

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.202111114

· 论 著 ·

# 构建预测永久性心脏起搏器植入患者术后囊袋感染风险的列线图模型

周晓娟, 马礼坤, 张理想, 詹 玲

(中国科学技术大学附属第一医院心血管内科, 安徽 合肥 230036)

**[摘 要]** **目的** 探讨永久性心脏起搏器植入患者术后囊袋感染的风险因素, 依此构建个性化的风险预测模型。**方法** 采用回顾性队列研究方法分析 2016 年 1 月—2018 年 5 月安徽省某三级甲等医院心血管内科收治的且接受永久性心脏起搏器植入术患者的临床资料及随访资料。依据患者术后 1 年囊袋感染的发生情况将受试对象分为感染组和未感染组。采用 lasso 回归和 logistic 回归分析永久性心脏起搏器植入术患者术后囊袋感染的独立风险因素。**结果** 共纳入 322 例永久性心脏起搏器植入术患者, 术后起搏器囊袋感染的发病率为 7.45% (24 例)。lasso 回归和多因素 logistic 回归模型分析结果显示, 年龄、手术时长、手术次数、切口愈合不良是受试对象术后囊袋感染发生的独立风险因素 (均  $P < 0.05$ )。构建的列线图模型通过 Bootstrap 自抽样 1 000 次进行内部验证, 内部验证后列线图模型的 C 统计量为 0.869 (95% CI: 0.773~0.947), 提示列线图具有较好的区分度。校准曲线分析表明列线图模型的预测概率与患者实际发生情况的平均绝对误差为 0.018, 提示列线图具有较好的校准度。决策曲线分析法表明, 当列线图模型的概率阈值为 0.03~0.62 时, 患者的临床净收益最高, 提示列线图模型具有较好的临床适用性。**结论** 永久性心脏起搏器植入患者术后囊袋感染的发生情况受多种风险因素影响, 列线图可整合术后囊袋感染的风险因素并用于个性化地预测患者术后囊袋感染风险, 具有较高的临床应用价值。

**[关 键 词]** 永久性心脏起搏器植入术; 囊袋感染; 风险因素; 列线图

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2 R619<sup>+</sup>.3

## Construction of nomogram model for predicting the risk of pocket infection in patients with permanent pacemaker implantation

ZHOU Xiao-juan, MA Li-kun, ZHANG Li-xiang, ZHAN Ling (Department of Cardiovascular Diseases, First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei 230036, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the risk factors for pocket infection in patients with permanent pacemaker implantation (PPI), and construct a personalized risk prediction model. **Methods** Retrospective cohort study method was adopted to analyze clinical data and follow-up data of patients who received PPI in the department of cardiovascular diseases of a tertiary first-class hospital in Anhui Province from January 2016 to May 2018. According to the occurrence of pocket infection one year after operation, patients were divided into infection group and non-infection group. Independent risk factors for post-operative pocket infection in patients with PPI were analyzed with lasso regression and logistic regression analysis. **Results** A total of 322 patients with PPI were included in analysis, incidence of post-operative pocket infection was 7.45% ( $n = 24$ ). Lasso regression and multivariate logistic regression model analysis results showed that age, duration of operation, operation times and poor wound healing were independent risk factors for post-operative pocket infection (all  $P < 0.05$ ). The constructed nomogram model was internally verified by Bootstrap self-sampling for 1 000 times, after internal verification, C-statistic of nomogram model was 0.869 (95% CI: 0.773 - 0.947), suggesting that the nomogram has good discrimination. Calibration curve

[收稿日期] 2021-02-01

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(81870192)

[作者简介] 周晓娟(1979-), 女(汉族), 安徽省合肥市人, 副主任护师, 主要从事心血管内科临床护理管理研究。

[通信作者] 马礼坤 E-mail: Lkma119@163.com

analysis showed that the average absolute error between prediction probability of nomogram model and the actual occurrence of PPI in patients was 0.018, which indicated that nomogram has a good calibration degree. Decision curve analysis (DCA) showed that when probability threshold of nomogram model was 0.03–0.62, clinical net benefit rate of patients was the highest, which indicated that nomogram model had better clinical applicability. **Conclusion** The occurrence of post-operative pocket infection in patients with PPI is affected by multiple risk factors, nomogram can integrate the risk factors for post-operative pocket infection and be used to personalized prediction of risk of post-operative pocket infection in patients, which has high clinical application value.

