doi:10.11659/jjssx.06E025035

·心血管外科专栏·

心脏瓣膜置换术后不良临床结局的影响因素及风险预测模型

韩 英[1],韩 啸[2],魏文珂[1] (1.中国医科大学附属第一医院心脏外科,辽宁 沈阳 110001;2.中国医科大学附属第一医院肝胆外科,辽宁 沈阳 110001)

[摘 要] **目的** 探讨心脏瓣膜置换术(HVR)后不良临床结局的危险因素,并构建风险预测模型。**方法** 回顾性分析行HVR的321例心脏瓣膜病患者的临床资料,按7∶3的比例将其分为试验集和验证集。根据临床结局将患者分为结局不良组和结局良好组,分析HVR后不良临床结局的危险因素,构建风险预测模型并验证。**结果** 心脏瓣膜病患者不良临床结局发生率为33.64%(108/321)。*Cox*回归分析显示,患者术前纽约心脏病学会(NYHA)心功能分级Ⅲ~Ⅳ级比例、急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ(APACHEⅡ)评分、氨基末端脑钠肽前体(NT-proBNP)水平升高,主动脉阻断时间、体外循环时间延长,术前预后营养指数(OPNI)、左心室射血分数(LVEF)降低均是HVR后出现不良临床结局的危险因素($P<0.05$)。受试者工作特征(*ROC*)曲线分析显示,模型在试验集术后6个月、1年、3年预测不良临床结局的曲线下面积(*AUC*)分别为0.845、0.867、0.876,验证集术后6个月、1年、3年预测不良临床结局的*AUC*分别为0.823、0.846和0.857。校准曲线显示,模型在试验集、验证集术后6个月、1年、3年校准曲线与理想曲线贴合度良好,*Hosmer-Lemeshow*检验显示$P>0.05$。决策曲线分析显示,试验集术后6个月、1年、3年阈值概率分别在0.12~0.98、0.13~0.97、0.11~0.96,验证集术后6个月、1年、3年阈值概率分别在0.11~0.67、0.12~0.92、0.11~0.89时,模型具有净收益。**结论** 术前心功能分级、APACHEⅡ评分、NT-proBNP升高,主动脉阻断时间、体外循环时间延长及术前OPNI、LVEF降低均是HVR后患者出现不良临床结局的危险因素,据此构建的模型预测效能较好。

[关键词] 心脏瓣膜置换术;心脏瓣膜病;不良结局;危险因素;列线图
[中图分类号] R541 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-06-10

Influencing factors and risk prediction model of adverse clinical outcomes after heart valve replacement

HAN Ying[1], HAN Xiao[2], WEI Wen-ke[1] (1. Department of Cardiac Surgery, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang Liaoning 110001, China; 2. Department of Hepatobiliary Surgery, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang Liaoning 110001, China)

Abstract: Objective To explore the risk factors for adverse clinical outcomes after heart valve replacement (HVR) and to develop a risk prediction model. **Methods** The clinical data of 321 patients with heart valve disease who underwent HVR were retrospectively analyzed, and the patients were divided into the training set and the validation set in a ratio of 7∶3. The patients were divided into the poor outcome group and the good outcome group according to clinical outcomes. The risk factors for adverse clinical outcomes after HVR were analyzed, and a risk prediction model was constructed and validated. **Results** The incidence of adverse clinical outcomes in patients with heart valve disease was 33.64% (108/321). *Cox* regression analysis revealed that preoperative New York Heart Association (NYHA) class Ⅲ to Ⅳ, elevated acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ (APACHEⅡ) score and amino-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) level, prolonged aortic cross-clamp time and cardiopulmonary bypass time, decreased Onodera's prognostic nutritional index

