



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2025.01.006

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2025.01.006>

· 论著 ·

冠心病合并心力衰竭并发心肾综合征的风险预测列线图模型建立与验证

陈泽宇 汪燕 康忠俊

[摘要] **目的** 研究冠心病合并心力衰竭并发心肾综合征(CRS)的影响因素,建立风险预测列线图模型并验证。**方法** 回顾性纳入 2021 年 3 月~2023 年 3 月至我院就诊的冠心病合并心力衰竭患者 390 例,按照 7:3 比例将其随机分为建模组(273 例)和验证组(117 例);根据是否发生 CRS 再将建模组分为 CRS 组(72 例)和非 CRS 组(201 例)。比较各组患者一般临床资料,采用多因素 *logistic* 回归分析评估冠心病合并心力衰竭患者并发 CRS 的影响因素。建立风险预测列线图模型,采用受试者工作特征(ROC)曲线评估列线图模型对并发 CRS 的预测效能,绘制校准曲线检验列线图模型的校准度,采用决策曲线分析(DCA)验证模型的临床净获益率。**结果** 390 例冠心病合并心衰患者 CRS 发生率为 26.15%(102/390)。多因素 *logistic* 回归分析结果显示,年龄、糖尿病、低钠血症、贫血、纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级Ⅳ级、血尿素氮(BUN)、血肌酐(SCr)、血尿酸、血清中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白(NGAL)水平均为冠心病心衰患者并发 CRS 的影响因素($P < 0.05$)。列线图模型预测建模组并发 CRS 的曲线下面积(AUC)、敏感度、特异度分别为 0.935(95% CI 0.899~0.961)、91.67% 和 84.08%;预测验证组并发 CRS 的 AUC、敏感度、特异度分别为 0.826(95% CI 0.751~0.886)、76.67% 和 83.91%。运用 *Bootstrap* 法对列线图模型进行内部验证,*C-index* 值为 0.835;校准曲线结果显示列线图模型拟合度良好;DCA 结果显示列线图模型预测建模组阈值概率在 7%~91%、96%~99% 时可获得临床净收益,预测验证组阈值概率在 9%~91%、72%~78% 时可获得临床净收益。**结论** 年龄、糖尿病、低钠血症、贫血、NYHA 心功能分级Ⅳ级、BUN、SCr、血尿酸和 NGAL 水平均为冠心病合并心力衰竭并发 CRS 的影响因素,综合上述因素构建风险预测列线图模型可有效预测 CRS 发生。

[关键词] 冠心病; 心力衰竭; 心肾综合征; 列线图; 影响因素

[中图分类号] R541.4

[文献标识码] A

Establishment and verification of risk prediction nomogram model for cardiorenal syndrome in coronary heart disease complicated with heart failure

Chen Zeyu, Wang Yan, Kang Zhongjun.

Department of Cardiovascular Medicine, Ziyang City First People's Hospital, Ziyang 641300, China

[Abstract] **Objective** To study the influencing factors of cardiorenal syndrome(CRS) in coronary heart disease complicated with heart failure, and to establish and verify the risk prediction nomogram model.

Methods A total of 390 patients with coronary heart disease complicated with heart failure admitted to our hospital from March 2021 to March 2023 were retrospectively analyzed. According to the ratio of 7:3, they were randomly divided into modeling group(273 cases) and validation group(117 cases). According to the occurrence of CRS or not, the modeling group was further divided into CRS group(72 cases) and non-CRS group(201 cases). General clinical data of the patients in each group were compared, and the influencing factors of CRS in patients with coronary heart disease complicated with heart failure were evaluated by multi-factor *logistic* regression analysis. The receiver operating characteristic(ROC) curves were used to evaluate the predictive efficiency of the nomogram model for CRS. The calibration curve was drawn to test the calibration degree of the nomogram model, and the decision curve analysis(DCA) was used to verify the net clinical benefit rate of the model. **Results** The incidence of CRS in 390 patients with coronary heart disease complicated with heart failure was 26.15%(102/390). Multivariate *logistic* regression analysis results showed that age, diabetes, hyponatremia, anemia, New York Heart Association(NYHA) Class IV, blood urea nitrogen(BUN), creatinine(SCr), serum uric acid, neutrophil gelatinase-associated lipid transport protein(NGAL) were the influencing factor of CRS in patients with coronary

