | 非感染组($n=243$) | χ^2 /Fisher/Z | P |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| 年龄/岁 | 66(63,69) | 65(62,68) | -0.939 | 0.348 |
| 性别/ $n(\%)$ | | | 3.832 | 0.050 |
| 女 | 51(56.04) | 107(44.03) | | |
| 男 | 40(43.96) | 136(55.97) | | |
| BMI | 23.51(20.28,26.30) | 23.52(21.11,25.78) | -0.055 | 0.956 |
| 吸烟/ $n(\%)$ | | | 1.927 | 0.165 |
| 否 | 72(79.12) | 174(71.60) | | |
| 是 | 19(20.88) | 69(28.40) | | |
| 饮酒/ $n(\%)$ | | | 0.409 | 0.522 |
| 否 | 73(80.22) | 187(76.95) | | |
| 是 | 18(19.78) | 56(20.05) | | |
| 心力衰竭/ $n(\%)$ | | | 11.587 | 0.001 |
| 否 | 63(69.23) | 208(85.6) | | |
| 是 | 28(30.77) | 35(14.4) | | |
| 高血压/ $n(\%)$ | | | 0.057 | 0.811 |
| 否 | 56(61.54) | 153(62.96) | | |
| 是 | 35(38.46) | 90(37.04) | | |

续表

| 变量 | 感染组(<i>n</i> =91) | 非感染组(<i>n</i> =243) | $\chi^2/F/Z$ | <i>P</i> |
|------------------------|--------------------|----------------------|--------------|----------|
| 糖尿病/ <i>n</i> (%) | | | 2.760 | 0.097 |
| 否 | 77(84.62) | 221(90.95) | | |
| 是 | 14(13.38) | 22(9.05) | | |
| 肺动脉高压/ <i>n</i> (%) | | | 7.154 | 0.007 |
| 否 | 22(24.18) | 97(39.92) | | |
| 是 | 69(75.82) | 146(60.08) | | |
| 心脏手术史/ <i>n</i> (%) | | | 1.045 | 0.307 |
| 否 | 82(90.11) | 227(93.42) | | |
| 是 | 9(9.89) | 16(6.58) | | |
| 房颤/ <i>n</i> (%) | | | 2.462 | 0.117 |
| 否 | 46(50.55) | 146(60.08) | | |
| 是 | 45(49.45) | 97(39.92) | | |
| 心功能分级/ <i>n</i> (%) | | | 0.910 | 0.340 |
| <3级 | 19(20.88) | 63(25.93) | | |
| ≥3级 | 72(79.12) | 180(74.07) | | |
| LVEF/ <i>n</i> (%) | | | 14.396 | <0.001 |
| ≥50 | 66(72.54) | 217(89.30) | | |
| <50 | 25(27.47) | 26(10.70) | | |
| 术前贫血/ <i>n</i> (%) | | | 15.086 | <0.001 |
| 否 | 71(78.02) | 226(93) | | |
| 是 | 20(21.98) | 17(7) | | |
| 预防性使用抗生素/ <i>n</i> (%) | | | 0.151 | 0.698 |
| 否 | 74(81.32) | 202(83.13) | | |
| 是 | 17(18.68) | 41(16.87) | | |
| 术前住院时间/d | 8(6,11) | 7(5,10) | 1.844 | 0.065 |
| 手术类型/ <i>n</i> (%) | | | 0.089 | 0.766 |
| 单纯瓣膜 | 74(81.32) | 201(82.72) | | |
| 瓣膜+搭桥 | 17(18.68) | 42(17.28) | | |
| IABP/ <i>n</i> (%) | | | 1.797 | 0.180 |
| 否 | 85(93.41) | 235(96.71) | | |
| 是 | 6(6.59) | 8(3.29) | | |
| 瓣膜材料/ <i>n</i> (%) | | | 0.037 | 0.847 |
| 机械瓣膜 | 39(42.86) | 107(44.03) | | |
| 生物瓣膜 | 52(57.14) | 136(55.97) | | |
| ASA 分级/ <i>n</i> (%) | | | 4.793 | 0.029 |
| <4 | 72(79.12) | 215(88.48) | | |
| ≥4 | 19(20.88) | 28(11.52) | | |
| 手术时间/min | 315(265,375) | 285(245,330) | 3.054 | 0.002 |
| 术后 ICU 住院时间/d | 6(4,10) | 4(4,6) | 5.781 | <0.001 |
| 体外循环时间/min | 154(123,202) | 141(116,181) | 2.347 | 0.019 |
| 是否输注 RBC/ <i>n</i> (%) | | | 4.945 | 0.026 |
| 否 | 3(3.30) | 27(11.11) | | |
| 是 | 88(96.70) | 216(88.89) | | |
| 是否输注 FFP/ <i>n</i> (%) | | | 3.003 | 0.083 |
| 否 | 5(5.49) | 29(11.93) | | |
| 是 | 86(94.51) | 214(88.07) | | |
| 是否输注 PLT/ <i>n</i> (%) | | | 11.574 | 0.001 |
| 否 | 60(65.93) | 202(83.13) | | |
| 是 | 31(34.07) | 41(16.87) | | |
| 机械通气/ <i>n</i> (%) | | | 18.431 | <0.001 |
| <24 | 72(79.12) | 230(94.65) | | |
| ≥24 | 19(20.88) | 13(5.35) | | |