[Key words] permanent pacemaker implantation; pacemaker pocket infection; risk factor; nomogram

起搏器囊袋感染是永久性心脏起搏器植入后常见并发症,一旦处理不及时或措施不到位,可诱发囊袋溃破致全身感染,造成全部起搏系统拔除,增加临床治疗难度和患者经济负担<sup>[1-2]</sup>。为此筛选并整合永久性起搏器植入术后囊袋感染的风险因素,对术后囊袋感染的风险进行个性化的预测具有重要临床意义。但目前国内关于永久性心脏起搏器植入术后患者囊袋感染方面的研究多集中于风险因素的筛查<sup>[3-6]</sup>,尚未有整合风险因素进行个性化预测方面的研究报道。本研究在探讨术后患者囊袋感染风险因素的基础上,构建个性化的囊袋感染风险预测列线图模型,以期降低患者术后囊袋感染的发生风险,规避患者不良预后的发生。

1 对象与方法

1.1 研究对象 采用回顾性队列研究方法分析 2016 年 1 月—2018 年 5 月安徽省某三级甲等医院心血管内科收治的行永久性心脏起搏器植入术患者的临床资料,并依据患者术后 1 年囊袋感染的发生情况将受试对象分为感染组和未感染组。纳入标准:(1)年龄 18 周岁以上。(2)符合永久性心脏起搏器植入术标准<sup>[7]</sup>。(3)意识清楚,具备较好的沟通能力及理解能力。(4)术前血常规及血生化检测指标(中性粒细胞百分比、白细胞计数、C 反应蛋白等)正常,不存在感染性疾病的患者。(5)患者医院信息系统(hospital information system, HIS)及随访系统中保存的资料完整,不存在缺失现象。排除标准:(1)存在精神疾病、意识障碍或生命体征不稳定的患者。(2)存在长期慢性感染病史的患者,如慢性肺部炎症、肺脓肿等。(3)拒绝参与此次研究。(4)资料不完整的患者。研究人群筛选流程见图 1。

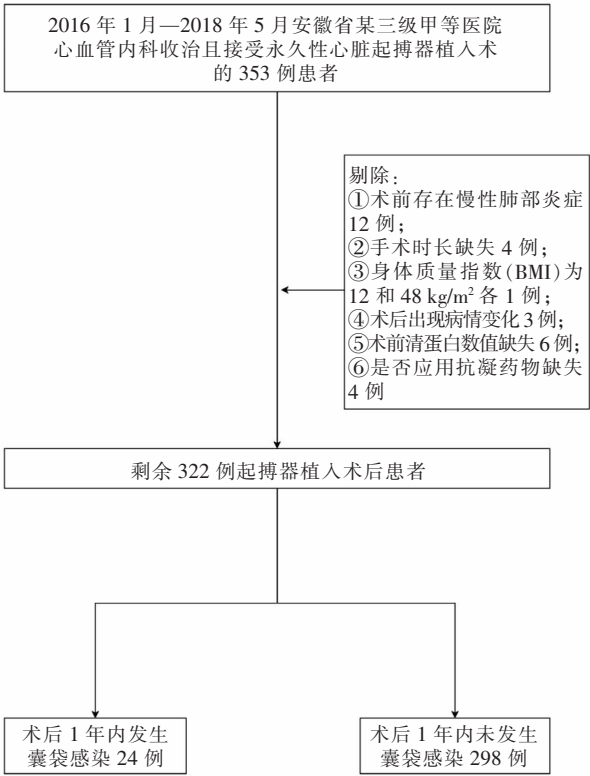


图 1 研究患者筛选流程图

Figure 1 Flow chart of screening for researched patients

1.2 研究方法

1.2.1 样本量计算 查阅国内外相关文献[3-5, 8-10], 确定需要收集的起搏器术后囊袋感染相关临床指标后从 HIS 系统中获取患者的临床资料,包括患者的人口学资料、疾病相关资料及实验室检查结果共计 15 项。参照类似列线图构建研究<sup>[11]</sup>的样本量估算方法,样本量应为预测指标的 5~10 倍,本研究构建模型涉及到的自变量个数为 15 个,建模样本量定为自变量的 10 倍,即 150 例,为减少缺失值及随访过程中失访对样本量的影响,在 150 例的基础上增加额外 15% 的样本例数,即总样本需 225 例。

1.2.2 收集资料内容及诊断标准 人口学资料包括性别、年龄、受教育程度、BMI;疾病相关资料包括:植入起搏器类型、心功能分级、手术时长、手术次数、合并症情况(高血压、糖尿病)、术后是否出现切口愈合不良及囊袋血肿、是否长期应用抗凝药物;实验室检查结果包括术前血红蛋白及清蛋白水平。通过信息化随访系统收集受试对象术后 1 年囊袋感染的发生情况,囊袋感染的评价标准参考《医院感染诊断标准(试行)》<sup>[12]</sup>中的相关内容,经临床症状、体征和病原菌检查确诊囊袋感染。即手术切口周围触诊存在波动感或抽吸出液体为脓液,患者出现明显的红、肿、热、痛异常征象,脓液送实验室检查明确病原菌,且通过抗菌药物干预后病情好转。