heart disease complicated with heart failure. The area under the curve(AUC), sensitivity and specificity of CRS in nomogram model prediction modeling group were 0.935 (95% CI 0.899-0.961), 91.67% and 84.08% respectively, while the AUC, sensitivity and specificity of CRS in prediction verification group were 0.826 (95% CI 0.751-0.886), 76.67% and 83.91% respectively. Bootstrap method was used to verify the nomogram model internally, and C-index value was 0.835; Calibration curve showed that the nomogram model had a good fit; DCA results showed that the nomogram model predicted that the modeling group could obtain net clinical benefits when the threshold probability was 7% -91% and 96% -99%, and the validation group could obtain net clinical benefits when the threshold probability was 9% -91% and 72% -78%. **Conclusion** Age, diabetes, hyponatremia, anemia, NYHA heart function class IV, BUN, SCr, serum uric acid and NGAL levels are the influencing factors of CRS in coronary heart disease complicated with heart failure. The risk prediction nomogram model constructed by combining the above factors can effectively predict the occurrence of CRS.

[Key words] Coronary heart disease; Heart failure; Cardiorenal syndrome; Nomogram; Influencing factors

心肾综合征(CRS)是一组心脏和肾脏功能不全且互相影响,从而使心肾功能急剧恶化的综合征,超过60%的急性失代偿性心力衰竭(简称心衰)患者会发生CRS^[1]。CRS的病理生理是复杂、多因素和动态的,冠心病、心衰等均可引起CRS,尤其是冠心病合并心衰^[2]。据报道,CRS已成为心血管疾病患者主要死亡预测因子之一^[3]。冠心病合并心衰患者并发CRS的治疗难度大、预后不良风险高,应积极预防CRS,但关于冠心病合并心衰并发CRS的影响因素研究不多^[4],对CRS的早期预测模型及其效能验证方面的研究更是鲜见。列线图模型是一种基于回归模型的图形工具,可预测多个变量与结局之间的关系^[5]。因此,本研究拟在分析冠心病合并心衰患者并发CRS的危险因素,并据此建立风险预测列线图模型,为预防CRS提供理论依据。

对象与方法

1. 对象:回顾性分析2021年3月~2023年3月至我院就诊的冠心病合并心衰患者390例,其中男205例、女185例,年龄18~90岁,平均年龄(77.19±5.24)岁。纳入标准:(1)均符合冠心病^[6]及心衰^[7]的临床诊断标准;(2)临床资料完整。排除标准:(1)年龄<18岁或>90岁;(2)既往有原发性肾脏疾病、肾脏疾病末期(需进行肾脏替代治疗)、心源性休克、恶性肿瘤、自身免疫性疾病和严重内分泌疾病;(3)入院前1个月服用抗生素、羟苯磺酸钙等影响血液检测结果的药物。按照7:3比例将所有患者随机分为建模组(273例)和验证组(117例)。本研究经我院伦理委员会审核批准(院准字2023年第025号)。

2. 方法:收集所有患者的一般临床资料[包括年龄、性别、BMI、饮酒史、吸烟史、冠心病病程、心衰病程、既往病史、纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级、心衰急性发作次数]、入院后24h内血常规和生化指标[ALT、AST、血尿素氮(BUN)、血肌酐(SCr)、估算的