[基金项目] 第64批中国博士后科学基金面上资助(2018M641740)
[通信作者] 魏文珂,E-mail:n9lv5n@163.com

[7] Charlton E, Atkins KJ, Evered L, et al. The long-term incidence of chronic post-surgical pain after coronary artery bypass surgery: a prospective observational study[J]. Eur J Pain, 2024, 28(4): 599-607. doi:10.1002/ejp.2203.
[8] Eriksson KE, Eidhagen F, Liska J, et al. Effects of inorganic nitrate on ischaemia-reperfusion injury after coronary artery bypass surgery[J]. Br J Anaesth, 2021, 127(4): 547-555. doi: 10.1016/j.bja.2021.06.046.
[9] 尹珊珊,王惠平,张 晓,等. 达芬奇机器人辅助非体外循环冠状动脉旁路移植术的护理[J]. 护理学报,2023,30(18):71-74. doi:10.16460/j.issn1008-9969.2023.18.071.
[10] 李振刚,王亚婷,祁进芳,等. 三种压力性损伤评估量表对ICU体外循环术后患者压力性损伤预测能力比较[J]. 中国医药导报,2022,19(9):50-54. doi:10.20047/j.issn1673-7210.2022.09.009.
[11] 陈慧慧,陆 真. 个体化预测心脏瓣膜置换术后压力性损伤发生风险的列线图模型构建[J]. 实用心脑肺血管病杂志,2021,29(12):40-46. doi:10.12114/j.issn.1008-5971.2021.00.274.
[12] 樊小倩,孙 晴,仲怀凤,等. 体外循环心脏术后并发压力性损伤预测模型的建立[J]. 蚌埠医学院学报,2022,47(12):1752-1755. doi:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2022.12.030.

(编辑:贺绍梅)

(OPNI) and left ventricular ejection fraction (LVEF) before operation were the independent risk factors for adverse clinical outcomes after HVR (P<0.05). The *receiver operating characteristic* (*ROC*) curve analysis showed that the *area under the curve* (*AUC*) for predicting adverse clinical outcomes 6 months, 1 year, and 3 years after operation was 0.845, 0.867, and 0.876 in the training set, and 0.823, 0.846, and 0.857 in the validation set, respectively. Calibration curve demonstrated good agreement between the calibration curves and ideal curves 6 months, 1 year, and 3 years after operation in the training set and the validation set, with *Hosmer-Lemeshow* test P>0.05. *Decision curve analysis* indicated that the model provided positive net clinical benefit when the threshold probabilities ranged from 0.12 to 0.98, 0.13 to 0.97, and 0.11 to 0.96 in the training set, and from 0.11 to 0.67, 0.12 to 0.92, and 0.11 to 0.89 in the validation set 6 months, 1 year, and 3 years after operation, respectively. **Conclusion** Higher preoperative NYHA classes, elevated APACHE Ⅱ score and NT-proBNP level, prolonged aortic cross-clamp time and cardiopulmonary bypass time, and decreased OPNI and LVEF before operation are all the risk factors for adverse clinical outcomes after HVR. The prediction model constructed based on these factors demonstrates good performance.

Keywords: heart valve replacement; heart valve disease; poor outcome; risk factors; nomogram

心脏瓣膜病属于严重心脏疾病,可引发心脏及其他多脏器功能损害,对健康造成严重威胁[1]。心脏瓣膜置换术(heart valve replacement,HVR)是治疗心脏瓣膜病的有效手段,可改善心脏功能,提高生存率。但人工瓣膜植入创伤大,且存在个体差异,部分患者术后易出现感染、心律失常等不良临床结局,使心功能进一步恶化,甚至需二次手术,增加致残、致死风险[2]。既往研究多采用传统回归模型分析HVR后不良临床结局的危险因素[3-5],但该模型计算复杂且无法直观量化不良临床结局风险,不利于临床早期快速筛选高风险患者。鉴于此,本研究构建HVR后不良临床结局的风险预测模型,旨在为临床提供预测工具。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析2021年1月至2023年12月在中国医科大学附属第一医院治疗的321例心脏瓣膜病患者的临床资料,按7∶3的比例随机分为试验集(225例)和验证集(96例)。本研究经中国医科大学附属第一医院伦理委员会批准(批准号:院准字2024-1-002号)。

纳入标准:符合心脏瓣膜病的诊断标准[6];美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists,ASA)分级为Ⅱ~Ⅲ级;首次行HVR;入院前1个月未服用影响凝血功能的药物。