1.3 统计学方法 本研究严格按照预测模型报告规范 TRIPOD 指南<sup>[13]</sup>进行模型构建。应用 SPSS 21.0 软件进行数据分析。连续性资料服从正态分布采用均数  $\pm$  标准差表示,偏态分布资料采用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示。分类资料采用例数、百分比及率表示,等级资料采用例数及百分比表示。采用最小绝对收缩和选择算子(lasso)回归法和多因素 logistic 回归分析筛选囊袋感染的风险因素。采用 R 语言(R 3.6.2)中的“rms”程序包绘制永久起搏器植入术后囊袋感染的风险预测列线图,采用“pROC”程序包绘制列线图模型的受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC 曲线),采用“riskRegression”程序包绘制列线图模型的校准曲线,采用“rmda”程序包绘制列线图模型的临床决策曲线(decision curve analysis, DCA),以评估列线图模型的预测效率和临床适用性。为防止列线图模型的过度拟合,通过“rms”程序包对列线图模型进行内部验证,内部验证的方法为通过 Bootstrap 自抽样法( $B=1\ 000$ ),通过内部验证后得到的校正 ROC 曲线下面积(Area Under Curve, AUC)和校准曲线评估列线图的预测稳定性。 $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 受试者一般资料 共纳入永久性心脏起搏器

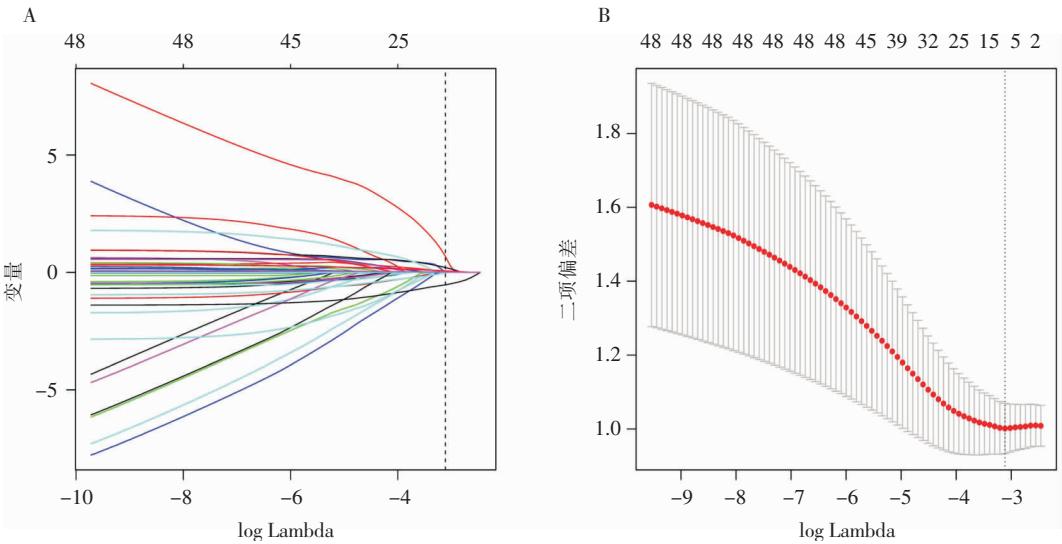
植入术患者 322 例,术后 1 年 24 例患者发生囊袋感染,囊袋感染发病率为 7.45%。322 例患者的年龄为 38~74 岁,平均( $56.34 \pm 6.73$ )岁,其中男性 199 例(61.80%),女性 123 例(38.20%)。受教育程度:初中及以下 220 例(68.32%),高中及中专 81 例(25.16%),大专及以上 21 例(6.52%)。起搏器植入类型:单腔起搏器 104 例(32.30%),双腔起搏器 119 例(36.95%),三腔起搏器 67 例(20.81%),ICD 32 例(9.94%)。心功能分级:I~II 级患者 213 例(66.15%),III~IV 级患者 109 例(33.85%)。手术时长  $>2$  h 患者 50 例(15.53%),初次手术患者 299 例(92.86%),合并 2 型糖尿病患者 67 例(20.81%),合并高血压患者 131 例(40.68%),术后出现切口愈合不良患者 23 例(7.14%),患者的术前清蛋白水平为 45.00 ( $42.00, 48.00$ ) g/L,术前血红蛋白水平为 ( $117.56 \pm 16.32$ ) g/L, BMI 平均水平为 ( $20.66 \pm 5.29$ ) kg/m<sup>2</sup>,术后出现囊袋血肿患者 6 例(1.86%),住院期间应用抗凝药物患者 27 例(8.39%)。所有患者术前 30 min 及术后 6 h 均予抗菌药物保护性应用。患者一般资料见表 1。