肾小球滤过率(eGFR)、血尿酸、PLT计数和WBC计数]、血清中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白(NGAL)、超声心动图参数[左心房内径(LAD)、室间隔厚度(IVST)、左心室后壁厚度(LVPWT)、左心室收缩末期径(LVESD)、左心室舒张末期径(LVEDD)和左心室射血分数(LVEF)]、冠脉造影结果(冠脉狭窄程度、病变支数、罪犯血管、钙化情况)。CRS诊断标准^[8]:eGFR<60 ml·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹且SCr>133 μmol/L、BUN>20 mmol/L、血胱抑素C>2.5 mg/L; CRS分型包括I~V型。根据是否发生CRS将建模组分为CRS组(72例)和非CRS组(201例)。

3. 统计学处理:应用SPSS 22.0软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本t检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验,等级分布资料比较采用非参数法检验。采用多因素logistic回归分析评估冠心病合并心衰患者并发CRS的影响因素。采用R软件构建列线图模型,采用受试者工作特征(ROC)曲线评估模型对并发CRS的预测效能,绘制校准曲线检验模型校准度,采用决策曲线分析(DCA)验证模型的临床净获益率。以P<0.05为差异有统计学意义。

结果

1. 建模组与验证组患者一般临床资料比较:建模组患者并发CRS 72例(I型29例、II型14例、III型20例、IV型5例、V型4例),验证组患者并发CRS 30例(I型10例、II型8例、III型9例、IV型2例、V型1例);390例冠心病合并心衰患者CRS发生率为26.15%(102/390)。建模组与验证组患者一般临床资料比较差异均无统计学意义(P>0.05)。见表1。

