

DOI: 10.14188/j.1671-8852.2024.1032

文章编号 1671-8852(2026)04-0504-07

心力衰竭患者 30 天再入院预测模型构建及验证

陈雅婕^{1,2} 张 梦^{1,2} 张亚丹^{1,2} 徐飞雪^{1,2} 梁高远^{1,2} 唐其柱^{1,2} 孟妍妍^{1,2}

¹武汉大学人民医院心血管内科 湖北 武汉 430060;

²代谢与相关慢病湖北省重点实验室 湖北 武汉 430060

摘要 目的:探讨心力衰竭(心衰)住院患者出院 30 天再入院的影响因素,构建并验证 30 天再入院的风险预测模型。方法:从武汉大学人民医院心血管内科 2021 年 7 月至 2023 年 7 月收治的心衰住院患者 2 351 例中,按纳入排除标准选取 733 例患者临床资料,应用单因素分析与多因素 Logistic 回归分析方法分析患者出院 30 天再入院的影响因素,构建预测心衰 30 天再入院风险列线图模型,采用 ROC 曲线分析、Hosmer-Lemeshow 检验、临床决策曲线分析(DCA)评估列线图预测模型的区分度、校准度和临床实用性。结果:左心室射血分数 $>40\%$ ($OR=0.246$, $95\%CI:0.155\sim0.390$)、住院时间 ($OR=1.083$, $95\%CI:1.044\sim1.123$)、血脂异常 ($OR=2.486$, $95\%CI:1.526\sim4.049$)、NYHA 分级 >2 级 ($OR=3.526$, $95\%CI:1.910\sim6.512$)、血红蛋白水平 ($OR=0.981$, $95\%CI:0.972\sim0.990$)、使用排钾利尿剂 ($OR=0.213$, $95\%CI:0.122\sim0.372$) 是 30 d 内再入院的独立预测因子。预测模型的曲线下面积(AUC)为 0.779 ($95\%CI:0.734\sim0.824$, $P<0.001$),敏感度为 81.3%,特异度为 63.7%。结论:预测模型灵敏度、准确度高,临床实用性强,可为临床降低 30 天再入院率、改善患者预后提供指导。

关键词 心力衰竭;30 天再入院率;影响因素;临床预测模型;列线图

中图分类号 R541.6

文献标志码 A

Construction and validation of a risk prediction model for 30-day readmission in patients with heart failure

CHEN Yajie^{1,2}, ZHANG Meng^{1,2}, ZHANG Yadan^{1,2}, XU Feixue^{1,2}, LIANG Gaoyuan^{1,2},
TANG Qizhu^{1,2}, MENG Yanyan^{1,2}

¹Department of Cardiology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei, China;

²Hubei Key Laboratory of Metabolic and Chronic Diseases, Wuhan 430060, Hubei, China

Abstract

Objective: To explore the influencing factors of 30-day readmission in patients with heart failure, and construct and validate a 30-day readmission risk prediction model. **Methods:** The clinical data of 733 inpatients with heart failure were selected according to the inclusion and exclusion criteria from 2 351 inpatients with heart failure admitted to the Department of Cardiology of Renmin Hospital of Wuhan University from July 2021 to July 2023, and the influencing factors of 30-day readmission were analyzed by univariate and multivariate logistic regression analysis. ROC curve analysis, Hosmer-Lemeshow test and clinical decision curve analysis (DCA) were used to evaluate the discrimination, calibration and clinical utility of the model. **Results:** Left ventricle ejection fraction $>40\%$ ($OR=0.246$, $95\%CI:0.155\sim0.390$), length of stay ($OR=1.083$, $95\%CI:1.044\sim1.123$), dyslipidemia

课题来源:国家重点研发计划项目(编号:2018YFC1311300);国家自然科学基金资助项目(编号:82370347)。

作者简介:陈雅婕,女,1998—,医学硕士生,主要从事心力衰竭与心肌重构的发病机制研究,E-mail:2016302180304@whu.edu.cn。

通信作者:唐其柱,E-mail:qztang@whu.edu.cn;孟妍妍,E-mail:mengyan2293@whu.edu.cn。

($OR=2.486$, 95% CI : 1.526-4.049), NYHA class >2 ($OR=3.526$, 95% CI : 1.910-6.512), hemoglobin level ($OR=0.981$, 95% CI : 0.972-0.990), and use of potassium-sparing diuretics ($OR=0.213$, 95% CI : 0.122-0.372) were independent predictors of 30-day readmission. The predictive model achieved an area under the curve (AUC) of 0.779 (95% CI : 0.734-0.824, $P<0.001$), with a sensitivity of 81.3% and specificity of 63.7%. **Conclusion:** The constructed prediction model has high sensitivity, accuracy and clinical utility, and can provide guidance for reducing the 30-day readmission and improving the prognosis of patients.