2.2 永久起搏器植入术后囊袋感染风险因素的筛查 本研究纳入了 15 个潜在的囊袋感染风险因素,由于本次研究囊袋感染的发生例数较少且不同变量之间可能存在一定的关联性,故通过 lasso 回归对变量进行降维处理,以便于筛选出最具代表性的囊袋感染风险因素。通过 10 折交叉验证选择最优 Lambda 参数,最优 Lambda 参数的选择标准为当交叉验证误差最小时的 Lambda 值,此时对应的非零回归系数的变量即为最具代表性的囊袋感染风险因素。lasso 回归分析结果表明,最优 Lambda 值为 0.0445(Log Lambda 值为 -3.113),此时对应的年龄、2 型糖尿病史、手术时间、手术次数、切口愈合不良、术前清蛋白水平这 6 个指标为影响起搏器植入术后囊袋感染发生风险的相关因素。见图 2。

表 1 永久性心脏起搏器植入术患者的一般资料

Table 1 General information of pocket infection in patients after receiving PPI

项目	总例数 (n = 322)	未感染组 (n = 298)	感染组 (n = 24)	项目	总例数 (n = 322)	未感染组 (n = 298)	感染组 (n = 24)
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	56.34 $\pm$ 6.73	56.03 $\pm$ 6.77	60.25 $\pm$ 4.90	合并 2 型糖尿病 [例(%)]			
性别[例(%)]				是	67(20.81)	56(18.79)	11(45.83)
男性	199(61.80)	186(62.42)	13(54.17)	否	255(79.19)	242(81.21)	13(54.17)
女性	123(38.20)	112(37.58)	11(45.83)	合并高血压[例(%)]			
受教育程度[例(%)]				是	131(40.68)	122(40.94)	9(37.50)
初中及以下	220(68.32)	206(69.13)	14(58.33)	否	191(59.32)	176(59.06)	15(62.50)
高中及中专	81(25.16)	75(25.17)	6(25.00)	术后切口愈合不良 [例(%)]			
大专及以上	21(6.52)	17(5.70)	4(16.67)	是	23(7.14)	14(4.70)	9(37.50)
植入起搏器类型 [例(%)]				否	299(92.86)	284(95.30)	15(62.50)
单腔起搏器	104(32.30)	94(31.54)	10(41.67)	术前清蛋白 [M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), g/L]	45.00 (42.00, 48.00)	45.00 (42.00, 48.00)	41.50 (38.00, 44.50)
双腔起搏器	119(36.95)	112(37.58)	7(29.17)	术前血红蛋白 ( $\bar{x} \pm s$ , g/L)	117.56 $\pm$ 16.32	124.65 $\pm$ 14.87	108.33 $\pm$ 19.26
三腔起搏器	67(20.81)	62(20.81)	5(20.83)	BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	20.66 $\pm$ 5.29	21.54 $\pm$ 4.10	18.26 $\pm$ 5.37
ICD	32(9.94)	30(10.07)	2(8.33)	术后囊袋血肿 [例(%)]			
心功能分级[例(%)]				是	6(1.86)	5(1.68)	1(4.17)
I ~ II 级	213(66.15)	196(65.77)	17(70.83)	否	316(98.14)	293(98.32)	23(95.83)
III ~ IV 级	109(33.85)	102(34.23)	7(29.17)	长期应用抗凝 药物[例(%)]			
手术时长[例(%)]				是	27(8.39)	23(7.72)	4(16.67)
$\leq 2$ h	272(84.47)	258(86.58)	14(58.33)	否	295(91.61)	275(92.28)	20(83.33)
$> 2$ h	50(15.53)	40(13.42)	10(41.67)				
手术次数[例(%)]							
1 次	299(92.86)	283(94.97)	16(66.67)				
$\geq 2$ 次	23(7.14)	15(5.03)	8(33.33)				



注:虚垂线为最优 Lambda 参数取值时所纳入 lasso 回归模型的囊袋感染风险因素数目。

图 2 起搏器术后囊袋感染风险因素的系数惩罚图

Figure 2 Coefficient penalty plot of the risk factors for pocket infection after PPI

2.3 永久性心脏起搏器植入术后囊袋感染的多因素 logistic 回归分析 将 lasso 回归筛选出的 6 个变量作为自变量,将术后囊袋感染发生情况(发生感染 = 1,未发生感染 = 0)作为因变量,构建二分类多因素 logistic 回归模型,变量赋值情况为:年龄、术前清蛋白原值录入,手术时长( $\leq 2\text{ h} = 1, > 2\text{ h} = 2$ )、手术次数(1 次 = 1,2 次及以上 = 2)、是否合并 2 型糖尿