排除标准:急诊手术;伴冠心病、心肌梗死等其他心脏疾病;有心脏疾病手术史;伴脑血管疾病、肝肺肾功能不全、凝血功能或免疫功能障碍、恶性肿瘤、严重感染、精神障碍。

1.2 方法

收集患者的临床资料,包括年龄、性别、体质量指数(body mass index,BMI)、吸烟史、饮酒史、合并症(糖尿病、高血压、高脂血症)、原发病类型、病程、术前纽约心脏病学会(New York Heart Association,NYHA)心功能分级、术前急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ(acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ,APACHE Ⅱ)评分、术前预后营养指数(Onodera's prognostic nutritional index,OPNI)、术前超声影像指标[左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic dimension,LVEDD)、左心室收缩末期内径(left ventricular end shrink dimension,LVESD)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction,LVEF)、左心房内径(left atrial diameter,LAD)]、术前实验室指标[氨基末端脑钠肽前体(amino-terminal pro-brain natriuretic peptide,NT-proBNP)、肌酸激酶同工酶MB(creatine kinase-MB,CK-MB)、肌钙蛋白Ⅰ(cardiac troponin Ⅰ,cTnI)、乳酸脱氢酶(lactic dehydrogenase,LDH)]、手术类型、瓣膜材料、主动脉阻断时间、体外循环时间、术后机械通气时间、随访时间。

术后患者随访至2024年12月31日,记录患者出现并发症(术后人工瓣膜衰坏、瓣周漏、人工瓣膜性心内膜炎以及器官内出血、感染、严重心律失常、心力衰竭、休克、心脏骤停)或死亡等不良临床结局情况,并据此将患者分为结局不良组和结局良好组。

1.3 统计学分析

使用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计量资料经*Shapiro-Wilk*检验符合正态分布,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用t检验;计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验;采用方差膨胀系数(*variance inflation factor*,*VIF*)行多重共线性检验,*VIF*>10为严重共线性。采用*Cox*回归模型分析HVR后不良临床结局的危险因素,用*Schoenfeld residual*法行等比例风险假设检验。用R4.1.2软件rms软件包构建列线图模型,采用受试者工作特征(*receiver operating characteristic*,*ROC*)曲线、校准曲线、决策曲线分析(*decision curve analysis*,*DCA*)分别评估风险预测模型的预测价值、校准度和临床净收益。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 试验集与验证集患者临床资料比较

321例心脏瓣膜病患者随访时间为6~48个月，中位时间为23个月。随访期间108例患者出现不良结局，不良临床结局发生率为33.64%，其中单一不良结局82例，合并不良结局26例，包括死亡12例、感染35例、心律失常42例、人工瓣膜衰坏18例、瓣周漏5例、人工瓣膜性心内膜炎5例、器官内出血3例、心力衰竭2例、休克2例、心脏骤停2例。试验集225例患者中，不良临床结局77例；验证集96例患者中，不良临床结局31例。试验集与验证集患者的临床资料比较，差异无统计学意义（P>0.05）。

2.2 试验集中结局不良组和结局良好组患者的临床资料

2组患者年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、合并症、原发病类型、病程、术前LVEDD、术前LVESD、术前LAD、术前CK-MB水平、术前cTnI水平、术前LDH水平、手术类型、瓣膜材料、术后机械通气时间、随访时间比较，差异均无统计学意义（P>0.05）；与结局良好组比较，结局不良组患者术前NYHA心功能分级Ⅲ~Ⅳ级比例、术前APACHEⅡ评分、NT-proBNP水平升高，主动脉阻断时间、体外循环时间延长，术前OPNI、LVEF降低，差异均有统计学意义（P<0.05），见表1。