Key Words Heart Failure; 30-Day Readmission; Influencing Factor; Clinical Prediction Model; Nomogram

心力衰竭(heart failure, HF, 简称心衰)目前是全球发病率和死亡率增长的首要原因,给患者的生命健康带来巨大威胁^[1]。随着医疗技术的不断进步,心衰的治疗效果得到了一定程度的提升,但患者出院后30 d内再入院的情况仍较为常见。心衰患者的再入院不仅增加了患者的痛苦和经济负担,也对医疗资源造成了巨大压力^[2]。

本研究旨在通过对一系列临床指标和患者特征的分析,探讨心衰患者30天再入院的影响因子,揭示哪些因素与再入院风险密切相关,并基于独立预测因子构建心衰患者30天再入院风险预测模型,为临床心衰患者的管理提供科学依据和指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取武汉大学人民医院2021年7月到2023年7月收治且完成随访的心衰患者为研究对象,以“因心衰出院30天内再入院”为阳性结果,分为研究组和对照组。纳入标准:①符合《2018中国心力衰竭诊断和治疗指南》中制定的心力衰竭诊断标准;②年龄 ≥ 18 岁;③研究所需临床资料完整。排除标准:①未满足心力衰竭明确诊断标准者;②存在预期生存期极短的严重合并疾病,如活动性恶性肿瘤或终末期肾功能不全;③住院期间临床资料严重缺失或失访。本研究“30天再入院”指患者在本次出院后再次因病入住医院的情况,定义为出院后30 d内的非计划性住院。我们排除了以下情形:①因预定的手术、化疗、放疗等治疗计划住院者;②常规术后或疾病管理相关的复查性住院;③明确标记为计划性住院的记录。再入院信息基于本院医院信息系统(HIS)中统一编码的患者ID,通过数据挖掘方式回顾性追踪患者的再次入院记录,确保追踪结果不依赖患者主观报告,避免信息偏倚。本研究经医院医学伦理委员会审核通过。

1.2 研究方法 收集患者的基础资料、心衰病因、病史、住院期间用药或干预、出院前实验室检查等临床资料。根据纳排标准整理数据,对于部分缺失的数据,使用链式方程多重插补法对缺失数据进行填补,插补过程使用R软件的mice包完成,设定插补次数为20次。

1.3 统计学分析 使用SPSS 27.0分析数据。对计量资料进行正态性检验,由于本研究样本量相对有限,计量资料在正态性检验中均未达到正态分布标准,故采用中位数(四分位数间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以相对数表示,两组间比较采用 χ^2 检验。使用R语言中glmnet包进行LASSO回归,以lambda.1se为调优参数筛选出与心衰患者30天再住院相关的预测变量,并进一步将其纳入多因素Logistic回归分析,筛选出独立预测因子,采用R软件rms包构建基于独立预测因子的列线图,采用proc和ggplot2包绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC)、最佳截断值、特异性及敏感性;采用Hosmer-Lemeshow(H-L)检验和校准曲线(Calibration Curve)评价模型的准确度;采用rmda包绘制临床决策曲线(DCA)检验模型的临床应用价值;采用Bootstrap自抽样法进行模型内部验证。

2 结果

2.1 心衰患者的一般资料、临床特征、实验室指标比较及单因素分析 本研究最终纳入733例心衰患者,出院30 d内再入院患者135例(18.42%),未入院598例(81.58%)。将两组的一般资料及临床特征进行单因素差异性分析,结果显示:两组在合并高血压比例、合并冠状动脉疾病比例、心肌梗死病史比例、坐位动脉血压水平、左心室射血分数(LVEF) $<40\%$ 的比例、血脂异常比例、NYHA分

级>2 级比例以及急性心衰比例、住院时间长短上的比较差异有统计学意义($P<0.05$);而两组间在年龄、是否吸烟、是否饮酒等因素上的差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 一般资料及临床特征的比较 [例(%); $M(P_{25},P_{75})$]