续表

| 变量 | 感染组(n=91) | 非感染组(n=243) | $\chi^2/F/Z$ | P |
|--------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------|
| 留置胃管/n(%) | | | 51.967 | <0.001 |
| 否 | 64(70.33) | 236(97.12) | | |
| 是 | 27(29.67) | 7(2.88) | | |
| 应激性高血糖/n(%) | | | 44.427 | <0.001 |
| 否 | 41(45.05) | 199(81.89) | | |
| 是 | 50(54.95) | 44(18.11) | | |
| 白蛋白/(g/L) | 42.3(39.8,44.4) | 42.8(40.2,45) | -0.914 | 0.361 |
| 血红蛋白/(g/L) | 131(117,144) | 138(128,148) | -3.425 | 0.001 |
| 肌酐/($\mu\text{mol/L}$) | 72(62,84) | 73(62,85) | -0.307 | 0.758 |

2.3 Lasso 回归和多因素 Logistic 回归筛选特征变量

如图 1 所示,本研究选取模型误差最小时所对应的 Lambda 值作为最佳 Lambda, Lambda.min 为 0.020 100 5,此时进入模型的变量共 16 个,分别为: BMI、心力衰竭、吸烟、手术时间、术后 ICU 住院时间、

RBC、PLT、应激性高血糖、血红蛋白、肌酐、留置胃管、机械通气、肺动脉高压、LVEF、ASA、术前贫血。

将上述 16 个变量纳入多因素 Logistic 回归,确定最终进入模型的预测因素,包括心力衰竭、应激性高血糖、留置胃管、肺动脉高压、LVEF、ASA。见表 2。

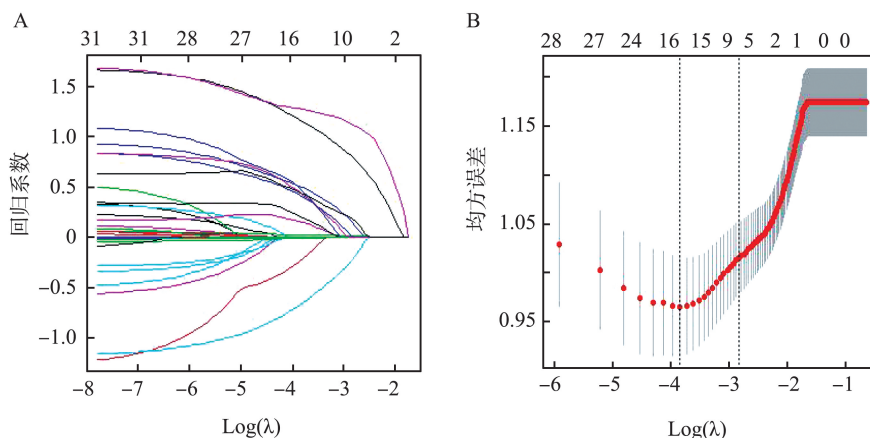


图 1 LASSO 回归的变量选择

A: 变量系数分布图; B: 交叉验证曲线图。

Figure 1 Variable selection by the least absolute shrinkage and selection operator (LASSO) binary

A: Coefficient distribution of variables; B: Cross verify curve graphs.

