

· 论著 ·

老年冠心病患者冠状动脉旁路移植术后发生肺部感染的影响因素及其风险预测列线图模型构建



扫描二维码
获取更多

徐慧, 刘鸿, 管玉珍, 陆真

【摘要】 **目的** 探讨老年冠心病患者冠状动脉旁路移植术(CABG)后发生肺部感染的影响因素, 构建其风险预测列线图模型并进行验证。**方法** 选取2020—2021年于江苏省人民医院行CABG的老年冠心病患者464例为建模集, 选取2022年于江苏省人民医院行CABG的老年冠心病患者320例为验证集。收集所有患者的临床资料, 根据CABG后住院期间是否发生肺部感染将建模集患者分为肺部感染组和非肺部感染组。老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的影响因素采用多因素Logistic回归分析; 采用R 4.1.2软件包及rms程序包建立老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型; 采用Bootstrap法重复抽样1 000次对该列线图模型进行内部验证, 计算其一致性指数; 采用Hosmer-Lemeshoe拟合优度检验评价该列线图模型的拟合程度; 绘制校准曲线以评估该列线图模型预测老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的性能; 采用ROC曲线分析该列线图模型对老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的预测价值。**结果**

建模集464例老年冠心病患者CABG后发生肺部感染69例(14.87%)。两组年龄、术前红细胞分布宽度(RDW)、手术方式、手术时间、输注悬浮红细胞者占比、术后呼吸机通气时间比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示, 年龄、术前RDW、手术方式、手术时间、输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间是老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的独立影响因素($P < 0.05$)。基于多因素Logistic回归分析结果, 构建老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型。采用Bootstrap法分别在建模集与验证集中重复抽样1 000次对该列线图模型进行内部验证, 结果显示, 其一致性指数分别为0.794 [95%CI (0.766, 0.822)] 和0.759 [95%CI (0.737, 0.782)]。Hosmer-Lemeshoe拟合优度检验结果显示, 在建模集和验证集中, 该列线图模型拟合较好($\chi^2 = 1.294$, $P = 0.255$; $\chi^2 = 0.326$, $P = 0.568$)。校准曲线分析结果显示, 该列线图模型预测建模集与验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的校准曲线接近于理想曲线。ROC曲线分析结果显示, 该列线图模型预测建模集与验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的AUC分别为0.801 [95%CI (0.771, 0.831)] 和0.762 [95%CI (0.734, 0.790)]。**结论** 年龄 ≥ 70 岁、术前RDW $\geq 14.5\%$ 、手术方式为体外循环、手术时间 ≥ 5 h、输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间 ≥ 24 h是老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的独立危险因素, 基于上述因素构建的列线图模型有助于预测老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的发生风险。

【关键词】 冠心病; 冠状动脉旁路移植术; 肺部感染; 影响因素分析; 列线图

【中图分类号】 R 541.4 **【文献标识码】** A **DOI:** 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.171

Influencing Factors of Pulmonary Infection after Coronary Artery Bypass Grafting in Elderly Patients with Coronary Heart Disease and Construction of Nomogram Model for Predicting Its Risk

XU Hui, LIU Hong, GUAN Yuzhen, LU Zhen
Department of Cardiovascular Surgery, Jiangsu Provincial People's Hospital, Nanjing 210029, China

Corresponding author: GUAN Yuzhen, E-mail: guanyuzhen139214@163.com

【Abstract】 **Objective** To analyze the influencing factors of pulmonary infection after coronary artery bypass grafting (CABG) in elderly patients with coronary heart disease, and to construct and validate the nomogram model for predicting its risk. **Methods** A total of 464 elderly patients with coronary heart disease who underwent CABG in Jiangsu Provincial People's Hospital from 2020 to 2021 were selected as the modeling set, 320 elderly patients with coronary heart disease who underwent CABG in Jiangsu Provincial People's Hospital in 2022 were selected as the validation set. Clinical data of patients were collected, the patients in the modeling set were divided into pulmonary infection group and non-pulmonary infection group based on whether pulmonary infection occurred during hospitalization after CABG. Multivariate Logistic regression analysis method was used to analyze the influencing factors of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease. The nomogram model for predicting the risk of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease was