病(否 = 0,是 = 1)、是否术后切口愈合不良(否 = 0,是 = 1)。变量筛选标准采用前进法( $\alpha_{\text{纳入}} = 0.05$ )。回归分析结果表明,对数似然比卡方检验提示回归模型具有统计学意义( $P < 0.05$ ),年龄、手术时长、手术次数、切口愈合不良这 4 个变量是永久性心脏起搏器植入术后囊袋感染的独立风险因素(均  $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 永久性心脏起搏器植入术后囊袋感染多因素分析  
Table 2 Multivariate analysis on pocket infection after PPI

项目	B	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
常量	-6.076	3.686	2.718	0.099	0.002	-
年龄	0.101	0.041	6.185	0.013	1.107	1.022~1.199
手术时长	1.378	0.561	6.023	0.014	3.967	1.320~11.924
手术次数	1.491	0.688	4.699	0.030	4.443	1.154~17.114
切口愈合不良	2.057	0.653	9.919	0.002	7.822	2.175~28.138

2.4 起搏器植入术后囊袋感染风险预测模型的构建 依据多因素 logistic 回归结果,将年龄、手术时长、手术次数、切口愈合不良这 4 个变量纳入列线图模型中,而与囊袋感染发生相关的其他变量,尽管无统计学意义,但是考虑到 lasso 回归所筛选变量的临床实用性和统计显著性水平的两面性,依然将 lasso 回归所得的另外 2 个潜在预测因子纳入到列线图模型中,即是否合并 2 型糖尿病与术前清蛋白水平。采用“rms”程序包构建预测起搏器植入术后囊袋感染的列线图模型。列线图的解读:列线图中

每个指标的取值范围对应一个分数范围,各个指标的取值通过向上作一垂线可以得出一个具体的分数,所有指标分数相加获得患者的总分,通过总分向下作一垂线可以得出患者术后囊袋感染发生的预测概率。如 1 例起搏器植入术后患者,65 岁,手术时长 2.1 h,初次接受起搏器植入术,合并有 2 型糖尿病,术后出现切口愈合不良的情况,术前清蛋白水平为 35 g/L,则该患者的总分为 42 + 58 + 24 + 47 + 100 + 58 = 329 分,对应的囊袋感染预测风险为 0.590,提示该患者术后的囊袋感染风险较高。见图 3。

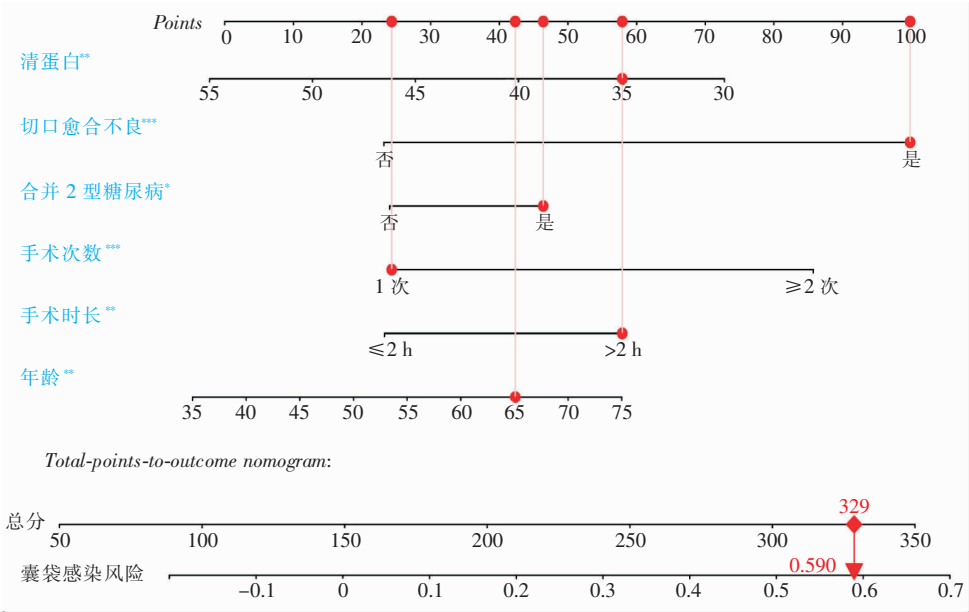


图 3 永久起搏器植入术后囊袋感染风险预测列线图  
Figure 3 Nomogram of predicting the risk for pocket infection after PPI