表 2 多因素 Logistic 回归筛选特征变量

Table 2 Characteristic variables screened by multivariate Logistic regression

| 变量 | β | SE | Wald χ^2 | P | OR | 95% CI |
|--------|---------|-------|---------------|--------|-------|--------------|
| 心力衰竭 | 0.815 | 0.364 | 5.020 | 0.025 | 2.259 | 1.107~4.609 |
| 应激性高血糖 | 1.483 | 0.331 | 20.104 | <0.001 | 4.406 | 2.304~8.425 |
| 留置胃管 | 1.548 | 0.645 | 5.755 | 0.016 | 4.702 | 1.328~16.656 |
| 肺动脉高压 | 0.798 | 0.349 | 5.218 | 0.022 | 2.220 | 1.120~4.401 |
| LVEF | -1.120 | 0.416 | 7.264 | 0.007 | 0.326 | 0.144~0.373 |
| ASA | 0.910 | 0.431 | 4.458 | 0.035 | 2.485 | 1.067~5.787 |
| 常量 | -3.218 | 2.074 | 2.408 | 0.121 | 0.040 | — |

2.4 个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型的构建

在老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型中,根据患者实际情况,每个变量

对应“Point”轴上相应的评分,各评分相加得到总分数,对应“Total Points”总分,从而对应“Risk”轴上的预测概率值,见图 2。

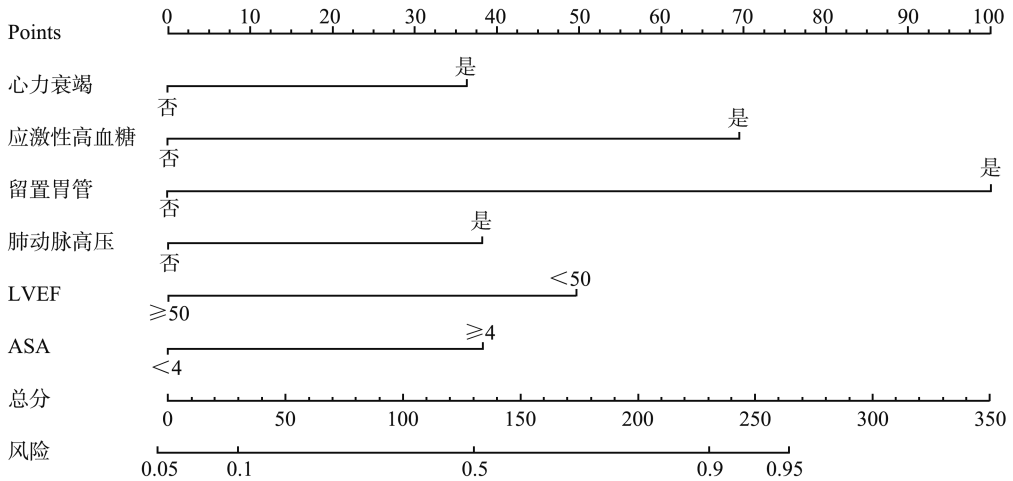


图2 个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型的构建

Figure 2 The nomogram model for individualized prediction of nosocomial infection risk after heart valve replacement in elderly patients

2.5 个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型的验证

C-指数或 ROC 曲线下面积为 0.81 (95% CI: 0.76~0.87), 经过样本自抽样 1 000 次后的校正 C-指数为 0.80。采用 bootstrap 自抽样法抽样 1 000

次后,模型预测医院感染的发生风险与实际医院感染的发生风险之间的一致性仍较好,见图 3。决策曲线显示,预测模型在自抽样 1 000 次后,在人群中的净获益仍较高,见图 4。