变量	对照组 (<i>n</i> =598)	研究组 (<i>n</i> =135)	χ^2/Z	<i>P</i>	变量	对照组 (<i>n</i> =598)	研究组 (<i>n</i> =135)	χ^2/Z	<i>P</i>
性别					糖尿病病史				
女	267 (44.65)	48 (35.56)	3.716	0.054	无	466 (77.93)	102 (75.56)	0.355	0.551
男	331 (55.35)	87 (64.44)			有	132 (22.07)	33 (24.44)		
吸烟情况					慢性阻塞性肺疾病病史				
不吸烟	468 (78.26)	100 (74.07)	1.118	0.572	无	548 (91.64)	128 (94.81)	1.549	0.213
规律吸烟	105 (17.56)	28 (20.74)			有	50 (8.36)	7 (5.19)		
戒烟	25 (4.18)	7 (5.19)			慢性肾病病史				
饮酒情况					无	435 (72.74)	92 (68.15)	1.151	0.283
不饮酒	539 (90.13)	120 (88.89)	0.188	0.665	有	163 (27.26)	43 (31.85)		
规律饮酒	59 (9.87)	15 (11.11)			甲状腺功能异常病史				
扩心病原因心衰					无	545 (91.14)	125 (92.59)	0.297	0.586
无	445 (74.41)	96 (71.11)	0.622	0.430	有	53 (8.86)	10 (7.41)		
有	153 (25.59)	39 (28.89)			恶性肿瘤病史				
高血压原因心衰					无	595 (99.50)	132 (97.78)	2.176	0.140
无	544 (90.97)	114 (84.44)	5.106	0.024	有	3 (0.50)	3 (2.22)		
有	54 (9.03)	21 (15.56)			坐位动脉血压	127.00	120.00		
冠状动脉疾病原因心衰					(收缩压/mmHg)	(112.00, 142.00)	(109.00, 134.50)	-2.610	0.009
无	401 (67.06)	78 (57.78)	4.188	0.041	坐位动脉血压	75.00	74.00		
有	197 (32.94)	57 (42.22)			(舒张压/mmHg)	(66.00, 86.00)	(67.50, 82.00)	-1.098	0.272
高血压病史					静息心率(手数	79.50	81.00		
无	268 (44.82)	55 (40.74)	0.742	0.389	测量)/次·min ⁻¹	(70.00, 95.00)	(72.00, 100.00)	-1.519	0.129
有	330 (55.18)	80 (59.26)			LVEF>40%				
心肌梗死病史					否	265 (44.31)	97 (71.85)	33.412	<0.001
无	518 (86.62)	108 (80.00)	3.874	0.049	是	333 (55.69)	38 (28.15)		
有	80 (13.38)	27 (20.00)			血脂异常				
心房颤动/扑动病史					无	508 (84.95)	95 (70.37)	16.046	<0.001
无	349 (58.36)	80 (59.26)	0.037	0.848	有	90 (15.05)	40 (29.63)		
有	249 (41.64)	55 (40.74)			NYHA 分级>2 级				
卒中病史					否	177 (29.60)	16 (11.85)	17.883	<0.001
无	481 (80.43)	111 (82.22)	0.226	0.634	是	421 (70.40)	119 (88.15)		
有	117 (19.57)	24 (17.78)			是否为急性心衰患者				
外周动脉疾病病史					否	455 (76.09)	86 (63.70)	8.736	0.003
无	564 (94.31)	130 (96.30)	0.859	0.354	是	143 (23.91)	49 (36.30)		
有	34 (5.69)	5 (3.70)			住院时间/d	8.00	10.00		
						(6.00, 11.00)	(7.00, 15.50)	-3.799	<0.001

将两组的实验室检查结果进行单因素差异性分析,结果显示:两组患者血红蛋白水平、血清肌酐水平、血钠水平、NT-proBNP 水平相比差异有统计学意义($P<0.05$),而两组血钾水平、空腹血糖水平、尿酸水平相比差异无统计学意义($P>0.05$),详见表 2。