基金项目: 江苏省科教能力提升工程项目(ZDXK202230)

作者单位: 210029江苏省南京市, 江苏省人民医院心脏大血管外科

通信作者: 管玉珍, E-mail: guanyuzhen139214@163.com

constructed by the R 4.1.2 software package and rms package. Bootstrap method was used to repeatedly sample 1 000 times for internal verification of the nomogram model, and its consistency index (CI) was calculated. Hosmer–Lemeshow goodness of fit test was used to evaluate the fitting degree of the nomogram model. Calibration curve was drawn to evaluate the effectiveness of the nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease, and the ROC curve was used to analyze the predictive value of the nomogram model for pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease. **Results** Among 464 elderly patients with coronary heart disease in the modeling set, 69 (14.87%) had pulmonary infection. There were significant differences in age, preoperative red cell distribution width (RDW), surgical method, surgical time, proportion of patients suspended red blood cell infusion, and postoperative ventilation time between the two groups ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that age, preoperative RDW, surgical method, surgical time, proportion of patients suspended red blood cell infusion, and postoperative ventilation time were the influencing factors of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease ($P < 0.05$). The nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease was constructed based on the above influencing factors. Bootstrap method was used to repeated by sample 1 000 times in modeling set and in validation set respectively for internal verification of the nomogram model, the results showed that the CI was 0.794 [95%CI (0.766, 0.822)] and 0.759 [95%CI (0.737, 0.782)], respectively. The results of Hosmer–Lemeshow goodness of fit test showed that the nomogram model fit well in modeling set ($\chi^2=1.294, P=0.255$) and in validation set ($\chi^2=0.326, P=0.568$). The results of calibration curve analysis showed that the calibration curve of nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease was close to the ideal curve. The results of ROC curve analysis showed that the AUC of the nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease in modeling set and validation set was 0.801 [95%CI (0.771, 0.831)], 0.762 [95%CI (0.734, 0.790)], respectively. **Conclusion** Age ≥ 70 , preoperative RDW $\geq 14.5\%$, extracorporeal circulation of surgical, surgical time ≥ 5 h, suspending method red blood cell infusion, and postoperative ventilation time ≥ 24 h are the risk factors of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease. The nomogram model constructed based on the above factors is helpful to predict the risk of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease.

【Key words】 Coronary heart disease; Coronary artery bypass grafting; Lung infection; Root cause analysis; Nomograms

冠心病是一种临床常见的以冠状动脉管腔狭窄或阻塞为特征的多发生于老年人的疾病,可严重危害公众健康^[1],且其发病率和死亡率呈逐年上升趋势^[2-3]。冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)主要通过建立人工通道使血液绕过狭窄区域进行血运重建,从而达到缓解心肌缺血症状、改善心功能的目的^[4]。但CABG作为一项有创性术式,术后易发生一系列并发症,其中肺部感染较为常见,如未得到及时处理,不仅会增加患者的医疗负担,影响术后恢复,甚至会增加患者的死亡风险,这也是心脏外科面临的难题^[5]。近年来,国内外研究主要探讨CABG后发生肺部感染的发生机制和治疗方式,而在筛选相关易感人群和早期防控方面尚未取得显著成果^[6-7]。列线图是一种定量评估特定风险的预测工具,其能够将各项变量进行整合,并以赋值的方式体现在同一平面上,使传统回归模型可视化、简易化^[8]。本研究旨在探讨老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的影响因素,并构建其风险预测列线图模型,以期减少老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的发生提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2020—2021年于江苏省人民医院