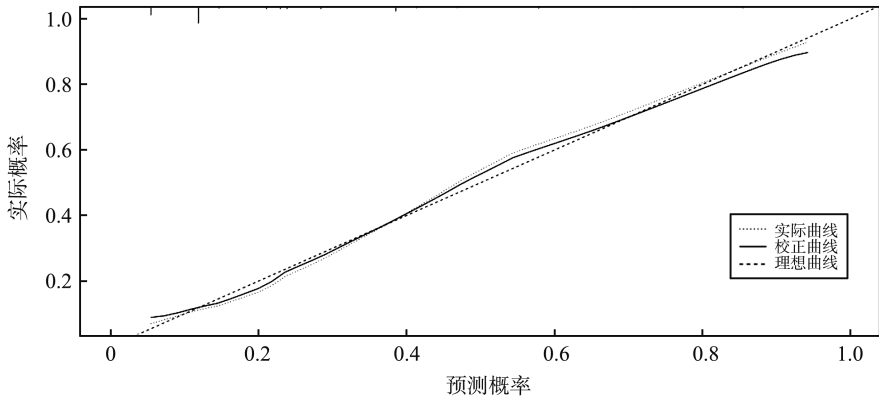


图3 Nomogram 模型的校准曲线

Figure 3 Calibration curve of nomogram

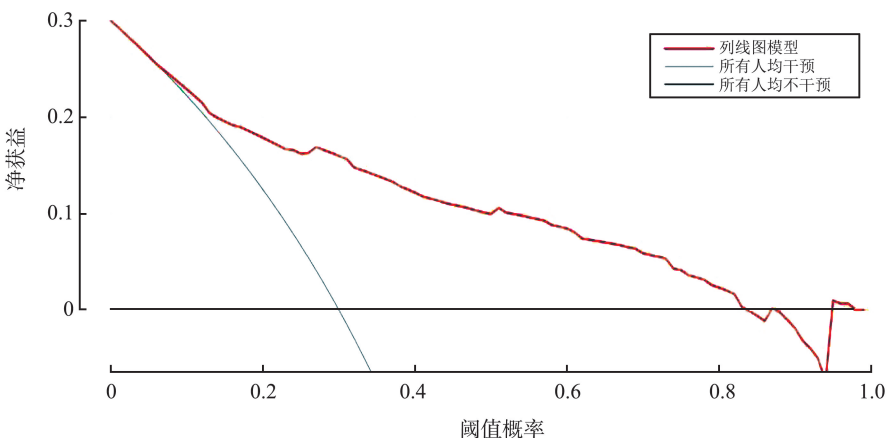


图4 Nomogram 模型的决策曲线

Figure 4 Clinical decision curve of the nomogram

3 讨论

目前我国老年心脏瓣膜病的患病率逐年增加,瓣膜置换手术治疗虽明显改善了患者的心功能状况,但术后医院感染的发生明显延缓了患者的预后进程。有研究发现,术后30 d内发生医院感染能够导致患者次年的生存率显著下降,患者的晚期感染率和死亡率增加^[14]。因此本研究探讨老年心脏瓣膜置换术后感染危险因素并依此构建了个体化风险预测 Nomogram 模型,对于降低老年瓣膜置换术后感染发生率具有重要的应用价值。

本研究中老年心脏瓣膜置换术后医院感染的发生率约为27.25%,高于相关研究的20.13%^[15],其中肺部感染最为常见,与以往研究较为相似^[16-17]。分析原因可能是:瓣膜置换术中大面积创伤导致术后需久卧;患者术后因惧怕切口疼痛而拒绝主动协助咳嗽,痰液蓄积呼吸道;机械通气损伤气道正常防御功能,均增加了患者肺部感染的发生风险,且老年患者相较于青壮年患者基础疾病多、身体状况较差,抵抗力差,使其更容易遭受病原体的侵袭。