将两组患者用药情况进行单因素差异性分析,结果显示:两组患者在使用排钾利尿剂人数比例、使用血管紧张素转化酶抑制剂(ACEI)比例、使用

醛固酮受体拮抗剂比例相比差异有统计学意义($P<0.05$)。在其他用药情况的比较,差异无统计学意义($P>0.05$),详见表 3。

2.2 多因素 Logistic 回归分析 利用 LASSO 回归对纳入单因素有差异的 16 个指标进行筛选。最终筛选被保留的变量有 7 个,分别为 LVEF 水平、住院时间、血脂是否异常、NYHA 分级水平、血红蛋白水平、是否使用肾素血管紧张素系统抑制剂,是否使

表 2 两组患者实验室指标水平的比较				$[M(P_{25},P_{75})]$
变量	对照组($n=598$)	研究组($n=135$)	Z	P
血红蛋白/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	128.00 (114.00, 143.00)	121.00 (102.00, 134.00)	-3.983	<0.001
空腹血糖/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	5.24 (4.48, 6.50)	5.40 (4.39, 6.80)	-0.171	0.864
血清肌酐/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	83.00 (68.00, 108.00)	93.00 (71.00, 122.00)	-2.361	0.018
血钠/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	140.50 (138.10, 142.30)	139.60 (137.00, 142.00)	-2.773	0.006
血钾/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	4.19 (3.89, 4.51)	4.16 (3.84, 4.51)	-0.624	0.533
尿酸/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	435.00 (358.25, 536.75)	461.00 (371.00, 571.00)	-1.628	0.104
NT-proBNP/ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$	220.11 (97.76, 477.25)	405.77 (239.08, 819.25)	-5.882	<0.001

表 3 两组患者用药情况的比较						[例(%)]
变量	分类	对照组 ($n=598$)	研究组 ($n=135$)	χ^2	P	
住院期间使用 静脉正性肌力 药物	否	465 (77.76)	113 (83.70)	2.334	0.127	
	是	133 (22.24)	22 (16.30)			
排钾利尿剂	否	84 (14.05)	37 (27.41)	14.264	<0.001	
	是	514 (85.95)	98 (72.59)			
肾素血管紧张 素系统抑制剂	否	256 (42.81)	77 (57.04)	8.993	0.003	
	是	342 (57.19)	58 (42.96)			
β -受体阻滞剂	否	200 (33.44)	50 (37.04)	0.632	0.426	
	是	398 (66.56)	85 (62.96)			
醛固酮受体拮 抗剂	否	176 (29.43)	53 (39.26)	4.952	0.026	
	是	422 (70.57)	82 (60.74)			
伊伐布雷定	否	557 (93.14)	128 (94.81)	0.503	0.478	
	是	41 (6.86)	7 (5.19)			
地高辛	否	372 (62.21)	85 (62.96)	0.027	0.870	
	是	226 (37.79)	50 (37.04)			
抗凝剂	否	398 (66.56)	91 (67.41)	0.036	0.849	
	是	200 (33.44)	44 (32.59)			
抗血小板药物	否	228 (38.13)	57 (42.22)	0.777	0.378	
	是	370 (61.87)	78 (57.78)			
降脂类药物	否	205 (34.28)	51 (37.78)	0.593	0.441	
	是	393 (65.72)	84 (62.22)			
硝酸酯类药物	否	458 (76.59)	95 (70.37)	2.299	0.129	
	是	140 (23.41)	40 (29.63)			
胺碘酮	否	515 (86.12)	111 (82.22)	1.342	0.247	
	是	83 (13.88)	24 (17.78)			
抗糖尿病药物	否	419 (70.07)	87 (64.44)	1.629	0.202	
	是	179 (29.93)	48 (35.56)			

用排钾利尿剂。将心衰患者 30 d 内是否再入院作为因变量,上述各项有差异的指标作为自变量,将各变量分别赋值(见表 4)进行多因素二元 logistic 回归分析。结果表明:LVEF>40%($OR=0.246$, 95% CI : 0.155~0.390)、住院时间($OR=1.083$, 95% CI : 1.044~1.123)、血脂异常($OR=2.486$, 95% CI : 1.526~4.049)、NYHA 分级>2 级($OR=3.526$, 95% CI : 1.910~6.512)、血红蛋白水平(OR

$=0.981$, 95% CI : 0.972~0.990)、使用排钾利尿剂($OR=0.213$, 95% CI : 0.122~0.372)是 30 d 内再住院的独立预测因子。详见表 5。