2. CRS组与非CRS组患者一般临床资料比较:与非CRS组比较,CRS组年龄较大,NYHA心功能分级IV级、糖尿病、低钠血症和贫血患者比例及BUN、SCr、血尿酸、NGAL水平和冠脉狭窄程度较高,心衰急性发

表 1 建模组与验证组患者一般临床资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别(男/女)	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	饮酒史[例,(%)]	吸烟史[例,(%)]	冠心病病程(年)	心衰病程(年)			
建模组	273	150/123	77.23 ± 5.29	24.64 ± 2.75	101(37.00)	112(41.03)	13.18 ± 2.18	5.31 ± 1.28			
验证组	117	55/62	77.11 ± 5.21	24.67 ± 2.56	40(34.19)	43(36.75)	13.58 ± 2.54	5.39 ± 1.24			
$\chi^2/\iota/Z$ 值		2.069	0.206	0.101	0.082	0.278	1.578	0.571			
<i>P</i> 值		0.150	0.837	0.920	0.775	0.598	0.115	0.568			
组别	例数	既往病史[例,(%)]							NYHA 心功能分级[例,(%)]		
		高血压	糖尿病	高脂血症	低钠血症	房颤	心脏瓣膜病	贫血	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级
建模组	273	122(44.69)	119(43.59)	128(46.89)	77(28.21)	51(18.68)	24(8.79)	32(11.72)	45(16.48)	104(38.10)	124(45.42)
验证组	117	53(45.30)	49(41.88)	54(46.15)	31(26.50)	20(17.09)	8(6.84)	13(11.11)	19(16.24)	37(31.62)	61(52.14)
$\chi^2/\iota/Z$ 值		0.012	0.098	0.018	0.120	0.139	0.415	0.030		1.481	
<i>P</i> 值		0.912	0.755	0.894	0.730	0.710	0.519	0.863		0.224	
组别	例数	心衰急性发作 <2 次[例,(%)]	病变支数[例,(%)]			罪犯血管[例,(%)]			冠脉狭窄 程度(%)	钙化情况 [例,(%)]	ALT (U/L)
			单支	两支及以上	左前降支	右回旋支	右冠状动脉				
建模组	273	141(51.65)	136(49.82)	137(50.18)	167(61.17)	50(18.32)	56(20.51)	70.49 ± 9.42	33(12.09)	18.68 ± 2.58	
验证组	117	62(52.99)	55(47.01)	62(52.99)	72(61.54)	24(20.51)	21(17.95)	71.19 ± 8.45	15(12.82)	18.69 ± 2.61	
$\chi^2/\iota/Z$ 值		0.059		0.258			0.005	0.693	0.041	0.035	
<i>P</i> 值		0.808		0.611			0.946	0.489	0.840	0.972	
组别	例数	AST (U/L)	BUN (mmol/L)	SCr (μmol/L)	eGFR[ml·min ⁻¹ · (1.73 m ²) ⁻¹]	肌酐抑制素 C (mg/L)	血尿酸 (mmol/L)	PLT 计数 (×10 ⁹ /L)	WBC 计数 (×10 ⁹ /L)		
建模组	273	24.64 ± 3.17	4.52 ± 0.81	95.18 ± 10.18	90.22 ± 15.12	1.29 ± 0.21	411.98 ± 36.69	203.64 ± 23.39	7.05 ± 1.22		
验证组	117	24.58 ± 3.15	4.53 ± 0.77	95.39 ± 10.54	90.18 ± 14.75	1.27 ± 0.18	413.68 ± 34.92	204.18 ± 23.65	7.13 ± 1.19		
$\chi^2/\iota/Z$ 值		0.172	0.113	0.185	0.024	0.898	0.425	0.208	0.598		
<i>P</i> 值		0.972	0.864	0.854	0.981	0.370	0.671	0.835	0.550		
组别	例数	NGAL(ng/ml)	LAD(mm)	IVST(mm)	LVPWT(mm)	LVESD(mm)	LVEDD(mm)	LVEF(%)			
建模组	273	135.69 ± 20.28	45.39 ± 6.34	9.55 ± 1.52	9.42 ± 1.28	42.65 ± 8.54	56.45 ± 9.27	42.18 ± 6.85			
验证组	117	135.97 ± 20.35	45.38 ± 6.25	9.61 ± 1.57	9.58 ± 1.27	42.18 ± 8.65	56.82 ± 9.24	42.54 ± 6.28			
$\chi^2/\iota/Z$ 值		0.125	0.014	0.354	1.134	0.496	0.362	0.487			
<i>P</i> 值		0.901	0.989	0.724	0.258	0.620	0.718	0.626			

作 <2 次患者比例及 LVEF 水平较低($P < 0.05$)。两组患者其余指标比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

3. 冠心病合并心衰患者并发 CRS 的影响因素:多因素 logistic 回归分析结果显示,年龄、糖尿病、低钠血症、贫血、NYHA 心功能分级Ⅳ级、BUN、SCr、血尿酸和 NGAL 水平均为冠心病心衰患者并发 CRS 的影响因素($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 冠心病合并心衰患者并发 CRS 的影响因素的多因素 logistic 回归分析结果

因素	<i>B</i> 值	<i>S. E.</i>	<i>Walds</i> 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)
年龄	0.099	0.023	18.527	<0.001	1.104(1.055 ~ 1.155)
糖尿病	0.055	0.024	5.252	0.014	1.057(1.008 ~ 1.107)
低钠血症	0.095	0.024	15.668	<0.001	1.100(1.049 ~ 1.153)
贫血	0.063	0.022	8.200	<0.001	1.065(1.020 ~ 1.112)
NYHA 心功能分级					
Ⅲ级	0.065	0.039	2.778	0.058	1.067(0.989 ~ 1.152)
Ⅳ级	0.097	0.021	21.336	<0.001	1.102(1.057 ~ 1.148)
BUN	0.058	0.021	7.628	<0.001	1.060(1.017 ~ 1.104)
SCr	0.064	0.021	9.288	<0.001	1.066(1.023 ~ 1.111)
血尿酸	0.071	0.028	6.430	0.005	1.074(1.016 ~ 1.134)
NGAL	0.066	0.025	6.970	0.001	1.068(1.017 ~ 1.122)
常数项	-15.296	4.152	13.572	<0.001	-