有研究发现,心力衰竭是心脏手术后肺部并发症和呼吸机相关性肺炎等不良结局的重要预测因素^[18]。本研究结果发现,心力衰竭、LVEF<50%是老年心脏瓣膜置换术后医院感染的危险因素。究其原因,可能是心功能与肺功能之间关系密切,相互协同作用,心功能不全容易导致患者出现肺淤血或肺水肿,导致患者肺功能的异常,从而增加患者肺炎的易感性^[19],其次心功能受损导致患者体力受限,常需卧床休息,痰液排出受限,容易导致坠积性肺炎的发生。因此临床上应注重患者心功能保护,加强患者出入量管理,密切关注患者临床症状和体征以及其他实验室指标的变化,积极改善患者心功能状况,对降低老年心脏瓣膜置换术后医院感染的发生有重要作用。

一项针对先天性心脏病患儿的研究表明,伴有肺动脉高压患儿的术后呼吸机相关性肺炎的发生风险明显高于不伴有肺动脉高压组的发生风险^[20]。本研究结果发现,肺动脉高压是老年心脏瓣膜置换术后医院感染的危险因素,分析原因可能是肺动脉高压容易导致患者心肌缺血缺氧造成心肌损伤,严重时导致患者心功能受损,从而增加患者医院感染的发生风险。因此临床上医务人员应该注重动态评估患者肺动脉高压情况,采取相应的治疗措施,降低患者肺动脉高压,积极改善患者功能,对降低老年心

脏瓣膜置换术后医院感染的发生有重要作用。

以往研究表明,术后应激性高血糖会增加患者术后感染的发生风险^[21-22]。本研究也发现,应激性高血糖是老年瓣膜置换术后医院感染的危险因素。究其原因,可能是机体血糖水平过高会明显恶化原发性疾病所引起的病理性损伤^[23],导致自身病情加重;甚至体内高血糖环境会激发患者体内炎症反应,引发机体免疫抑制^[23-24],降低机体对病原菌抵御能力,给病原菌提供了生长环境,最终导致老年瓣膜置换术后医院感染风险增加。因此临床上需严密监测老年瓣膜置换术后患者的血糖情况,注重围术期液体管理,及时采取相应的治疗方式合理控制患者术后血糖波动范围,避免不必要的应激因素,以维持血糖稳定在正常范围。

本研究还发现,留置胃管是老年心脏瓣膜置换术后医院感染的独立危险因素。老年患者吞咽功能差,术后胃管留置过程中可能发生的胃内容物的反流、胃管移位以及细菌迁移等情况都会增加患者坠积性肺炎的发生风险^[19,25-26]。因此,对于老年瓣膜置换术后的患者应严密关注患者胃管的留置情况(留置时间、刻度),确保胃管在胃内,定时评估胃潴留情况,做好体位管理。本研究发现,ASA分级是老年心脏瓣膜置换术后医院感染独立危险因素。ASA评分临床上主要用于识别患者手术风险以及患者自身的身体状况,等级越高,患者手术风险越高,自身身体状况越差,术后越容易并发医院感染,以往研究也证实了这一点^[27-28],因此应术前早期进行全面的身体评估,制定相应的措施改善患者的身体状况,保持机体处于最优状态,对降低老年心脏瓣膜置换术后医院感染有重要的临床意义。

列线图模型作为一种直观的图表工具,其本质都是在医院感染的危险因素与患者是否发生医院感染之间构建一种函数关系,便于医护人员便捷地、个体化地预测患者医院感染的发生风险^[29]。本研究基于心力衰竭、应激性高血糖、留置胃管、肺动脉高压、LVEF、ASA构建了个体化预测老年心脏瓣膜置换术后医院感染风险 Nomogram 模型,模型内部验证发现,C-index为0.80,区分度较好;校正曲线趋近于理想曲线,模型具有较好的校准力;决策曲线净效益值较高,说明该预测模型的整体性能良好。临床上医护人员可以根据患者的具体情况,采用该模型计算患者发生医院感染的风险概率,筛选出感染高风险人群,采取针对性的、集束化的干预策略,以降低医院感染的发生率。

综上所述,本研究构建的个体化老年心脏瓣膜

置换术后医院感染风险 Nomogram 模型具有较好的性能,可以协助临床医护人员筛选老年瓣膜置换术后医院感染的高风险人群。但本研究尚存在一定的局限性:回顾性单中心的研究,样本量受限,部分相关数据不能获取,在以后相关研究中可进行前瞻性、多中心的大样本的研究,进一步优化和调整模型。