行CABG的老年冠心病患者464例为建模集。选取2022年于江苏省人民医院行CABG的老年冠心病患者320例为验证集。纳入标准:(1)符合《冠状动脉粥样硬化性心脏病诊断标准》中的冠心病诊断标准^[9];(2)年龄60~80岁;(3)符合CABG指征,初次行CABG;(4)临床资料完整。排除标准:(1)具有冠状动脉弥漫性钙化病变、心力衰竭、冠状动脉远端堵塞等CABG禁忌证者;(2)术前合并慢性阻塞性肺疾病及其他感染性疾病者;(3)近3个月使用过抗菌药物或免疫抑制药物者;(4)既往有主动脉内球囊反搏术史、心脏瓣膜置换术/整形术等心脏手术史者;(5)合并严重外伤、严重肝肾功能不全、精神疾病、血液系统疾病、免疫系统疾病、恶性肿瘤等者。建模集和验证集患者性别、年龄、BMI、有吸烟史者占比、既往史比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。本研究通过江苏省人民医院医学伦理委员会审批(批号:20190314022)。

1.2 临床资料收集 收集所有患者的临床资料,包括一般资料〔性别、年龄、BMI、吸烟史、既往史(糖尿病、高血压、高脂血症、心律失常史)〕、术前实验室检查指标〔白细胞计数、红细胞计数、红细胞分布宽度(red cell distribution width, RDW)〕、术前NYHA

表1 建模集和验证集患者一般资料比较〔n(%)〕
Table 1 Comparison of general data between modeling set and validation set

组别	例数	性别		年龄		BMI		吸烟史	既往史			
		男	女	<70岁	≥70岁	<24 kg/m ²	≥24 kg/m ²		糖尿病史	高血压史	高脂血症史	心律失常史
建模集	464	340 (73.28)	124 (26.72)	269 (57.97)	195 (42.03)	397 (85.56)	67 (14.44)	148 (31.90)	85 (18.32)	186 (40.09)	87 (18.75)	134 (28.88)
验证集	320	235 (73.44)	85 (26.56)	196 (61.25)	124 (38.75)	279 (87.19)	41 (12.81)	106 (33.13)	54 (16.88)	113 (35.31)	61 (19.06)	87 (27.19)
χ ² 值		0.003		0.842		0.422		0.130	0.271	1.829	0.012	0.268
P值		0.960		0.359		0.516		0.718	0.603	0.176	0.912	0.605

分级、术前左心室舒张末期内径 (left ventricular end diastolic dimension, LVEDD)、住院时间、手术方式、手术时间、是否输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间。

1.3 分组 根据CABG后住院期间是否发生肺部感染将建模集患者分为肺部感染组和非肺部感染组。参照《医院感染诊断标准(试行)》^[10]中的相关标准,肺部感染包括肺部感染的临床症状(咳嗽/发热)、典型胸部影像学特征、支气管镜检查阳性、痰细菌培养阳性等。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据处理。术前白细胞计数、术前红细胞计数、术前LVEDD属于计量资料符合正态分布以($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本t检验;性别、年龄、BMI、吸烟史、既往史、术前RDW、术前NYHA分级、住院时间、手术方式、手术时间、是否输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间属于计数资料以相对数表示,组间比较采用χ²检验;老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的影响因素采用多因素Logistic回归分析;采用R 4.1.2软件包及rms程序包建立老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型;采用Bootstrap法重复抽样1 000次对该列线图模型进行内部验证,计算其一致性指数;采用Hosmer-Lemeshoe拟合优度检验评价该列线图模型的拟合程度;绘制校准曲线以评估该列线图模型预测老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的性能;采用ROC曲线分析该列线图模型对老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的预测价值。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肺部感染组和非肺部感染组临床资料比较 建模集464例老年冠心病患者CABG后发生肺部感染69例,发生率为14.87%。肺部感染组和非肺部感染组性别、BMI、有吸烟史者占比、既往史、术前白细胞计数、术前红细胞计数、术前NYHA分级、术前LVEDD、住院时间比较,差异无统计学意义(P>0.05);肺部感染组和非肺部感染组年龄、术前RDW、手术方式、手术时间、输注悬浮红细胞者占比、术后呼吸机通气时间比较,差异有统计学意义(P<0.05),见表2。