表1 试验集中结局不良组和结局良好组患者临床资料

临床资料		结局不良组（n=77）	结局良好组（n=148）	t/χ^2	P
年龄（岁）		62.65±10.69	60.18±9.84	1.734	0.084
性别[例（%）]	男	49（63.64）	86（58.11）	0.645	0.422
	女	28（36.36）	62（41.89）		
BMI（kg/m^2）		23.78±2.85	23.21±2.42	1.576	0.117
吸烟史[例（%）]		31（40.26）	47（31.76）	1.617	0.203
饮酒史[例（%）]		38（49.35）	61（41.22）	1.360	0.244
合并症[例（%）]	糖尿病	28（36.36）	41（27.70）	1.787	0.181
	高血压	34（44.16）	51（34.46）	2.026	0.155
	高脂血症	16（20.78）	20（13.51）	1.989	0.158
原发病类型[例（%）]	缺血性	25（32.47）	55（37.16）	0.866	0.929
	风湿性	18（23.38）	31（20.95）		
	退行性	21（27.27）	42（28.38）		
	其他	13（16.88）	20（13.51）		
病程（年）		11.62±3.33	10.83±3.07	1.779	0.077
术前NYHA心功能分级[例（%）]	Ⅰ~Ⅱ级	47（61.04）	123（83.11）	13.357	<0.001
	Ⅲ~Ⅳ级	30（38.96）	25（16.89）		
术前APACHEⅡ评分（分）		31.56±7.89	24.32±6.08	7.632	<0.001
术前OPNI		43.36±8.67	55.23±11.04	8.207	<0.001
术前LVEDD（mm）		56.90±14.22	53.65±13.23	1.704	0.090
术前LVESD（mm）		39.71±9.92	37.52±9.28	1.640	0.102
术前LVEF（%）		41.32±10.33	49.68±12.42	5.064	<0.001
术前LAD（mm）		50.35±12.58	47.56±11.79	1.646	0.101
术前NT-proBNP（pg/mL）		862.84±172.57	731.56±146.31	5.998	<0.001
术前CK-MB（ng/mL）		18.25±4.56	17.23±4.28	1.658	0.099
术前cTnI（ng/mL）		3.95±0.98	3.78±0.93	1.277	0.203
术前LDH（IU/L）		175.86±35.17	167.29±33.25	1.798	0.073
手术类型[例（%）]	二尖瓣置换术	27（35.06）	56（37.84）	0.526	0.971
	三尖瓣置换术	20（25.97）	41（27.70）		
	主动脉瓣置换术	18（23.38）	29（19.59）		
	双瓣膜置换术	12（15.38）	22（14.86）		
瓣膜材料[例（%）]	机械瓣膜	33（42.86）	77（52.03）	1.704	0.192
	生物瓣膜	44（57.14）	71（47.97）		
主动脉阻断时间（min）		87.35±17.47	77.02±15.41	4.554	<0.001
体外循环时间（min）		99.56±19.91	85.32±17.06	5.605	<0.001
术后机械通气时间（h）		85.61±17.12	81.97±16.27	1.564	0.119
随访时间（月）		22.95±5.74	24.16±6.04	1.450	0.149

2.3 HVR后不良临床结局的危险因素分析

经共线性检验显示，术前NYHA心功能分级、APACHEⅡ评分、OPNI、LVEF、NT-proBNP及主动脉阻断时间、体外循环时间的VIF分别为1.825、2.356、

1.568、2.112、3.245、6.185、7.568，无显著多重共线性。将表1中差异有统计学意义的因素作为自变量，包括术前NYHA心功能分级（Ⅲ~Ⅳ级=1，Ⅰ~Ⅱ级=0）、术前APACHEⅡ评分（实际值）、术前OPNI（实际值）、术前LVEF（实际值）、术前NT-proBNP（实际值）、主动脉阻断时间（实际值）、体外循环时间（实际值），将随访时间和临床结局作为因变量（结局不良=1，结局良好=0），经*Cox*回归模型分析显示，术前NYHA心功能分级Ⅲ~Ⅳ级，术前APACHEⅡ评分、NT-proBNP升高，主动脉阻断时间、体外循环时间延长，术前OPNI、LVEF降低是HVR后出现不良临床结局的危险因素（$P<0.05$），见表2。

2.4 HVR后不良临床结局的风险预测模型构建与验证

基于*Cox*回归模型分析构建HVR后3年内不良临床结局的风险预测模型，术前NYHA心功能分级Ⅲ级、术前APACHEⅡ评分38分、术前OPNI值35、术前LVEF值45%、术前NT-proBNP水平1 185 pg/mL、主动脉阻断时间105 min、体外循环时间111 min对应分值分别为44、46、45、40、57、50、59分，总分341分，风险值约55%，见图1。