参考文献:

- [1] Binder RK, Dweck M, Prendergast B. The year in cardiology: valvular heart disease [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(8): 912-920.
- [2] Yang Y, Wang ZW, Chen Z, et al. Current status and etiology of valvular heart disease in China: a population-based survey [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 339.
- [3] Huang X, Dhruva SS, Yuan X, et al. Characteristics, interventions and outcomes of patients with valvular heart disease hospitalised in China: a cross-sectional study [J]. *BMJ Open*, 2021, 11(11): e52946.
- [4] Verzele NAJ, Chua BY, Law CW, et al. The impact of influenza pulmonary infection and inflammation on vagal bronchopulmonary sensory neurons [J]. *FASEB J*, 2021, 35(3): e21320.
- [5] 宋甜田. 心脏瓣膜置换术后医院感染风险预测列线图模型的构建及经济负担评价[D]. 济南: 山东大学, 2021.
- [6] Lv Y, Huang X, Wu J, et al. Economic burden attributable to healthcare-associated infections at western China hospitals: 6 year, prospective cohort study [J]. *J Infect*, 2023, 21: S0163-4453(23)00594-7. doi: 10.1016/j.jinf.2023.12.008.
- [7] 李琼娥, 王兴耀. 超声诊断老年退行性心脏瓣膜病的临床价值和准确率评价[J]. *影像研究与医学应用*, 2020, 4(16): 155-156.
LI Qionge, WANG Xingyao. Clinical value and accuracy evaluation of ultrasonic diagnosis of senile degenerative valvular heart disease [J]. *Journal of Imaging Research and Medical Applications*, 2020, 4(16): 155-156.
- [8] 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.
- [9] 魏安华, 李娟. 《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018》药物更新透视[J]. *医药导报*, 2019, 38(5): 539-543.
WEI Anhua, LI Juan. Pharmacologic Therapy Updates of 2018 Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Heart Failure in China [J]. *Herald of Medicine*, 2019, 38(5): 539-543.
- [10] 杨媛华. 《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021版)》解读——肺动脉高压的诊断[J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(8): 696-699.
YANG Yuanhua. Interpretation of the Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension in China (2021 edition): diagnosis of pulmonary hypertension [J]. *Chinese Journal of Practical Internal Medicine*, 2021, 41(8): 696-699.
- [11] 张健, 张宇辉, 周蕾. 国家心力衰竭指南 2023(精简版)[J]. *中国循环杂志*, 2023, 38(12): 1207-1238.
ZHANG Jian, ZHANG Yuhui, ZHOU Lei. National Heart Failure Guideline 2023 (Simplified Version) [J]. *Chinese Circulation Journal*, 2023, 38(12): 1207-1238.
- [12] 钟鑫. 胃窦根治术后肺部并发症的临床风险因素研究及预测模型的构建[D]. 济南: 山东大学, 2022.
- [13] 任燕霞. 应激性高血糖比值对急性心肌梗死患者院内预后的影响[D]. 大连: 大连医科大学, 2020.
- [14] O'Brien WJ, Gupta K, Itani K. Association of postoperative infection with risk of long-term infection and mortality [J]. *Jama Surg*, 2020, 155(1): 61-68.
- [15] 高翠平, 孙淑玲, 肖茹, 等. 中老年心脏瓣膜置换术肺部感染危险因素调查[J]. *中国消毒学杂志*, 2023, 40(4): 284-286.
GAO Cuiping, SUN Shuling, XIAO Ru, et al. Study on risk factors of pulmonary infection in middle-aged and elderly patients undergoing cardiac valve replacement [J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2023, 40(4): 284-286.
- [16] De Marzo V, Dettori S, Nicolini LA, et al. Early infections after successful transcatheter aortic valve replacement are associated with increased short- and long-term mortality: a single-center study [J]. *Int J Cardiol*, 2021, 332: 48-53. doi: 10.1016/j.ijcard.2021.03.065.
- [17] Ailawadi G, Chang HL, O'Gara PT, et al. Pneumonia after cardiac surgery: experience of the national institutes of health/Canadian institutes of health research cardiothoracic surgical trials network [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 153(6): 1384-1391.
- [18] Hassounkheir N, Hussein K, Abboud Z, et al. Risk factors for ventilator-associated pneumonia following cardiac surgery: case-control study [J]. *J Hosp Infect*, 2020, 4: S0195-6701(20)30184-5. doi: 10.1016/j.jhin.2020.04.009.
- [19] Yao X, Li N, Lu R, et al. Development of a nomogram for predicting nosocomial infections among patients after cardiac valve replacement surgery [J]. *J Clin Nurs*, 2023, 32(7-8): 1466-1475.
- [20] 燕超, 王伟, 刘莉, 等. 心胸外科重症监护病房儿童先天性心脏病术后呼吸机相关肺炎的危险因素[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(8): 953-957.
YAN Chao, WANG Wei, LIU Li, et al. Risk factors for postoperative ventilator-associated pneumonia in children with congenital heart disease in cardiothoracic surgical