4. 冠心病合并心衰患者并发 CRS 的风险预测列线图模型构建及效能验证:将以上影响因素作为预测指标构建列线图模型,见图 1。

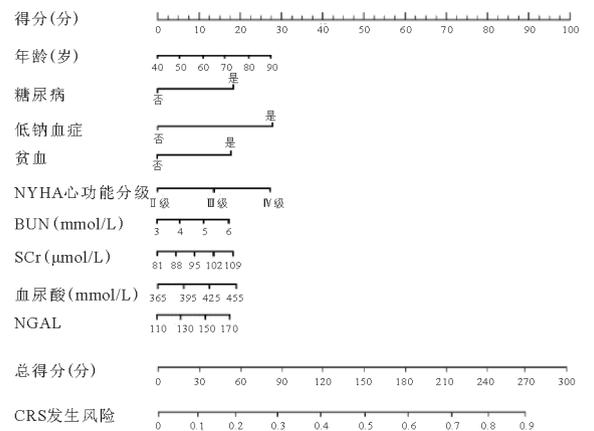


图 1 冠心病心衰患者并发 CRS 风险的列线图预测模型

5. 列线图模型效能验证:ROC 曲线分析结果显示,列线图模型预测建模组患者并发 CRS 的曲线下面积(*AUC*)、敏感度、特异度分别为 0.935(95% *CI* 0.899 ~ 0.961)、91.67% 和 84.08%;列线图模型预测验证组患者并发 CRS 的 *AUC*、敏感度、特异度则分别为 0.826

表 2 CRS 组与非 CRS 组患者一般临床资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别(男/女)	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	饮酒史[例,(%)]	吸烟史[例,(%)]	冠心病病程(年)	心衰病程(年)
CRS 组	72	40/32	82.31 ± 5.11	24.52 ± 2.64	30(41.67)	35(48.61)	13.39 ± 2.06	5.46 ± 1.21
非 CRS 组	201	110/91	75.34 ± 5.19	24.19 ± 2.93	71(35.32)	77(38.31)	13.05 ± 2.36	5.29 ± 1.35
$\chi^2/t/Z$ 值		0.015	9.817	0.841	0.915	2.326	1.083	0.941
<i>P</i> 值		0.903	<0.001	0.401	0.339	0.127	0.280	0.347
既往病史[例,(%)]								
组别	例数	高血压	糖尿病	高脂血症	低钠血症	房颤	心脏瓣膜病	贫血
CRS 组	72	32(44.44)	40(55.56)	40(55.56)	29(40.28)	15(20.83)	7(9.72)	14(19.44)
非 CRS 组	201	90(44.78)	79(39.30)	88(43.78)	48(23.88)	36(17.91)	17(8.46)	18(8.96)
$\chi^2/t/Z$ 值		0.002	5.694	2.951	7.039	0.298	0.106	5.637
<i>P</i> 值		0.961	0.017	0.086	0.008	0.585	0.745	0.018
NYHA 心功能分级[例,(%)]								
组别	例数	II 级	III 级	IV 级	心衰急性发作 <2 次[例,(%)]	病变支数[例,(%)]		
CRS 组	72	7(9.72)	21(29.17)	44(61.11) ^a	29(40.28)	35(48.61)	37(51.39)	
非 CRS 组	201	38(18.91)	83(41.29)	80(39.80)	112(55.72)	101(50.25)	100(49.75)	
$\chi^2/t/Z$ 值			9.711		5.063		0.057	
<i>P</i> 值			0.002		0.024		0.812	
罪犯血管[例,(%)]								
组别	例数	左前降支	右回旋支	右冠状动脉	冠脉狭窄程度 (%)	钙化情况 [例,(%)]	ALT (U/L)	ALT (U/L)
CRS 组	72	47(65.28)	10(13.89)	15(20.83)	73.49 ± 9.42	11(15.28)	19.05 ± 2.36	24.69 ± 3.05
非 CRS 组	201	120(59.70)	40(19.90)	41(20.40)	67.19 ± 8.45	22(10.95)	18.49 ± 2.64	23.88 ± 3.21
$\chi^2/t/Z$ 值			0.694		2.757	0.936	1.587	1.861
<i>P</i> 值			0.405		0.006	0.333	0.114	0.064
实验室检查								
组别	例数	BUN (mmol/L)	SCr (μmol/L)	eGFR [ml · min ⁻¹ · (1.73 m ²) ⁻¹]	血胱抑素 C (mg/L)	血尿酸 (mmol/L)	PLT 计数 (×10 ⁹ /L)	WBC 计数 (×10 ⁹ /L)
CRS 组	72	4.95 ± 0.77	97.12 ± 10.34	90.16 ± 7.05	1.28 ± 0.24	416.69 ± 36.28	204.65 ± 21.28	7.21 ± 1.26
非 CRS 组	201	4.49 ± 0.85	94.22 ± 10.58	90.27 ± 7.16	1.27 ± 0.19	405.95 ± 37.13	203.16 ± 23.52	7.01 ± 1.21
$\chi^2/t/Z$ 值		4.036	2.008	0.112	0.356	2.119	0.473	1.190
<i>P</i> 值		<0.001	0.046	0.911	0.722	0.035	0.637	0.235
心脏超声								
组别	例数	NGAL(ng/ml)	LAD(mm)	IVST(mm)	LVPWT(mm)	LVESD(mm)	LVEDD(mm)	LVEF(%)
CRS 组	72	148.66 ± 20.11	45.69 ± 6.25	9.61 ± 1.62	9.55 ± 1.31	43.35 ± 8.66	57.63 ± 9.64	40.25 ± 6.28
非 CRS 组	201	131.72 ± 20.16	45.29 ± 6.33	9.49 ± 1.49	9.38 ± 1.25	41.95 ± 8.15	55.94 ± 9.11	45.96 ± 7.13
$\chi^2/t/Z$ 值		6.122	0.462	0.573	0.978	1.230	1.330	6.010
<i>P</i> 值		<0.001	0.645	0.567	0.329	0.220	0.185	<0.001