*ROC*曲线分析显示，模型在试验集术后6个月、1年、3年的预测不良临床结局的曲线下面积（*area under the cure*，*AUC*）分别为0.845（95%*CI*：0.782~0.908）、0.867（95%*CI*：0.809~0.925）、0.876（95%*CI*：0.815~0.937），验证集术后6个月、1年、3年的预测不良临床结局的*AUC*分别为0.823（95%*CI*：0.735~0.911）、0.846（95%*CI*：0.762~0.930）和0.857（95%*CI*：0.773~0.941），见图2。

校准曲线显示，模型在试验集和验证集术后6个月、1年、3年校准曲线与理想曲线贴合度良好，*Hosmer-Lemeshow*检验显示$P>0.05$，见图3。

*DCA*显示，试验集术后6个月、1年、3年阈值概率分别在0.12~0.98、0.13~0.97、0.11~0.96，验证集术后6个月、1年、3年阈值概率分别在0.11~0.67、0.12~0.92、0.11~0.89时，模型具有净收益，见图4。

表2 HVR后不良临床结局的危险因素分析

因素	*β*	*SE*	Waldχ^2	*P*	*HR*	95%*CI*
术前NYHA心功能分级	1.396	0.446	9.797	0.003	4.039	1.685~9.681
术前APACHEⅡ评分	0.835	0.169	14.118	<0.001	1.887	1.355~2.628
术前OPNI	−0.137	0.035	15.322	<0.001	0.872	0.814~0.934
术前LVEF	−0.285	0.083	11.791	0.001	0.752	0.639~0.885
术前NT-proBNP	0.085	0.023	13.658	<0.001	1.089	1.041~1.139
主动脉阻断时间	0.463	0.143	10.483	0.002	1.589	1.200~2.103
体外循环时间	0.525	0.148	12.583	<0.001	1.690	1.265~2.259