2.5 起搏器植入术后囊袋感染风险预测列线图临床适用性及预测效率的评价 以术后囊袋感染发生情况作为状态变量,列线图的预测概率作为检验变量,采用“rmda”程序包绘制 DCA 曲线,见图 4。由 DCA 曲线可知,当列线图预测概率阈值为 0.03~0.62 时,患者的临床净收益率最高,提示列线图模型具有较好的临床适用性。采用“pROC”程序包和“riskRegression”程序包分别绘制列线图模型的 ROC 曲线和校准曲线,见图 5。由图 5 可知,列线图模型的 AUC 值为 0.880(95%CI:0.795~0.966),提示列线图具有较好的区分度。H-L 偏差性检验( $\chi^2=11.221, P=0.189$ )表明列线图囊袋感染的预测概率与实际发生频率间不存在明显的偏差性,提示列线图模型具有较好的校准度。为防止列线图模型的过度拟合,采用 Bootstrap 自助抽样法( $B=1\ 000$ )对列线图进行内部验证,内部验证后列线图模型的 AUC 值为 0.869(95%CI:0.773~0.947),

列线图囊袋感染的预测概率与实际发生频率之间的平均绝对误差(Mean absolute error, MAE)为 0.018,仍提示列线图模型具有较好的预测效果。

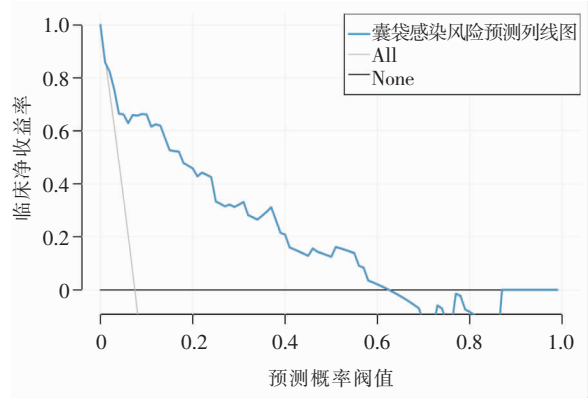


图 4 列线图模型的 DCA 曲线分析  
Figure 4 DCA curve of the nomogram model

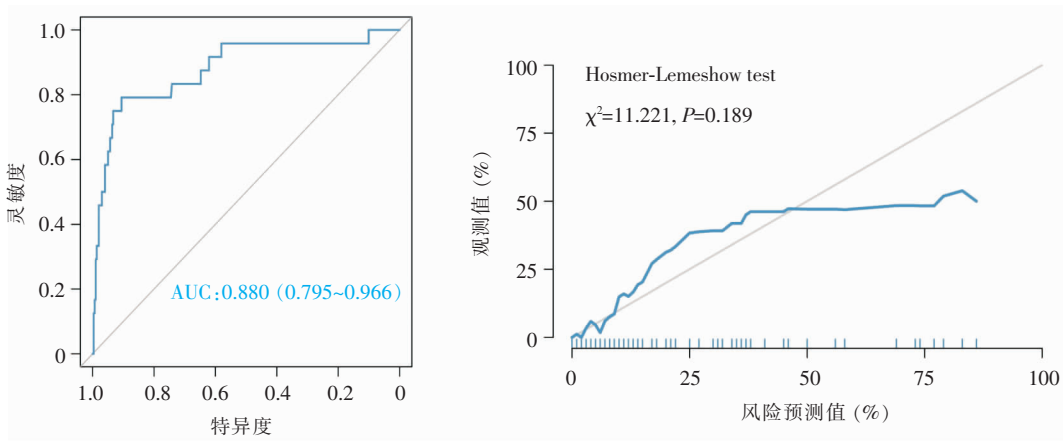


图 5 列线图模型的 ROC 曲线和校准曲线分析  
Figure 5 ROC curve and calibration curve of nomogram model

### 3 讨论

永久起搏器植入术是目前治疗严重缓慢型心律失常最常用的方法,随着永久起搏器临床使用率的迅速增加,起搏器相关感染也引起广泛关注。研究<sup>[14]</sup>表明,起搏器囊袋感染是永久性心脏起搏器植入术患者常见且较为严重的并发症之一。患者一旦出现起搏器囊袋感染,若处理不及时或处理不当,极易波及起搏系统和导致血流感染,给患者带来巨大的心理压力和经济负担,影响患者的生命安全,降低患者生活质量<sup>[15-16]</sup>。本研究结果显示,322 例受试者术后起搏

器囊袋感染的发病率为 7.45%,与类似研究<sup>[8, 17]</sup>报道结果相近,提示临床医护人员应加强术后囊袋感染的风险防控工作,一方面应针对囊袋感染的风险因素制定针对性的防范措施,另一方面还应整合风险因素,筛选出高感染风险患者进行重点干预,从而降低术后囊袋感染发病率。

本研究通过 lasso 回归分析筛选出与永久性起搏器植入术后囊袋感染风险相关的 6 个因素。(1)年龄:黄荫浩等<sup>[18]</sup>研究发现,年龄是心脏永久置入起搏器患者医院感染的独立风险因素,本研究结果与其一致。高龄患者由于年龄相对较大,身体功能及抵抗力均明显下降,病原菌更容易侵入机体,增加感染风险。