- intensive care unit [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2023, 22(8): 953-957. doi:10.12138/j.issn.1671-9638.
- [21] 谢朝云, 熊芸, 李耀福, 等. 呼吸机相关性肺炎血流感染相关因素分析[J]. *西北国防医学杂志*, 2021, 42(3): 167-172.
XIE Zhaoyun, XIONG Yun, LI Yaofu, et al. Analysis of factors related to bloodstream infection of ventilator-associated pneumonia [J]. *Medical Journal of National Defending Forces in Northwest China*, 2021, 42(3): 167-172.
- [22] Pennington Z, Lubelski D, Westbroek EM, et al. Persistent postoperative hyperglycemia as a risk factor for operative treatment of deep wound infection after spine surgery [J]. *Neurosurgery*, 2020, 87(2): 211-219.
- [23] 姚雪, 卢冉冉, 孙淑玲, 等. 风湿性心脏病患者瓣膜置换术后医院感染风险预测评分模型的构建[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2022, 60(6): 90-96.
YAO Xue, LU Ranran, SUN Shuling, et al. Establishment of a risk prediction scoring model for nosocomial infection in rheumatic heart disease patients after valve replacement surgery [J]. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 2022, 60(6): 90-96.
- [24] Lin Z, Liang X, Zhang Y, et al. Positive association between stress hyperglycemia ratio and pulmonary infection in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1): 76.
- [25] Zhang H, Guo Z, Chai Y, et al. Risk factors for and clinical outcomes of carbapenem-resistant klebsiella pneumoniae nosocomial infections; a retrospective study in a tertiary hospital in Beijing, China [J]. *Infect Drug Resist*, 2021, 14: 1393-1401. doi: 10.2147/IDR.S298530. eCollection 2021.
- [26] Lee HW, Kim DH, Jin KN, et al. Association between successful weaning from nasogastric tube feeding and thoracic muscle mass in patients with aspiration pneumonia [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(30): 34298.
- [27] Zhang K, Wang S, Li M, et al. Anesthesia timing for children undergoing therapeutic cardiac catheterization after upper respiratory infection: a prospective observational study [J]. *Minerva Anesthesiol*, 2020, 86(8): 835-843.
- [28] 陈晓军, 孙爱华, 吴颜丹, 等. 全身麻醉患者术后医院感染病原学及风险预测模型构建[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(18): 2785-2789.
CHEN Xiaojun, SUN Aihua, WU Yandan, et al. Etiological characteristics of postoperative nosocomial infection in general anesthesia patients and establishment of risk prediction model [J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2020, 86(8): 835-843.
- [29] 张明慧, 王丽云, 王芸, 等. 髋部骨折患者术后恐动症风险的列线图分析[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2023, 61(11): 74-81.
ZHANG Minghui, WANG Liyun, WANG Yun, et al. A nomogram analysis of the risk of kinesiophobia in patients with hip fracture after surgery [J]. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 2023, 61(11): 74-81.

(编辑:徐苗蓁)