

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.24.023

## 血清 UA、sdLDL、sST2 对急性心肌梗死患者 PCI 术后 无复流的预测价值分析\*

张金剑<sup>1,2</sup> 翁华<sup>2</sup> 马慧<sup>2</sup> 赵小芹<sup>2</sup> 周鑫<sup>2</sup> 王诚<sup>3Δ</sup>

(1 徐州医科大学研究生院 江苏徐州 221004; 2 睢宁县人民医院心内科 江苏睢宁 221200;

3 徐州医科大学附属医院心内科 江苏徐州 221004)

**摘要 目的:**探讨血清尿酸(UA)、小而密低密度脂蛋白(sdLDL)、可溶性致癌抑制因子 2(sST2)对急性心肌梗死(AMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后无复流(NRF)的预测价值。**方法:**选取 2021 年 1 月~2023 年 1 月睢宁县人民医院收治的 196 例 AMI 患者为 AMI 组,根据 PCI 术后是否发生 NRF 分为 NRF 组和血流正常组,另选取同期 120 名体检健康志愿者为对照组。比较 AMI 组与对照组血清 UA、sdLDL、sST2 水平。采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的影响因素,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 UA、sdLDL、sST2 水平对 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的预测价值。**结果:**与对照组比较,AMI 组血清 UA、sdLDL、sST2 水平升高( $P<0.05$ )。196 例 AMI 患者 PCI 术后 NRF 发生率为 34.69%,NRF 组年龄大于血流正常组,糖尿病比例、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白 I(cTnI)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、UA、sdLDL、sST2 水平高于血流正常组( $P<0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄增加和 UA、sdLDL、sST2 升高为 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示,血清 UA、sdLDL、sST2 水平单独和联合预测 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的曲线下面积 AUC (0.95CI) 分别为 0.707 (0.481~0.934)、0.742(0.513~0.955)、0.737(0.480~0.970)、0.863(0.737~0.960),联合预测大于单独预测指标。**结论:**血清 UA、sdLDL、sST2 水平升高为 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的独立危险因素,血清 UA、sdLDL、sST2 水平联合预测 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的价值较高。

**关键词:**急性心肌梗死;UA;sdLDL;sST2;经皮冠状动脉介入治疗;无复流;预测价值

中图分类号:R542.22 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2023)24-4715-05

## Analysis of the Predictive Value of Serum UA, sdLDL and sST2 for No Reflow after PCI in Patients with Acute Myocardial Infarction\*

ZHANG Jin-jian<sup>1,2</sup>, WENG Hua<sup>2</sup>, MA Hu<sup>2</sup>, ZHAO Xiao-qin<sup>2</sup>, ZHOU Xin<sup>2</sup>, WANG Cheng<sup>3Δ</sup>

(1 Graduate School of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221004, China;

2 Department of Cardiology, Suining County People's Hospital, Suining, Jiangsu, 221200, China;

3 Department of Cardiology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221004, China)

**ABSTRACT Objective:** To investigate the predictive value of serum uric acid (UA), small dense low density lipoprotein (sdLDL) and soluble suppression of tumorigenicity 2 (sST2) for no reflow (NRF) after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods:** 196 AMI patients who were admitted to Suining County People's Hospital from January 2021 to January 2023 were selected as AMI group, patients were divided into NRF group and normal blood flow group according to whether NRF after PCI, another 120 healthy volunteers who underwent physical examination during the same period were selected as control group. The serum UA, sdLDL, and sST2 levels between the AMI group and the control group were compared. The influencing factors of NRF in AMI patients after PCI were analyzed by multivariate Logistic regression, the predictive value of serum UA, sdLDL and sST2 levels for NRF in AMI patients after PCI were analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** Compared with control group, the levels of serum UA, sdLDL and sST2 in AMI group were increased ( $P<0.05$ ). The incidence of NRF in 196 AMI patients after PCI was 34.69%, the age of NRF group was older than that of normal blood flow group, the proportion of diabetes, creatine kinase isoenzyme (CK-MB), cardiac troponin I (cTnI), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), UA, sdLDL and sST2 levels were higher than those in normal blood flow group( $P<0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that, the increase of age and UA, sdLDL and sST2 were independent risk factors for NRF in AMI patients after PCI ( $P<0.05$ ). ROC curve analysis showed that, AUC (0.95 CI) of serum UA, sdLDL and sST2 levels alone and in combination for predicting NRF in AMI patients after PCI were 0.707 (0.481~0.934), 0.742 (0.513~0.955), 0.737 (0.480~0.970) and 0.863 (0.737~0.960) respectively, the combined prediction is greater than the individual