(2)合并 2 型糖尿病:由列线图模型可知,发生 2 型糖尿病将增加列线图模型评分 20 分对囊袋感染发生风险影响的权重。2 型糖尿病患者由于血糖水平升高,血浆渗透压增加,患者体内的白细胞活力显著受限,巨噬细胞的吞噬能力显著下降,机体的细胞及体液免疫低下,杀菌能力降低,导致体内病原菌无法得到有效清除<sup>[19]</sup>;且高血糖环境也为病原菌繁殖生长提供了便利条件,易诱发囊袋感染<sup>[5]</sup>。(3)手术时长:一方面手术时间越长则创口的暴露时间也越长,增加了与病原菌的接触概率,增加感染风险<sup>[10]</sup>。另一方面手术时间过长易增加导线等囊袋内容物外界环境暴露概率,造成病原菌滋生、繁殖,从而导致囊袋感染的风险增加<sup>[20]</sup>。(4)手术次数:手术次数过多易导致囊袋区营养匮乏、诱发囊袋周围组织瘢痕形成,导致囊袋破溃及感染风险增加<sup>[21]</sup>。(5)术后切口愈合不良:术后切口愈合不良常见于切口脂肪液化。切口脂肪液化可引起无菌性坏死、血肿及死腔形成,导致机体局部组织抵抗力下降,增加病原菌繁殖生长概率<sup>[3]</sup>。(6)术前清蛋白水平:由列线图可知,患者术前清蛋白水平每降低 1 个单位,将增加列线图模型评分 3 分对囊袋感染发生风险影响的权重。分析原因为,患者的清蛋白水平较低常提示营养状况较差,组织器官的自我修复能力下降,进一步导致患者机体抗感染能力降低<sup>[9]</sup>。

列线图作为一种图表工具,能将统计模型直观展示,并得到目标事件的数值概率,在量化风险方面更精确<sup>[22]</sup>。已有研究报道列线图可用于预测住院患者耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌感染风险<sup>[23]</sup>、肺叶切除术后感染风险<sup>[24]</sup>、卒中手术患者医院感染风险<sup>[25]</sup>、骨肿瘤术后切口感染风险等<sup>[26]</sup>。本次研究将列线图模型应用于预测永久起搏器植入术后患者囊袋感染的发生风险,通过 AUC、H-L 偏差性检验及 DCA 曲线评价列线图模型的预测效率及临床适用性。AUC 值为 0.880(95%CI:0.795~0.966)和 Hosmer-Lemeshow 偏差性检验结果( $\chi^2=11.221$ ,  $P=0.189$ )证实了列线图模型具有较好的区分度及校准度。DCA 曲线证实,当列线图模型的预测概率阈值为 0.03~0.62 时,患者的临床净收益率最高,提示列线图模型具有较好的临床适用性。为防止列线图模型的过度拟合,采用 Bootstrap 自助抽样法( $B=1\ 000$ )对列线图进行内部验证,内部验证后列线图模型的 AUC 值为 0.869(95%CI:0.773~0.947),预测概率与实际发生频率间的 MAE 为 0.018,仍提示列线图模型具有较好的预测效果,即

列线图模型可用于预测永久起搏器植入术后患者的囊袋感染发生风险,协助医护人员筛选出高感染风险患者,进行针对性的风险干预。

本次研究的 322 例受试者术后起搏器囊袋感染发生率为 7.45%,囊袋感染的发生受多个风险因素影响,本次研究筛选出囊袋感染的风险因素并依此构建的列线图风险预测模型具有较好的预测效率及临床适用性,可用于临床实践中的术后囊袋感染风险筛查。但同时本次研究为单中心回顾性研究,缺失值的排除可能造成偏倚问题,且样本量及囊袋感染人数有限,仅进行了内部验证,无法获取足够的外部验证人群进行有效外部验证。通过多中心、大样本的外部验证评估列线图的临床应用效果将是下一步研究重点。