2.2 老年冠心病患者CABG后发生肺部感染影响因素的多因素Logistic回归分析 以老年冠心病患者CABG

后是否发生肺部感染为因变量(赋值:发生=1,未发生=0),以表2中差异有统计学意义的指标〔年龄(赋值:≥70岁=1,<70岁=0)、术前RDW(赋值:≥14.5%=1,<14.5%=0)、手术方式(赋值:体外循环=1,非体外循环=0)、手术时间(赋值:≥5 h=1,<5 h=0)、输注悬浮红细胞(赋值:是=1,否=0)、术后呼吸机通气时间(赋值:≥24 h=1,<24 h=0)〕为自变量,进行多因素Logistic回归分析,结果显示,年龄、术前RDW、手术方式、手术时间、输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间是老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的独立影响因素(P<0.05),见表3。

2.3 老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型构建及验证 基于多因素Logistic回归分析结果,构建老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型,见图1。采用Bootstrap法分别在建模集与验证集中重复抽样1 000次对该列线图模型进行内部验证,结果显示,其一致性指数分别为0.794〔95%CI(0.766, 0.822)〕和0.759〔95%CI(0.737, 0.782)〕。Hosmer-Lemeshoe拟合优度检验结果显示,在建模集和验证集中,该列线图模型拟合较好(χ²=1.294, P=0.255; χ²=0.326, P=0.568)。校准曲线分析结果显示,该列线图模型预测建模集与验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的校准曲线接近于理想曲线,见图2~3。ROC曲线分析结果显示,该列线图模型预测建模集与验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的AUC分别为0.801〔95%CI(0.771, 0.831)〕和0.762〔95%CI(0.734, 0.790)〕,见图4~5。

3 讨论

肺部感染是CABG后常见的并发症,可能与术后早期机体内线粒体损伤及其他易感因素有关^[11]。AL-HARBI等^[12]对459例CABG患者统计发现,术后发生肺部感染发生率为8.7%;邓佩琳等^[13]研究报道,老年冠心病患者CABG后发生肺部感染发生率为47.06%;本研究结果显示,老年冠心病患者CABG后发生肺部感染发生率为14.87%。各研究结果差异较大,可能与受试者数量、临床特征及随访时间等不同有关,但上述结果均

表2 肺部感染组和非肺部感染组临床资料比较

Table 2 Comparison of clinical data between pulmonary infection group and non-pulmonary infection group

项目	肺部感染组 (n=69)	非肺部感染组 (n=395)	χ^2 (t) 值	P值
性别 [n (%)]			0.570	0.450
男	48 (69.57)	292 (73.92)		
女	21 (30.43)	103 (26.08)		
年龄 [n (%)]			13.700	<0.001
<70岁	26 (37.68)	243 (61.52)		
≥70岁	43 (62.32)	152 (38.48)		
BMI [n (%)]			1.271	0.260
<24 kg/m ²	56 (81.16)	341 (86.33)		
≥24 kg/m ²	13 (18.84)	54 (13.67)		
吸烟史 [n (%)]	21 (30.43)	127 (32.15)	0.080	0.778
既往史 [n (%)]				
糖尿病史	17 (24.68)	68 (17.22)	2.163	0.141
高血压史	31 (44.93)	155 (39.24)	0.791	0.374
高脂血症史	14 (20.29)	73 (18.48)	0.126	0.722
心律失常史	21 (30.43)	113 (28.61)	0.095	0.757
术前白细胞计数 ($\bar{x} \pm s, \times 10^9/L$)	4.74 ± 1.17	4.58 ± 1.31	0.950 ^a	0.342
术前红细胞计数 ($\bar{x} \pm s, \times 10^{12}/L$)	5.04 ± 1.08	4.95 ± 1.26	0.558 ^a	0.577
术前RDW [n (%)]			10.738	0.001
<14.5%	49 (71.01)	342 (86.58)		
≥14.5%	20 (28.99)	53 (13.42)		
术前NYHA分级 [n (%)]			2.394	0.122
I ~ II级	23 (33.33)	171 (43.29)		
III ~ IV级	46 (66.67)	224 (56.71)		
术前LVEDD ($\bar{x} \pm s, mm$)	48.43 ± 5.26	49.47 ± 5.34	1.496 ^a	0.135
住院时间 [n (%)]			0.248	0.619
<7 d	28 (40.58)	173 (43.80)		
≥7 d	41 (59.42)	222 (56.20)		
手术方式 [n (%)]			13.278	<0.001
体外循环	61 (88.41)	263 (66.58)		
非体外循环	8 (11.59)	132 (33.42)		
手术时间 [n (%)]			9.547	0.002
<5 h	28 (40.58)	239 (60.51)		
≥5 h	41 (59.42)	156 (39.49)		
输注悬浮红细胞 [n (%)]	33 (47.83)	114 (28.86)	9.761	0.002
术后呼吸机通气时间 [n (%)]			11.528	0.001
<24 h	27 (39.13)	241 (61.01)		
≥24 h	42 (60.87)	154 (38.99)		