表 4 变量赋值表	
变量	赋值方式
LVEF	$\leq 40\%=0, >40\%=1$
住院时间	原值代入
血脂异常	是=1, 否=0
NYHA 分级	>2 级=1, ≤ 2 级=0
血红蛋白	原值代入
肾素血管紧张素系 统抑制剂	使用=1, 未使用=0
排钾利尿剂	使用=1, 未使用=0
分组	30 d 内再入院组=1, 30 d 内未入院组=0

表 5 多因素二元 Logistic 回归分析							
变量	β	SE	$Wald$	P	OR	95% CI	
						下限	上限
LVEF	-1.404	0.236	35.440	<0.001	0.246	0.155	0.390
住院时间	0.080	0.019	18.565	<0.001	1.083	1.044	1.123
血脂异常	0.911	0.249	13.383	<0.001	2.486	1.526	4.049
NYHA 分级	1.260	0.313	16.217	<0.001	3.526	1.910	6.512
血红蛋白	-0.019	0.005	17.639	<0.001	0.981	0.972	0.990
排钾利尿剂	-1.545	0.284	29.549	<0.001	0.213	0.122	0.372
常量	0.620	0.712	0.759	0.384	1.859		

2.3 心衰患者 30 天再入院风险预测模型的构建及检验 列线图结果显示,当总分到达 115 分时,有发生再住院的可能,当总分达到 250 分时,发生再住院的可能性大大增加。各预测变量对应的得分值如图 1 所示。模型的 AUC 值为 0.779 (95% CI : 0.734~0.824, $P<0.001$),当最佳截断值为 0.232 时,其敏感度和特异度分别为 81.3% 和 63.7%,约登指数为 0.45,详见图 2。使用 Bootstrap 重复抽样 1 000 次的方法对模型进行内部验证后,模型的 AUC 值为 0.796。

H-L 检验结果显示: $\chi^2=14.10$, $df=8$, $P=0.079$, $P>0.05$ 。经 Bootstrap 重复抽样 1 000

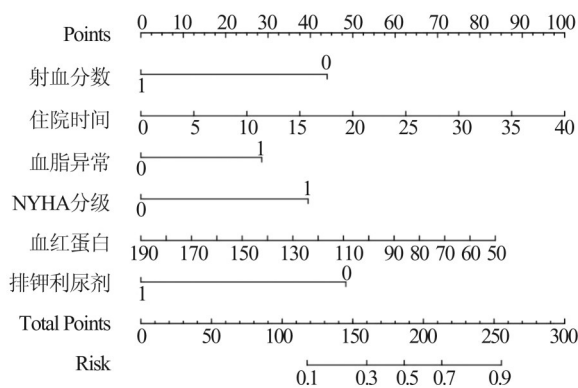


图 1 预测心衰患者 30 d 内再入院的列线图

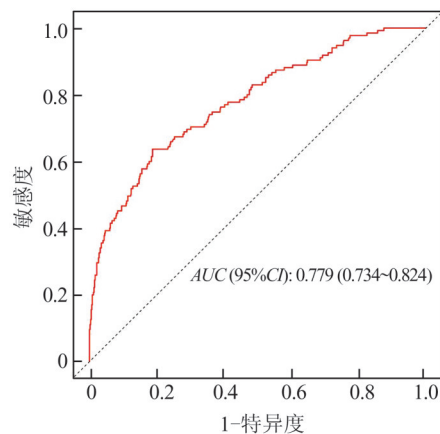


图 2 心衰 30 天再入院风险模型的 ROC 曲线

次的方法进行内部验证后,绝对误差为 0.024,如图 3 所示。采用 DCA 对模型的临床实用性进行评价。结果显示,当阈概率在介于 6%~97% 之间,使用该模型能够提供较高的临床净获益,见图 4。