## [参 考 文 献]

- [1] Wang RX, Lee HC, Li JP, et al. Sudden death and its risk factors after atrioventricular junction ablation and pacemaker implantation in patients with atrial fibrillation[J]. Clin Cardiol, 2017, 40(1): 18-25.
- [2] 张文海,梁艳平,杨建,等.老年患者永久起搏器植入术中抗菌药物冲洗囊袋对术后囊袋感染的影响分析[J].中华医院感染学杂志,2016,26(14):3284-3286.
- [3] 王小鹏,何丽,周铭,等.永久性心脏起搏器植入老年患者术后起搏器囊袋感染风险因素研究[J].中华医院感染学杂志,2019,29(16):2473-2477.
- [4] 薛奇,邵红,邹海,等.患者起搏器囊袋感染的危险因素[J].国际流行病学传染病学杂志,2018,45(4):239-241.
- [5] 吴灿林.永久性心脏起搏器置入术后发生囊袋感染的影响因素[J].深圳中西医结合杂志,2017,27(20):141-143.
- [6] 钱素娟,杨德业,江帆,等.老年患者永久性心脏起搏器植入术后起搏器囊袋感染的相关因素分析[J].中华老年医学杂志,2014,33(6):582-584.
- [7] Chang PM, Doshi RN. Implantation of a leadless cardiac pacemaker for recurrent pocket infections[J]. HeartRhythm Case Rep, 2016, 2(4): 339-341.
- [8] 魏亚.心脏起搏器置入患者术后感染的危险因素[J].武警医学,2017,28(6):551-553.
- [9] Gill JS, Singh N, Khanna SP. Risk of cardiac pacemaker pocket infection in a tertiary care hospital[J]. Indian J Pathol Microbiol, 2017, 60(2): 185-188.
- [10] 吴慧颖,李帅.起搏器置入术后胆囊感染的相关因素分析[J].中华医院感染学杂志,2013,23(16):3911-3913.
- [11] 陈颖,秦贤,孙乔,等.危重症患者下肢深静脉血栓风险预测模型的构建及评价[J].护理学杂志,2021,36(6):35-38.
- [12] 中华人民共和国卫生部.医院感染诊断标准(试行):卫医发[2001]2号[S].北京,2001.
- [13] Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, et al. Transparent re-

porting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement[J]. BMJ, 2015, 350: g7594.

[14] Rahman R, Saba S, Bazaz R, et al. Infection and readmission rate of cardiac implantable electronic device insertions: an observational single center study[J]. Am J Infect Control, 2016, 44(3): 278-282.

[15] 张蕾, 陆剑嵘, 毛莉娟, 等. 跨理论模型及动机性访谈干预对起搏器囊袋感染移除术患者负性情绪及生活质量的影响[J]. 中国临床研究, 2020, 33(6): 860-862.

[16] 傅新镇, 张玉榕, 张毅, 等. 心血管置入式电子设备囊袋感染患者并发血流感染的危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(14): 2174-2178.

[17] 王璐, 葛智儒, 董梦青, 等. 永久性心脏起搏器及埋藏式心律转复除颤器植入术后囊袋相关并发症的危险因素[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(14): 3979-3981.

[18] 黄荫浩, 顾青青, 陆齐, 等. 心脏永久置入起搏器患者医院感染的临床研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(22): 5212-5214.

[19] Sridhar ARM, Lavu M, Yarlagadda V, et al. Cardiac implantable electronic device-related infection and extraction trends in the U. S[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2017, 40(3): 286-293.

[20] Dhamija RK, Tan H, Philbin E, et al. Subcutaneous implantable cardioverter defibrillator for dialysis patients: a strategy to reduce central vein stenoses and infections[J]. Am J Kidney Dis, 2015, 66(1): 154-158.

[21] Suzuki T, Tokuda Y, Kobayashi H. The development of yellow nail syndrome after the implantation of a permanent cardiac pacemaker[J]. Intern Med, 2017, 56(19): 2667-2669.

[22] 贺丹, 邓平, 曹理言, 等. 急性脑卒中并发医院获得性肺炎发病风险的列线图模型[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(12): 1890-1895.

[23] 王瑶, 李慧玲, 陈颖, 等. 住院患者获得碳青霉烯耐药革兰阴性杆菌感染的危险因素分析及列线图的构建[J]. 中国医院药学杂志, 2020, 40(17): 1825-1830.

[24] 陈晶晶, 姚源山, 甘林光, 等. 肺叶切除术后感染列线图预测模型的建立[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(11): 1722-1726.

[25] 宋甜田, 李亚婷, 李倩, 等. 脑卒中手术患者医院感染风险预测列线图模型的构建[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(8): 1244-1248.

[26] 李文强, 李乐翔, 王波, 等. 骨关节及骨肿瘤术后切口感染风险预测模型列线图的建立[J]. 山东医药, 2020, 60(19): 71-74.

(本文编辑:陈玉华)

**本文引用格式:**周晓娟, 马礼坤, 张理想, 等. 构建预测永久性心脏起搏器植入患者术后囊袋感染风险的列线图模型[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(10): 881-888. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20211114.

**Cite this article as:** ZHOU Xiao-juan, MA Li-kun, ZHANG Li-xiang, et al. Construction of nomogram model for predicting the risk of pocket infection in patients with permanent pacemaker implantation[J]. Chin J Infect Control, 2021, 20(10): 881-888. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20211114.