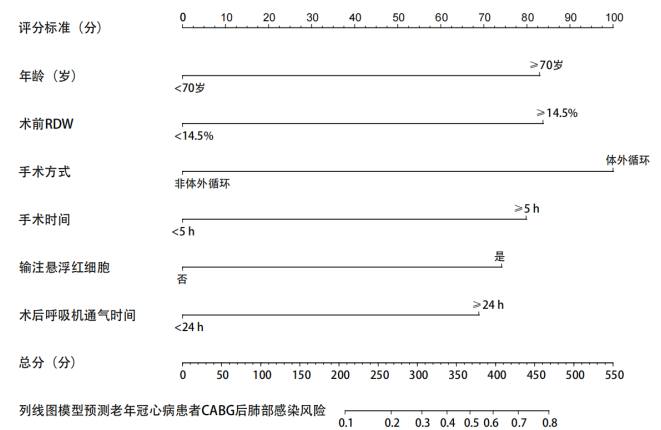
注: RDW=红细胞分布宽度, LVEDD=左心室舒张末期径; ^a表示t值

表明行CABG的冠心病患者是罹患肺部感染的高风险人群。本研究结果还显示, 革兰阴性菌为肺部感染的主要致病菌, 与SAKHAEI等^[14]和韩冬等^[15]报道结果一致, 临床医生应根据患者药敏试验结果选择相应的抗菌

表3 老年冠心病患者CABG后发生肺部感染影响因素的多因素Logistic回归分析

Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
年龄	1.142	0.293	15.161	<0.001	3.132	(1.763, 5.565)
术前RDW	1.153	0.343	11.272	0.001	3.167	(1.616, 6.207)
手术方式	1.377	0.410	11.276	0.001	3.962	(1.774, 8.850)
手术时间	1.099	0.298	13.609	<0.001	3.002	(1.674, 5.382)
输注悬浮红细胞	1.021	0.298	11.763	0.001	2.775	(1.549, 4.972)
术后呼吸机通气时间	0.948	0.293	10.447	0.001	2.580	(1.452, 4.584)



注: RDW=红细胞分布宽度, CABG=冠状动脉旁路移植术

Figure 1 Nomogram model for predicting the risk of pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease

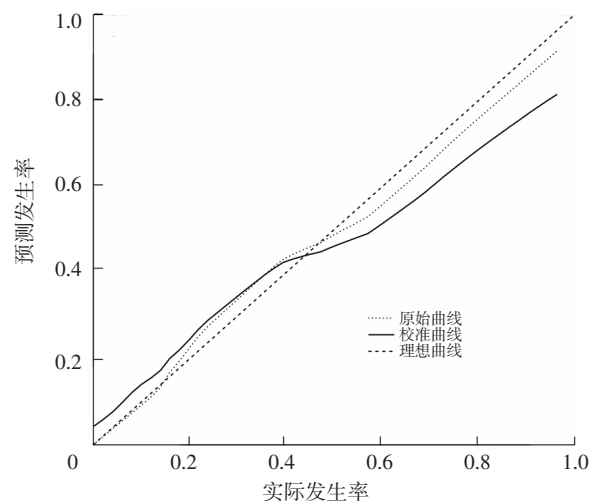


Figure 2 Calibration curve of nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease in modeling set