注:与非 CRS 组比较,^a*P*<0.05

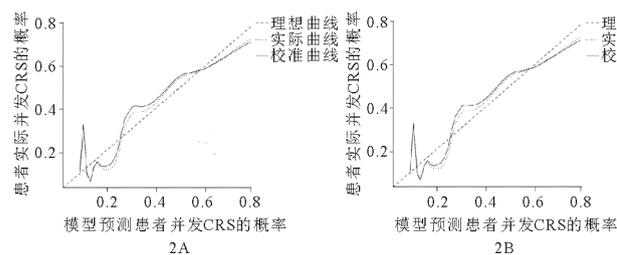


图 2 列线图预测模型校准曲线(A:建模组;B:验证组)

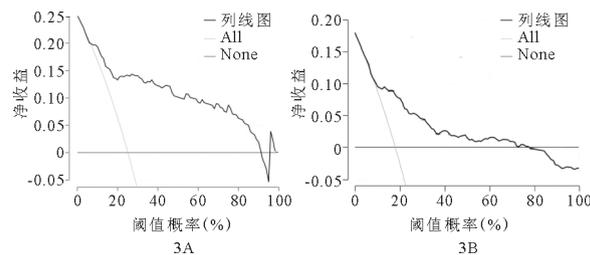


图 3 列线图预测模型 DCA 曲线(A:建模组;B:验证组)

(95% CI 0.751 ~ 0.886)、76.67% 和 83.91%。运用 Bootstrap 法对列线图模型进行内部验证, *C-index* 值为 0.835; 校准曲线结果显示, 列线图模型拟合度良好, 见图 2。DCA 结果显示, 列线图模型预测建模组阈值概率在 7% ~ 91%、96% ~ 99% 时可获得临床净收益, 预测验证组阈值概率在 9% ~ 91%、72% ~ 78% 时可获得临床净收益, 见图 3。