\* 基金项目:2022 年度江苏省卫生应急研究所、徐州医科大学医疗卫生应急救援研究中心课题(JSWSYJ-20220304)

作者简介:张金剑(1985-),男,在职硕士研究生,副主任医师,研究方向:冠心病介入,E-mail: 15895240269@163.com

Δ 通讯作者:王诚(1972-),男,博士,主任医师,研究方向:结构性心脏病,冠心病介入,E-mail: wangcxz@163.com

(收稿日期:2023-04-25 接受日期:2023-05-21)

prediction index. **Conclusion:** Increase levels of serum UA, sdLDL and sST2 are independent risk factors for NRF in AMI patients after PCI, the combination of serum UA, sdLDL and sST2 levels has a higher value in predicting NRF in AMI patients after PCI.

**Key words:** Acute myocardial infarction; UA; sdLDL; sST2; Percutaneous coronary intervention; No reflow; Prediction

**Chinese Library Classification(CLC):** R542.22 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2023)24-4715-05

## 前言

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是心肌细胞缺血缺氧后坏死引起的一种急性心血管疾病,包括 ST 段/非 ST 段抬高型心肌梗死,近年来其发病率和死亡率逐年增加<sup>[1]</sup>。经皮冠脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是治疗 AMI 患者的常用方案,可有效恢复心肌血流正常运行,但仍有部分患者在 PCI 术后出现无复流(no reflow, NRF),导致预后差<sup>[2]</sup>。既往研究表明,炎症反应参与 PCI 术后 NRF 发生发展<sup>[3]</sup>。尿酸(uric acid, UA)是一种代谢产物,能通过诱发炎症和血管内皮损伤参与 AMI 发生发展<sup>[4]</sup>。小而密低密度脂蛋白(small and dense low-density lipoprotein, sdLDL)是 LDL 的亚组分,能通过形成氧化型低密度脂蛋白(oxidized low-density lipoprotein, ox-LDL)促进血管壁斑块堆积、降低心肌供以促进 AMI 发生发展<sup>[5]</sup>。可溶性致癌抑制因子 2(soluble suppression of tumorigenicity 2, sST2)是一种可溶性蛋白,能通过促进炎症反应参与 AMI 发生发展<sup>[6]</sup>。本研究拟探讨血清 UA、sdLDL、sST2 对 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的预测价值,报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 1 月~2023 年 1 月睢宁县人民医院收治的 196 例 AMI 患者为 AMI 组,男 138 例、女 58 例;年龄范围 33~77 岁,平均(59.52± 8.68)岁;体质指数(BMI)18.28~31.57 kg/m<sup>2</sup>,平均(23.29± 2.13)kg/m<sup>2</sup>。纳入标准:(1)符合《急性心肌梗死诊断和治疗指南》<sup>[7]</sup> AMI 诊断标准;(2)符合 PCI 指征<sup>[8]</sup>;(3)患者或家属知情并签署同意书。排除标准:(1)先天性心脏病或合并其他心脏病;(2)PCI 禁忌症;(3)病变血管未能成功再通;(4)合并急慢性感染;(5)合并精神疾病;(6)血液系统疾病;(7)严重肝肾功能不全;(8)近 3 个月内输血、抗凝药、抗炎药物服用史。另选取同期 120 名体检健康志愿者为对照组,女 36 例、男 84 例;年龄范围 35~77 岁,平均(59.68± 8.16)岁;BMI 范围 18.93~28.04 kg/m<sup>2</sup>,平均(23.19± 1.73)kg/m<sup>2</sup>;两