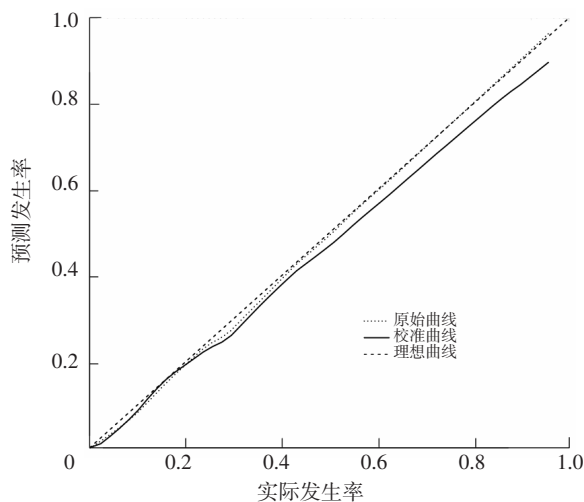


图3 列线图模型预测验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的校准曲线

Figure 3 Calibration curve of nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease in validation set

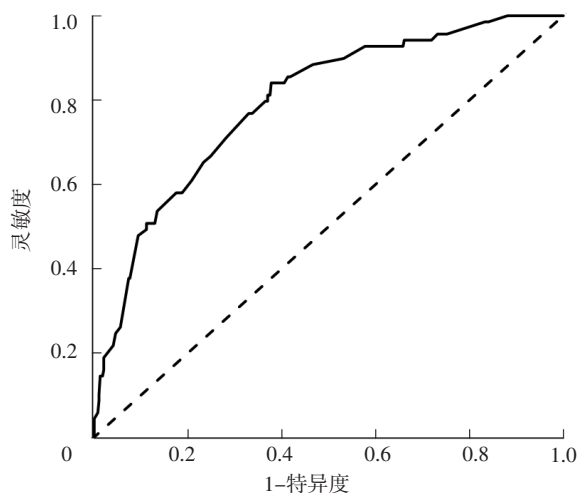


图4 列线图模型预测建模集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的ROC曲线

Figure 4 ROC curve of nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease in modeling set

药物予以治疗。

老年肺部感染患者病情进展快、病死率高，因此分析相关危险因素具有重要的临床意义。本研究结果显示，年龄 ≥ 70 岁、术前RDW $\geq 14.5\%$ 、手术方式为体外循环、手术时间 ≥ 5 h、输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间 ≥ 24 h是老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的独立危险因素。随着年龄增长机体各器官功能逐渐衰退，免疫力下降，遭受病原菌侵袭时自身防御能力较差，导致高龄患者CABG后更易发生肺部感染^[16]。RDW是一种反映红细胞体积异质性和形态均匀程度的指标，有研究报道，CABG前RDW可用于识别术后有肺部感染风险的患者^[17]，本研究结果与其一致。究其原

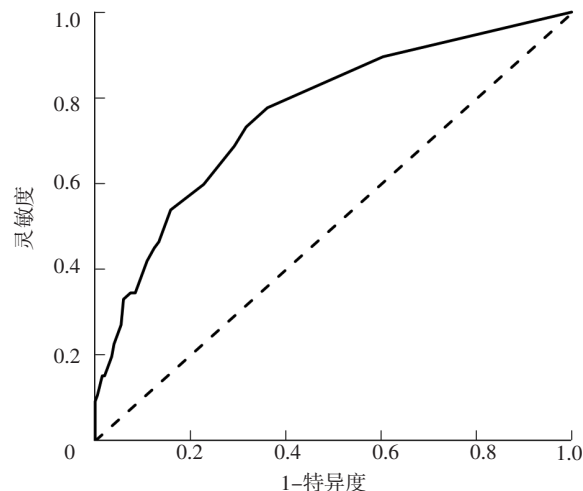


图5 列线图模型预测验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的ROC曲线

Figure 5 ROC curve of nomogram model for predicting pulmonary infection after CABG in elderly patients with coronary heart disease in validation set