讨论

心脏、肾脏都参与大量基本生理活动, 因而冠心病合并心衰患者极易并发 CRS。夏翼等^[9] 统计心衰并发 CRS 的概率为 23.35%, 本研究中的 26.15% 与其基本一致, 提示 CRS 在冠心病合并心衰中发生率高, 应积极建立其预测模型用于早期预测。

本研究结果显示,年龄、糖尿病、低钠血症、贫血、NYHA 心功能分级Ⅳ级、BUN、SCr、血尿酸和 NGAL 水平均为冠心病合并心衰并发 CRS 的影响因素。心、肾功能可随年龄增长而改变^[10],因功能性肾单位减少,患者易发生 CRS^[11]。糖尿病为心衰、肾功能恶化的危险因素^[12],高血糖可损伤肾小球毛细血管,引起肾脏结构与功能损害,参与 CRS 发生^[13]。低钠血症患者因大量水钠潴留可使心功能减退,降低心输出量,减少有效循环血量与肾脏灌注量,反过来加重心衰,增加 CRS 发生风险^[14]。事实上,低钠血症可谓心衰患者肾功能损伤程度与预后不良的标志^[15]。本研究纳入的研究对象均为慢性贫血,其原因以饮食不当为主,未见消化道出血等导致的贫血,推测是因为贫血引起脉搏输出量增加、心率加快,日久可引起心肌细胞凋亡和心肌肥厚等,加重心衰,引起肾功能损害,但这一结论与林朝章^[16]不同,未来还需更深入分析验证。心功能分级高的患者存在肾血管收缩、肾动脉狭窄,导致心功能负担加重,加剧肾功能损伤。心衰患者 BUN 升高与低容量状态、肾血管低灌注等多个因素夹杂状态有关^[17]。低水平 SCr 的患者更易发生肾损伤,因而 CRS 发生率也更高。血尿酸水平高可引起尿酸盐沉积,堵塞肾小管,引发肾小管萎缩与间质纤维化,Johnson 等^[18]报道 60% 慢性肾脏病患者合并高尿酸血症,后者是肾损伤的危险因素之一。NGAL 为早期且敏感的肾损伤标志物,冠心病合并心衰患者因冠脉粥样硬化导致心肌管腔狭窄、血栓形成和心肌缺血,容易出现 NGAL 水平升高现象,推测 NGAL 有 CRS 预测潜力。但 Ferrari 等^[19]表示 NGAL 不能预测心衰患者急性肾损伤,可能是因为心脏、肾脏损伤程度轻微,并认为采用 NGAL 作为肾脏损伤的生物标志物时,应考虑患者的选择。本研究中 NGAL 为 CRS 发生的危险因素,可能是因为冠心病合并心衰患者心功能等级偏高。

列线图模型可预测结局事件发生概率,帮助医师筛选高危患者,改善临床结局。Huang 等^[20]通过建立列线图模型预测年轻乳腺癌患者生存期限,黎鑫琦等^[21]构建双打击多发性骨髓瘤的列线图预测模型,均证明该模型预测价值显著。本研究建立了 CRS 发生的列线图模型,建模组 ROC 曲线的 AUC 高达 0.935, C-index 值达到了 0.823,提示该模型的预测效能高,可准确预测 CRS。校准曲线显示校准曲线与原始曲线之间贴合度高,表明该风险预测模型的校准能力高,CRS 发生的实际值与模型预测值高度一致。DCA 可评估列线图模型的临床实用性,本研究建模组和验证组的临床净收益均较高,提示其临床实用性强。

综上,冠心病合并心衰患者并发 CRS 的影响因素

包括年龄、糖尿病、低钠血症、贫血、NYHA 心功能分级Ⅳ级、BUN、SCr、血尿酸和 NGAL 水平,基于此构建的风险预测列线图模型对 CRS 有良好的预测效能,可为筛查高危 CRS 患者提供帮助,具体预防 CRS 的方法及效果将成为下一步研究方向。