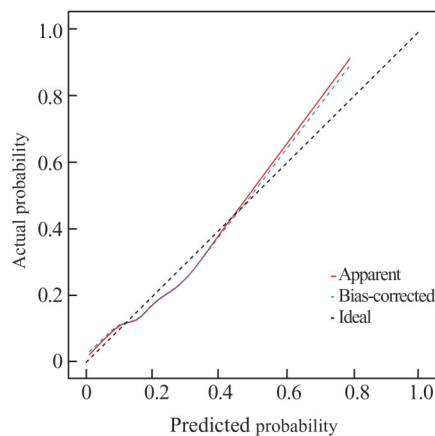


图 3 校准曲线

3 讨论

心衰 30 天再入院率一直是近年来降低医疗保健成本的主要焦点,是衡量医疗质量和疾病管理效

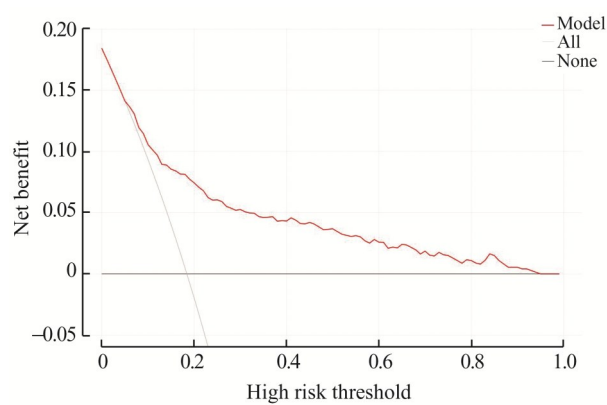


图 4 预测模型的临床决策曲线

果的重要指标^[3]。因此,构建风险预测模型,为指导临床管理提供依据,对于降低 30 天再入院率、改善患者预后、减轻医疗负担具有极为关键的意义。本研究针对相关病例进行分析,结果表明,LVEF>40%,出院血红蛋白水平,使用排钾利尿剂为心衰 30 天再入院的保护因素;住院时间长、血脂异常、NYHA 分级>2 级是心衰 30 天再入院的危险因素,并基于以上预测因子构建了敏感度高、临床预测能力较好的预测模型。

本研究结果表明,LVEF>40% 是心衰 30 天再入院的保护因素,NYHA 分级>2 级是心衰 30 天再入院的危险因素。LVEF 是评估心脏功能的重要指标,指南中明确,LVEF 下降与心衰患者的不良预后相关^[4],同样地,美国纽约心脏病学会(NYHA)分类是心力衰竭风险分层的基本工具,对指导治疗和评估患者预后具有公认的重要临床价值。从心衰分类来说,LVEF 恢复的心力衰竭死亡率低于 LVEF 保留的心力衰竭(HFpEF)和 LVEF 下降的心力衰竭(HFrEF)^[5],也提示心脏收缩功能及心功能直接影响预后的重要性。而基于 LVEF 轨迹的临床研究^[6]表明,心衰患者出院后,LVEF 降低的患者预后更差,强调了对 LVEF 进行纵向评估的重要性。

容量过负荷是心衰患者常见的症状,可导致呼吸困难、水肿等症状加重,心脏负担进一步增加。本次研究结果表明,使用排钾利尿剂是心衰 30 天再入院的保护因素。2022 年的 AHA/ACC/HFSA 心力衰竭管理指南说明,呋塞米、氢氯噻嗪等排钾利尿剂通过利尿减轻体液潴留,改善患者的心脏功能和生活质量,是治疗心衰容量过负荷的基石之一^[7-8]。需要注意的是,排钾利尿剂在使用过程中可能会导致低钾血症等电解质紊乱问题,因此在临床应用中,必须密切监测患者的血钾水平,联用保钾

利尿剂如醛固酮受体拮抗剂,以维持电解质平衡^[9]。醛固酮受体拮抗剂通过抑制醛固酮的作用,不仅可以减少心肌纤维化的发生和发展,还协同排钾利尿剂进一步减少水钠潴留,缓解心衰症状^[10]。两者联用,可更有效地抑制心肌重构,延缓心衰的进展,改善预后,减少因症状恶化导致的再入院事件发生。

本次研究结果表明,出院血红蛋白水平是心衰30天再入院的保护因素,随着血红蛋白水平降低,再入院事件发生几率增高。贫血是心衰的常见合并症之一,与住院、发病和死亡率增加的风险有关^[11]。过去十年心衰患者贫血预后的荟萃分析^[12]提供了与心衰患者贫血相关的高死亡率和住院相关风险的统计证据,另一项着眼于急性心衰患者的临床研究^[13]显示,贫血可能是急性心衰患者全因死亡率和全因心力衰竭事件的独立危险因素,并强调出院前纠正贫血的重要性。然而,一项20年随访的临床研究^[14]显示较高的血红蛋白水平是不良代谢和较高死亡率的独立危险因素,与我们观察到的短期再入院率的风险趋势不符,可能的原因之一是30天再入院为短期急性事件,未进一步探讨长期结局。总之,出院时的血红蛋白水平可以作为一个重要的监测指标,临床医生可以通过评估患者的血红蛋白变化,及时调整治疗方案,采取相应的干预措施,如改善营养、治疗潜在的出血或贫血原因等,以维持患者的血红蛋白在一个较为理想的水平,进一步保障患者的康复和减少再入院风险。