因，红细胞的数量庞大且寿命较长，其成熟受到炎症影响，而未成熟的红细胞可在炎症作用下进入外周血液循环，且红细胞体积异质性增加表明机体处于低度慢性炎症状态^[18]。体外循环手术会使血液与外界环境和设备直接接触，从而增加了病原菌侵袭的机会；此外，体外循环手术过程中血液再灌注可导致肺部微细血管损伤，从而更易诱发肺部感染^[19]。刘辉等^[20]研究报道，手术时间长是CABG后发生肺部感染的危险因素，本研究结果与其一致。手术时间长意味着切口部位暴露时间长，导致病原菌进入血液并诱发感染的概率较大。同时手术部位长时间牵拉可导致局部组织损伤，术后恢复时间较长，从而增加肺部感染的发生风险。MAZZEFFI等^[21]研究报道，围术期输注悬浮红细胞会增加CABG后发生肺部感染的发病率，这可能是由于血液制品本身携带致病菌所致，且在输血过程中血液直接与外界环境接触，增加了病原菌感染的概率。此外，异体输血会造成一定的免疫抑制，因此输血患者更易诱发肺部感染。樊国亮等^[22]研究报道，呼吸机通气时间与CABG后发生肺部感染的发生密切相关，可能是由于呼吸机造成气道天然防御屏障受损，呼吸道分泌物排出受阻，而且呼吸机可能将环境中的致病微生物带入呼吸道。此外，长期插管可导致病原菌在管道上附着并繁殖，从而增加肺部感染的风险。

本研究基于上述影响因素，构建老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型，其拟合较好，且预测建模集和验证集老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的AUC分别为0.801、0.762。提示本研究构建的老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的风险预测列线图模型具有良好的临床适用性，可为早期筛选出

具有肺部感染的高危人群提供参考依据。

综上所述, 年龄 ≥ 70 岁、术前RDW $\geq 14.5\%$ 、手术方式为体外循环、手术时间 ≥ 5 h、输注悬浮红细胞、术后呼吸机通气时间 ≥ 24 h是老年冠心病患者CABG后发生肺部感染的独立危险因素, 基于上述危险因素构建的风险预测列线图模型有助于预测老年冠心病患者CABG后发生肺部感染发生风险。但本研究样本来自单中心, 数据代表性不充足, 可能导致结果存在偏倚, 还需要进一步扩大样本量进行验证。