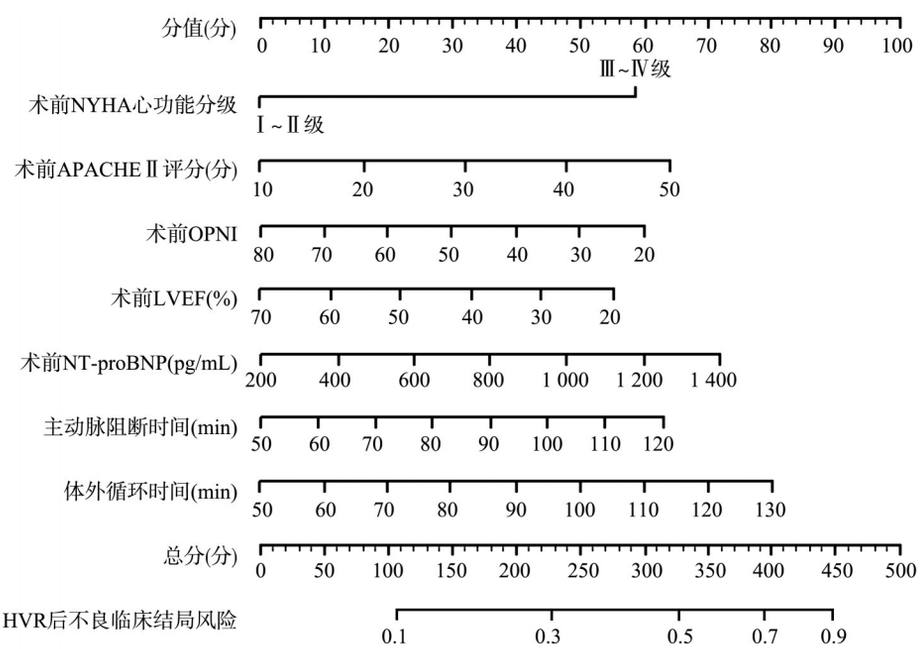
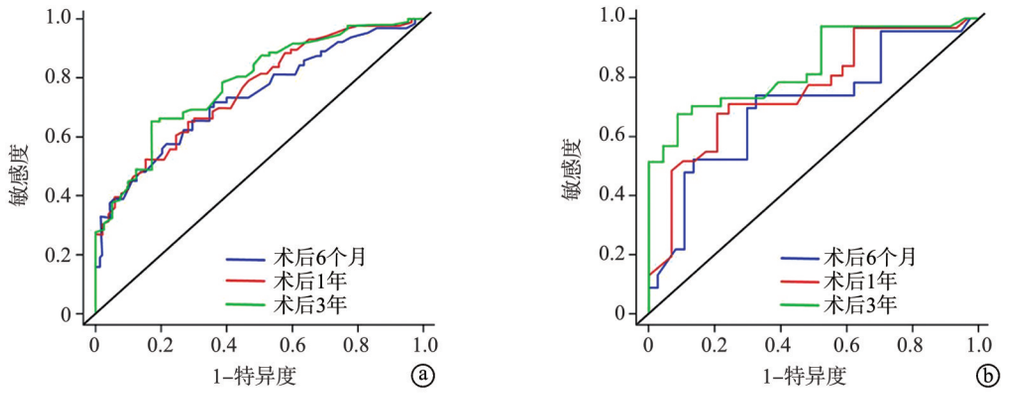
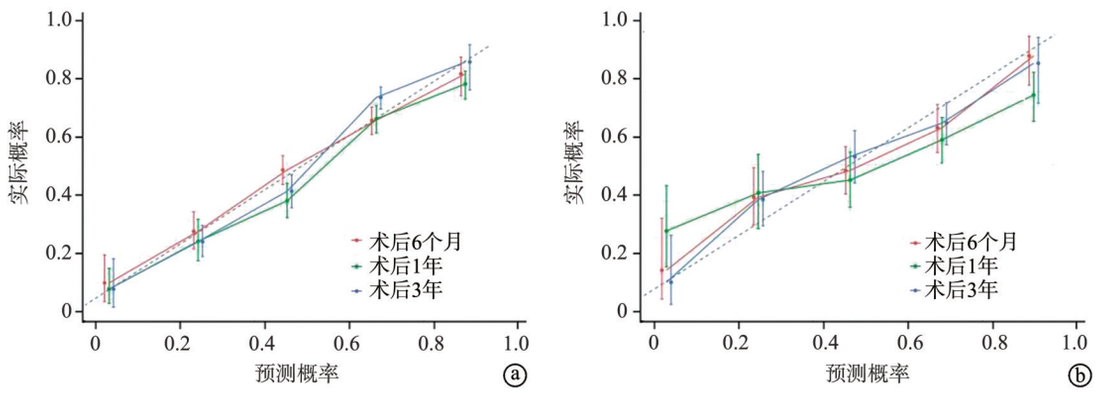