住院时长是衡量疾病严重程度和患者康复过程的重要指标。在一项HFrEF的住院心衰患者组成的跨国队列研究^[15]显示,住院时间较长和非心衰相关的30天再入院风险增加相关,而和心衰相关的30天再入院风险减少相关。本研究结果表明,住院时间长是心衰患者30天再入院的危险因素,住院时间越长,30天再入院风险越高。由于住院时间与心衰再入院风险之间的研究结论尚不明确,对最佳住院时长的研究在逐步探讨中^[16],住院时长也可能在一定程度上提示了住院期间心衰及并发症的严重程度^[17]。过长的住院时间需要适当控制,然而也不能盲目缩短住院时间以导向另一个极端。

血脂异常包括血液中总胆固醇、甘油三酯、高、低密度脂蛋白胆固醇的水平异常,其中低密度脂蛋白胆固醇水平升高是心血管疾病的主要危险因素^[18]。本次研究结果表明,血脂异常是心衰30天再入院的危险因素。虽然血脂异常更多作为动脉粥样硬化性的危险因素被提及,但直接证据^[19]表明,

血脂的异常与非缺血性心力衰竭患者的不良预后独立相关。一项系统评价和荟萃分析^[20]发现,低水平的总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)与脓毒症和重症患者的死亡率相关,提示胆固醇水平可能在炎症和代谢过程中发挥重要作用。因此,血脂异常水平也可能促使心衰患者的心血管负荷增加、炎症反应加剧和代谢紊乱,从而加重心脏功能不全,导致病情恶化并增加短期再入院的风险。

本研究采取ROC曲线进行区分度检验,AUC为0.779(95%CI:0.734~0.824, $P<0.001$),表明模型有较好的预测价值,灵敏度高。由于模型是由训练集得出,使用Bootstrap重复抽样1000次的方法对模型进行内部验证,经内部验证后,模型的AUC值为0.796,证实该模型具有较高的区分能力。H-L检验结果显示: $\chi^2=14.10$, $df=8$, $P=0.079$,Bootstrap重复抽样1000次的方法进行内部验证,校准曲线贴近理想曲线和原始曲线,斜率接近于1,表明30天再入院预测概率与实际概率具有良好的一致性。临床决策曲线阈值区间较宽,当阈概率在介于6%~97%之间,其净获益水平明显高于None线和All线,提示使用该模型提供了较高的临床净获益,模型临床应用价值较好;经ROC分析得到的最佳截断值0.232也在该预测模型临床决策曲线阈概率范围内,因此该预测模型具有良好的临床实用性。本研究使用列线图形式的模型,纳入指标均为容易获得的临床资料,对于危险因素的量化更为便捷,使用时直观易读。本研究尚存在一定的局限性:(1)本研究为单中心回顾性研究,可能存在选择偏倚;(2)出院实验室指标如空腹血糖、血红蛋白等仅测量1次,可能存在测量误差而造成潜在的偏差;(3)新药的使用数据缺乏完全的统计而没有纳入此次分析。因此,需要开展多中心、更大样本量的长期前瞻性研究来进一步修正研究结果及预测模型。

综上所述,LVEF、出院血红蛋白水平、使用排钾利尿剂、住院时间长、血脂异常、NYHA分级是心衰30天再入院的影响因素,基于以上指标联合构建的预测的模型具有较好的区分度和临床实用性。出院前可根据这些风险因素及列线预测模型对患者是否出院以及出院后30天再入院的风险概率给予全面评估及综合管理干预,将有助于更好地识别高风险患者,采取针对性的治疗措施,降低30天再入院率,提高患者的生活质量和疾病的临床预后,