组性别、年龄和 BMI 比较无差异( $P>0.05$ )。本研究经睢宁县人民医院医学伦理委员会批准。

### 1.2 方法

**1.2.1 血清 UA、sdLDL、sST2 水平检测** 收集 AMI 患者 PCI 术前和对照组体检时 3 mL 空腹静脉血,部分血样 3000 r/min 离心 15 min(半径 10 cm)留取上层血清,酶比色法(试剂盒购自北京百奥莱博科技有限公司)检测 UA,酶联免疫吸附法检测 sST2(试剂盒购自上海酶研生物科技有限公司)水平,剩余部分血样采用 BS-600M 全自动生化分析仪(深圳迈瑞医疗)检测 sdLDL。

**1.2.2 资料收集** 收集 AMI 患者性别、年龄、体质指数(BMI)、AMI 类型、吸烟史、病史、罪犯血管、PCI 参数(扩张时间、扩张次数、支架长度)、KILLIP 分级<sup>[9]</sup>、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白 I(cTnI)、血脂水平[总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)]

### 1.3 NRF 判断和分组

AMI 患者 PCI 术后采用血管造影机(荷兰飞利浦,型号:FD20)行冠状动脉造影,根据心肌梗死溶栓治疗(TIMI)血流分级,取平均值(分为 0~3 级,分级越高表示血流越好)将 TIMI 血流分级<3 级判定为 NRF<sup>[10]</sup>。根据 PCI 术后是否 NRF 分为 NRF 组和血流正常组。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS28.0 统计学软件,计量资料 t 或 U 检验,或  $M(P_{25}, P_{75})$  表示;计数资料  $\chi^2$  检验,频数/百分比表示;影响因素采用多因素 Logistic 回归分析;预测价值采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析; $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 AMI 组与对照组血清 UA、sdLDL、sST2 水平比较

AMI 组血清 UA、sdLDL、sST2 水平高于对照组( $P<0.05$ )。见表 1。

表 1 AMI 组与对照组血清 UA、sdLDL、sST2 水平比较( $\bar{x}\pm s$ )

Table 1 Comparison of serum UA, sdLDL and sST2 levels between AMI group and control group( $\bar{x}\pm s$ )

Groups	N	UA( $\mu\text{mol/L}$ )	sdLDL( $\text{mmol/L}$ )	sST2( $\text{ng/mL}$ )
AMI group	196	441.25± 97.11	1.24± 0.31	56.62± 19.05
Control group	120	293.05± 86.61	0.55± 0.23	10.69± 3.19
t	-	13.708	22.612	33.007
P	-	0.000	0.000	0.000

### 2.2 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的单因素分析

196 例 AMI 患者 PCI 术后有 68 例发生 NRF, NRF 发生率

为 34.69%(68/196)。NRF 组年龄大于血流正常组,糖尿病比例、CK-MB、cTnI、LDL-C、UA、sdLDL、sST2 水平高于血流正常

组( $P<0.05$ ), 两组患者性别、BMI、AMI 类型、吸烟史、高血压 TG、HDL-C 水平比较无差异( $P>0.05$ )。见表 2。  
比例、血脂异常比例、罪犯血管、PCI 参数、KILLIP 分级、TC、

表 2 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的单因素分析  
Table 2 Single factor analysis of NRF in AMI patients after PCI