图1 HVR后不良临床结局的风险预测模型



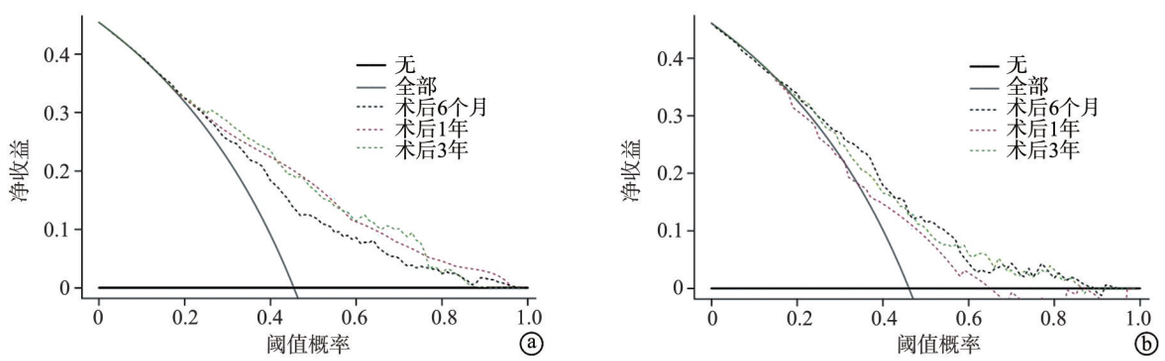
a:试验集;b:验证集

图2 *ROC*曲线



a:试验集;b:验证集

图3 校准曲线



a:试验集;b:验证集

图4 *DCA*

3 讨论

心脏瓣膜病是临床常见的心脏疾病,近年来其发病率、致残率、病死率逐渐升高[7]。临床主要采用HVR治疗心脏瓣膜病,随着心脏外科手术的进步,HVR手术成功率得到提升,但术后不良临床结局高发仍是心外科关注的重点[8]。本研究中心脏瓣膜病患者HVR后不良临床结局的发生率为33.64%,与既往研究结果(31.63%)[9]基本相符,说明HVR后不良临床结局发生率较高。因此,建立其风险预测模型具有重要的临床价值。

本研究显示,患者术前NYHA心功能分级Ⅲ~Ⅳ级,术前APACHEⅡ评分、NT-proBNP水平较高,主动脉阻断时间、体外循环时间延长,术前OPNI、LVEF降低均是HVR后出现不良临床结局的危险因素。术前NYHA心功能分级Ⅲ~Ⅳ级提示患者心功能损伤严重,心脏结构呈不可逆重构,术后不良结局风险增加。本研究中术前NYHA心功能分级Ⅲ~Ⅳ级*HR*为4.039,与研究报道比值比4.805[10]存在差异,可能与纳入病例基线资料特征不同有关。APACHEⅡ评分越高说明心脏瓣膜病患者病情越严重,术后不良临床结

局风险越高。研究显示,APACHEⅡ评分是心脏手术患者术后28 d病死率的预测因子[11]。本研究进一步拓展其风险边界,可能源于结局定义更宽泛。NT-proBNP可反映心脏瓣膜病患者心功能情况,其水平升高与心肌功能和不良临床结局直接相关。研究显示,NT-proBNP是老年重症HVR后发生低心排血量综合征的危险因素[12]。心功能不全可增加心室壁应力,刺激NT-proBNP合成释放,二者存在因果关系,临床可通过监测NT-proBNP动态变化评估心功能干预效果。体外循环时间延长可增加心脏和全身各器官的损伤风险,甚至引发不可逆的病理损害。主动脉阻断时间过长提示手术较复杂,易致心肌细胞严重缺血缺氧和再灌注损伤,影响心功能恢复,诱发心律失常、肺部感染等并发症。研究发现,体外循环时间≥160 min、主动脉阻断时间≥120 min均可增加HVR后患者预后不良风险[13]。OPNI可反映营养状态,该指标降低说明患者营养状态差,从而影响术中耐受性和术后恢复。研究指出,术前OPNI最佳截断值为45.63可预测HVR后肺部感染[14]。本研究发现,术前OPNI降低与整体不良临床结局相关,而非局限于单一感染事件,提示其反映的营养-免疫状态可影响患者术后整体恢复能力。LVEF降低表明心脏收缩功能较弱,从而引发全身血供不足、多器官功能障碍,加剧病情。研究证实,LVEF是风湿性HVR后心房颤动预测因子[15]。但本研究术前LVEF降低与整体不良结局相关,说明LVEF降低不仅可反映心肌收缩功能,还与全身器官血流灌注储备直接相关,可覆盖多系统并发症。

本研究构建HVR后不良临床结局的风险预测模型,为了避免过度拟合,提高适用性,本研究从多方面验证该模型的效能,*ROC*曲线分析显示,模型区分能力强、稳定性好,且各时间点校准曲线与理想曲线接近,说明预测风险与实际结局高度一致,准确度高;*DCA*证实模型具有良好临床实用性。临床可利用该模型快速预测心脏瓣膜病患者HVR后不良临床结局风险,及早识别出高风险患者并及时干预,以降低不良临床结局风险。但本研究为单中心回顾性研究,数据可能存在选择和信息偏倚;研究对象来源于单中心,样本地域、人群特征单一,结果可能无法推广。

综上所述,术前NYHA心功能分级、APACHEⅡ评分、NT-proBNP较高,主动脉阻断时间、体外循环时间延长,术前OPNI、LVEF降低均是HVR后心脏瓣膜病患者出现不良临床结局的危险因素,据此构建的风险预测模型具有较好的预测效能、区分度和准确度,临床应用价值高。

[参考文献]

[1] Zern EK, Frank RC, Yucel E. Valvular heart disease in the cardiac intensive care unit[J]. Crit Care Clin, 2024, 40(1): 105-120. doi: 10.1016/j.ccc.2023.05.002.