同时这也有助于合理分配医疗资源、提高医院诊疗的效率和效益。



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

参考文献

- [1] HEIDENREICH P A, BOZKURT B, AGUILAR D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 145(18): e895-e1032.
- [2] 杨浩杰, 胡宇乐, 周彦君, 等. 心力衰竭患者 30 天再住院现状及影响因素的研究进展[J]. *解放军护理杂志*, 2022, 39(2):72-75.
YANG H J, HU Y L, ZHOU Y J, et al. Research progress of the status quo of 30-day readmission in patients with heart failure and its influencing factors[J]. *Military Nursing*, 2022, 39(2):72-75.
- [3] GOLDGRAB D, BALAKUMARAN K, KIM M J, et al. Updates in heart failure 30-day readmission prevention[J]. *Heart Fail Rev*, 2019, 24(2):177-187.
- [4] 中华医学会心血管病学分会, 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会心力衰竭专业委员会, 等. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024[J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(3):235-275.
Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association, Chinese College of Cardiovascular Physician, et al. Chinese guidelines for the diagnosis and treatment of heart failure 2024[J]. *Chin J Cardiol*, 2024, 52(3): 235-275.
- [5] 苏康康, 王岩, 王立立, 等. 射血分数改善型心力衰竭的临床特点及预后研究[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(5): 568-576.
SU K K, WANG Y, WANG L L, et al. Characteristics and prognosis of heart failure with improved ejection fraction[J]. *Chinese General Practice*, 2022, 25(5): 568-576.
- [6] NAKAMARU R, SHIRAISHI Y, KOHNO T, et al. Treatment patterns and trajectories in patients after acute heart failure hospitalization[J]. *ESC Heart Fail*, 2024, 11(2):692-701.
- [7] ELLISON D H, FELKER G M. Diuretic treatment in heart failure[J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(20): 1964-1975.
- [8] Writing Committee Members, ACC/AHA Joint Committee Members. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure[J]. *J Card Fail*, 2022, 28(5):e1-e167.
- [9] JENTZER J C, DEWALD T A, HERNANDEZ A F. Combination of loop diuretics with thiazide-type diuretics in heart failure[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56(19):1527-1534.
- [10] BOZKURT B. Contemporary pharmacological treatment and management of heart failure[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2024, 21(8):545-555.
- [11] SIDDIQUI S W, ASHOK T, PATNI N, et al. Anemia and heart failure: A narrative review[J]. *Cureus*, 2022, 14(7):e27167.
- [12] XIA H, SHEN H, CHA W, et al. The prognostic significance of anemia in patients with heart failure: A meta-analysis of studies from the last decade[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8:632318.
- [13] PAN J, LIU M, HUANG J, et al. Impact of anemia on clinical outcomes in patients with acute heart failure: A systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Cardiol*, 2024, 47(2):e24228.
- [14] TAPIO J, VÄHÄNIKKILÄ H, KESÄNIEMI Y A, et al. Higher hemoglobin levels are an independent risk factor for adverse metabolism and higher mortality in a 20-year follow-up[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):19936.
- [15] KHAN H, GREENE S J, FONAROW G C, et al. Length of hospital stay and 30-day readmission following heart failure hospitalization: Insights from the EVEREST trial[J]. *Eur J Heart Fail*, 2015, 17(10): 1022-1031.
- [16] 罗豪, 刘延旭, 文聪, 等. 基于最佳住院时间的心力衰竭患者 1 年内再入院的影响因素[J]. *临床心血管病杂志*, 2024, 40(2):142-149.
LUO H, LIU Y X, WEN C, et al. Influencing factors of 1-year readmission for heart failure patients based on optimal length of stay[J]. *Journal of Clinical Cardiology*, 2024, 40(2):142-149.
- [17] REYNOLDS K, BUTLER M G, KIMES T M, et al. Relation of acute heart failure hospital length of stay to subsequent readmission and All-cause mortality[J]. *Am J Cardiol*, 2015, 116(3):400-405.
- [18] PIRILLO A, CASULA M, OLMASTRONI E, et al. Global epidemiology of dyslipidaemias[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18(10):689-700.
- [19] IWAOKA M, OBATA J E, ABE M, et al. Association of low serum levels of apolipoprotein A-I with adverse outcomes in patients with nonischemic heart failure[J]. *J Card Fail*, 2007, 13(4):247-253.
- [20] TAYLOR R, ZHANG C, GEORGE D, et al. Low circulatory levels of total cholesterol, HDL-C and LDL-C are associated with death of patients with sepsis and critical illness: Systematic review, meta-analysis, and perspective of observational studies[J]. *eBioMedicine*, 2024, 100:104981.

(2024-12-28 收稿)

编辑 孙孝云