参 考 文 献

- [1] Ricci Z, Romagnoli S, Ronco C. Cardiorenalsyndrome [J]. Crit Care Clin, 2021, 37(2): 335-347.
- [2] Du X, Ma Z, Li L, et al. Nicorandil decreases renal injury in patients with coronary heart disease complicated with type I cardiorenal syndrome [J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2021, 78(5): e675-e680.
- [3] McCallum W, Sarnak MJ. Cardiorenalsyndrome in the hospital [J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2023, 18(7): 933-945.
- [4] Yarovoy SK, Royuk RV. Cardiorenal syndrome in urological practice [J]. Urologia, 2023, 5(2): 130-134.
- [5] 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.
- [6] 颜红兵, 马长生, 霍勇. 临床冠心病诊断与治疗指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 32-33.
- [7] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组, 中国医师协会心力衰竭专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018 [J]. 中华心力衰竭和心肌病杂志, 2018, 2(4): 196-225.
- [8] National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification [J]. Am J Kidney Dis, 2002, 39(2): S1-S266.
- [9] 夏翼, 刘丹, 李勇, 等. 预测心衰患者并发肾综合症的列线图模型构建研究 [J]. 重庆医科大学学报, 2021, 46(4): 488-492.
- [10] Wang X, Li X, Ong H, et al. MG53 suppresses NF- κ B activation to mitigate age-related heart failure [J]. JCI Insight, 2021, 6(17): e148375.
- [11] Bitzer M, Wiggins J. Agingbiology in the kidney [J]. Adv Chronic Kidney Dis, 2016, 23(1): 12-18.
- [12] Vachek J, Tesar V. Finerenone [J]. Vnitř Lek, 2023, 69(3): 20-23.
- [13] Nuffield Department of Population Health Renal Studies Group, SGLT2 inhibitor Meta-Analysis Cardio-Renal Trialists' Consortium. Impact of diabetes on the effects of sodium glucose co-transporter-2 inhibitors on kidney outcomes: collaborative meta-analysis of large placebo-controlled trials [J]. Lancet, 2022, 400(10365): 1788-1801.
- [14] Gatzoflias S, Hao S, Ferreri NR. Induction of renal tumor necrosis factor- α and other autacoids and the beneficial effects of hypertonic saline in acute decompensated heart failure [J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2021, 320(6): F1159-F1164.
- [15] Velat I, Bušić Ž, Čulić V. Clinical predictors of hyponatremia in patients with heart failure according to severity of chronic kidney disease [J]. Wien Klin Wochenschr, 2022, 134(17-18): 636-645.
- [16] 林朝章. 冠心病继发性心力衰竭合并 II 型心肾综合征危险因素及临床特征分析 [J]. 检验医学与临床, 2022, 19(6): 811-813.
- [17] 肖莉丽, 上官佳红, 陈阳, 等. 急性左心衰竭患者发生 I 型心肾综合征的相关危险因素分析 [J]. 中国现代医学杂志, 2017, 27(25): 83-87.
- [18] Johnson RJ, Sanchez Lozada LG, Lanaspá MA, et al. Uric acid and chronic kidney disease: Still more to do [J]. Kidney Int Rep, 2022, 8(2): 229-239.
- [19] Ferrari F, Scalzotto E, Esposito P, et al. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin does not predict acute kidney injury in heart failure [J]. World J Clin Cases, 2020, 8(9): 1600-1607.
- [20] 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.
- [21] 黎鑫琦, 高豫凤, 陈国鹏, 等. 双打击多发性骨髓瘤的 Nomogram 预测模型的构建与验证 [J]. 临床内科杂志, 2024, 41(8): 535-538.

(收稿日期: 2024-02-18)

(本文编辑: 高婷)