作者贡献: 徐慧进行文章的构思与设计, 研究的实施与可行性分析, 论文撰写; 徐慧、刘鸿进行资料收集、整理; 徐慧、管玉珍进行统计学处理; 徐慧、管玉珍、陆真进行论文的修订; 管玉珍负责文章的质量控制及审校, 对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] BEERKENS F J, CLAESSEN B E, MAHAN M, et al. Contemporary coronary artery bypass graft surgery and subsequent percutaneous revascularization [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2022, 19 (3): 195–208. DOI: 10.1038/s41569-021-00612-6.
- [2] DUGGAN J P, PETERS A S, TRACHIOTIS G D, et al. Epidemiology of coronary artery disease [J]. *Surg Clin North Am*, 2022, 102 (3): 499–516. DOI: 10.1016/j.suc.2022.01.007.
- [3] 孙海超, 姚雨菲, 王月娟, 等. 冠心病患者发生心源性猝死危险因素的Meta分析 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2022, 30 (11): 76–84. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.273.
- [4] HARDIMAN S C, VILLAN VILLAN Y F, CONWAY J M, et al. Factors affecting mortality after coronary bypass surgery: a scoping review [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2022, 17 (1): 45. DOI: 10.1186/s13019-022-01784-z.
- [5] ATIK F A, PEGADO H M, DE BRITO L M R, et al. Does the anthropometric profile influence infection morbidity after coronary artery bypass grafting? [J]. *J Card Surg*, 2021, 36 (4): 1194–1200. DOI: 10.1111/jocs.15334.
- [6] 李祥, 宗良, 倪良春, 等. 75岁以上冠心病患者行冠状动脉旁路移植术的疗效分析 [J]. *中国心血管病研究*, 2021, 19 (6): 526–529. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2021.06.009.
- [7] MARTIN T J, ELTORAI A E M, KENNEDY K, et al. Seasonality of postoperative pneumonia after coronary artery bypass grafting: a national inpatient sample study [J]. *J Card Surg*, 2020, 35 (6): 1258–1266. DOI: 10.1111/jocs.14577.
- [8] HUANG X, LUO Z, LIANG W, et al. Survival nomogram for young breast cancer patients based on the SEER database and an external validation cohort [J]. *Ann Surg Oncol*, 2022, 29 (9): 5772–5781. DOI: 10.1245/s10434-022-11911-8.
- [9] 周玉杰, 贾德安. 批阅三载增删十次——《冠状动脉粥样硬化性心脏病诊断标准》诞生记 [J]. *中国卫生标准管理*, 2010, 1 (4): 20–21.
- [10] 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. DOI: 10.3760/j.issn:0376-2491.2001.05.027.
- [11] SANDLER N, HO H, DRAXLER D F, et al. Characterisation of plasma mitochondrial DNA, MMP-9 and neutrophil elastase in patients undergoing coronary artery bypass grafting: effects of tranexamic acid and postoperative pneumonia [J]. *Heart Lung Circ*, 2022, 31 (3): 439–446. DOI: 10.1016/j.hlc.2021.08.008.
- [12] AL-HARBI S A, ALKHAYAL N, ALSEHALI A, et al. Impact of blood transfusion on major infection after isolated coronary artery bypass surgery: incidence and risk factors [J]. *J Saudi Heart Assoc*, 2019, 31 (4): 254–260. DOI: 10.1016/j.jsha.2019.06.005.
- [13] 邓佩琳, 胡振东, 吴秦凤, 等. 老年冠心病冠状动脉搭桥术后肺部感染病原学及其影响因素 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32 (11): 1702–1706. DOI: 10.11816/en.ni.2022-211415.
- [14] SAKHAEI D, PARVAS E, ILKHANI S, et al. Fulminant psudeomonas pneumonia following coronary artery bypass grafting—case report [J]. *Int J Surg Case Rep*, 2023, 102: 107785. DOI: 10.1016/j.ijscr.2022.107785.
- [15] 韩冬, 张超, 杜守峰, 等. 冠状动脉旁路移植术后感染病原菌分布、耐药性及危险因素分析 [J]. *新乡医学院学报*, 2020, 37 (8): 773–776, 782. DOI: 10.7683/xyxyxb.2020.08.017.
- [16] FURMAN C D, LEINENBACH A, USHER R, et al. Pneumonia in older adults [J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2021, 34 (2): 135–141. DOI: 10.1097/QCO.0000000000000718.
- [17] VAN KOEVERDEN I D, DEN RUIJTER H M, SCHOLTES V P W, et al. A single preoperative blood test predicts postoperative sepsis and pneumonia after coronary bypass or open aneurysm surgery [J]. *Eur J Clin Invest*, 2019, 49 (3): e13055. DOI: 10.1111/eci.13055.
- [18] MARZOUK H, MOSTAFA N, KHALIFA I, et al. Red cell distribution width (RDW) as a marker of subclinical inflammation in children with familial Mediterranean fever [J]. *Curr Rheumatol Rev*, 2020, 16 (4): 298–303. DOI: 10.2174/1573397116666200312142709.
- [19] 韩增强, 王璇, 刘刚, 等. 体外循环与非体外循环下双侧乳内动脉冠状动脉旁路移植术早期预后分析 [J]. *中国循环杂志*, 2022, 37 (10): 1033–1036. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2022.10.010.
- [20] 刘辉, 陈鹏操, 支伟伟, 等. 冠状动脉旁路移植术后患者并发肺部感染的影响因素分析 [J]. *中国药物与临床*, 2021, 21 (17): 2972–2974. DOI: 10.11655/zgywylc.2021.17.023.
- [21] MAZZEFFI M A, HOLMES S D, TAYLOR B, et al. Red blood cell transfusion and postoperative infection in patients having coronary artery bypass grafting surgery: an analysis of the society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database [J]. *Anesth Analg*, 2022, 135 (3): 558–566. DOI: 10.1213/ane.0000000000005920.
- [22] 樊国亮, 张英飞, 陈铁男, 等. 冠状动脉旁路移植术后肺部感染发生的危险因素分析 [J]. *中国循环杂志*, 2019, 34 (2): 139–143. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2019.02.006.

(收稿日期: 2023-03-09; 修回日期: 2023-05-24)

(本文编辑: 陈素芳)