[2] Cuko B, Baudo M, Busuttil O, et al. Outcomes of left-sided heart valve surgery after heart transplantation: a systematic review[J]. Heart Fail Rev, 2024, 29(1): 227-234. doi: 10.1007/s10741-023-10368-5.

[3] Hou J, Huang X, Shang L, et al. Reduced angiopoietin factor 2 levels are correlated with better cardiac function and prognosis in valvular heart disease[J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2023, 38(1): 104-109. doi: 10.21470/1678-9741-2021-0364.

[4] Dokollari A, Margaryan R, Torregrossa G, et al. Risk predictors that impact long-term prognosis in patients undergoing aortic valve replacement with the perceval sutureless bioprosthesis[J]. Cardiovasc Revasc Med, 2023, 55(1): 10-19. doi: 10.1016/j.carrev.2023.04.006.

[5] 贺 宇,牛毅菲,黄 琼,等. 二尖瓣反流面积分级对重度主动脉瓣狭窄合并二尖瓣关闭不全患者经导管主动脉瓣置换术后预后的影响[J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2023, 31(1): 33-37. doi: 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.005.

[6] 张 倩,王墨扬,吴永健. 2021 ESC/EACTS心脏瓣膜病管理指南解读[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(12): 1256-1260. doi: 10.3760/cma.j.cn112148-20210924-00818.

[7] Wang K, Geng B, Shen Q, et al. Global, regional, and national incidence, mortality, and disability-adjusted life years of non-rheumatic valvular heart disease and trend analysis from 1990 to 2019: results from the Global Burden of Disease study 2019[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2023, 31(8): 706-722. doi: 10.1177/02184923231200695.

[8] Panagides V, Cuervo G, Llopis J, et al. Infective endocarditis after transcatheter versus surgical aortic valve replacement[J]. Clin Infect Dis, 2024, 78(1): 179-187. doi: 10.1093/cid/ciad464.

[9] 张 超,韩 冬,范迪堃,等. 血清脂联素、成纤维生长因子-23在心脏瓣膜置换术患者预后中的评估价值[J]. 实用临床医药杂志, 2024, 28(3): 58-62. doi: 10.7619/jcmp.20233242.

[10] 欧阳春,黄 磊,叶小强,等. 重症心脏瓣膜置换术后患者预后的影响因素分析及风险模型的建立[J]. 岭南心血管病杂志, 2022, 28(6): 502-507. doi: 10.3969/j.issn.1007-9688.2022.06.03.

[11] Xu H, Xue YY, Shen X, et al. Association of critical value with 28-day mortality after cardiac surgery[J]. Heart Surg Forum, 2023, 26(1): 126-130. doi: 10.1532/HSF.5215.

[12] 宋 跃,曹 剑,刘 冬. 术前血清N末端B型脑钠肽前体和心肌肌钙蛋白I水平对老年重症心脏瓣膜病患者术后发生低心排血量综合征的预测价值[J]. 中国医药, 2022, 17(3): 394-398. doi: 10.3760/j.issn.1673-4777.2022.03.017.

[13] 张 星,连 敬. 老年心脏瓣膜置换术后患者抗凝治疗依从性调查及其预后因素分析[J]. 老年医学与保健, 2024, 30(5): 1303-1308. doi: 10.3969/j.issn.1008-8296.2024.05.018.

[14] 洪 伟,张永恒,刘建平,等. 预后营养指数在心脏瓣膜病术后肺部感染预测价值研究[J]. 四川医学, 2024, 45(7): 749-755. doi: 10.16252/j.cnki.issn1004-0501-2024.07.010.

[15] Ibrahim KS, Kheirallah K, Mayyas F, et al. Atrial fibrillation after rheumatic heart valve surgery: incidence, predictors, and outcomes[J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2023, 71(4): 297-306. doi: 10.1055/s-0041-1740985.

(编辑:龙小芬)