Project	NRF group(n=68)	Normal blood flow group(n=128)	$\chi^2/t/U$	<i>P</i>
Gender [n (%)]				
Male	51(75.00)	87(67.97)	1.054	0.305
Female	17(25.00)	41(32.03)		
Age(year, $\bar{x} \pm s$ )	62.49 $\pm$ 7.94	57.94 $\pm$ 8.67	3.599	0.000
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.35 $\pm$ 1.69	23.26 $\pm$ 2.34	0.309	0.758
AMI type [n (%)]				
ST segment elevation type	38(55.88)	54(42.19)	3.344	0.067
Non ST segment elevation type	30(44.12)	74(57.81)		
History of smoking [n (%)]	41(60.29)	74(57.81)	0.113	0.737
Medical history [n (%)]				
Hypertension	27(39.71)	35(27.34)	3.138	0.076
Diabetes	26(38.24)	23(17.97)	9.728	0.002
Dyslipidemia	26(38.24)	40(31.25)	0.970	0.325
Criminal blood vessels [n (%)]				
Left anterior descending branch	29(42.65)	67(52.34)	5.844	0.211
Left cyclotron branch	9(13.24)	20(15.63)		
Arteria coronaria dextra	28(41.18)	41(32.03)		
Left anterior descending branch + arteriae coronaria dextra	1(1.47)	0(0.00)		
Left cyclotron branch + arteriae coronaria dextra	1(1.47)	0(0.00)		
PCI parameters				
Expansion time [s, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	11.00(9.00,12.00)	10.00(7.00,12.00)	1.572	0.116
Number of expansion [time, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	10.00(8.00,12.00)	10.00(7.00,12.00)	1.005	0.315
Bracket length [mm, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	14.00(11.00,16.00)	13.00(10.00,16.00)	1.433	0.152
Killip classification [n (%)]				
$\geq$ II level	20(29.41)	23(17.97)	3.395	0.065
< II level	48(70.59)	105(82.03)		
CK-MB(U/L, $\bar{x} \pm s$ )	245.87 $\pm$ 127.05	205.40 $\pm$ 126.63	2.127	0.035
cTnI(ng/mL, $\bar{x} \pm s$ )	23.93 $\pm$ 11.40	19.21 $\pm$ 10.70	2.873	0.005
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	4.83 $\pm$ 0.87	4.75 $\pm$ 0.81	0.641	0.522
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1.77 $\pm$ 0.19	1.74 $\pm$ 0.24	0.958	0.340
HDL-C[mmol/L, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	1.03(0.94,1.12)	1.06(0.94,1.14)	0.931	0.352
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	3.13 $\pm$ 0.96	2.80 $\pm$ 0.51	2.643	0.010
UA( $\mu$ mol/L, $\bar{x} \pm s$ )	503.18 $\pm$ 87.00	408.35 $\pm$ 85.68	7.336	0.000
sdLDL(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1.43 $\pm$ 0.31	1.14 $\pm$ 0.26	6.944	0.000
sST2(ng/mL, $\bar{x} \pm s$ )	69.15 $\pm$ 16.55	49.96 $\pm$ 16.86	7.633	0.000

2.3 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的多因素 Logistic 回归分析

采用多因素 Logistic 回归模型(逐步后退法,  $\alpha_{进}=0.05, \alpha_{出}=0.10$ )。以表 2 分析有差异的指标为自变量;年龄、糖尿病(有/无 =1/0)、CK-MB、cTnI、LDL-C、UA、sdLDL、sST2(连续变量均

原值录入), 术后 NRF(是/否 =1/0)为因变量。多因素 Logistic 回归分析显示, 年龄增加和 UA、sdLDL、sST2 升高为 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的独立危险因素( $P<0.05$ )。见表 3。

表 3 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of NRF in AMI patients after PCI

Factor	$\beta$	Se	Wald $\chi^2$	P	OR	OR 0.95CI
Constant	-0.060	0.025	5.662	0.017	-	-
Year (increase)	0.052	0.023	5.161	0.023	1.053	1.007~1.102
UA (increase)	0.015	0.004	15.755	0.000	1.015	1.008~1.023
sdLDL (increase)	0.479	0.131	13.323	0.000	1.614	1.248~2.088
sST2 (increase)	0.090	0.024	13.760	0.000	1.094	1.043~1.147

#### 2.4 血清 UA、sdLDL、sST2 水平对 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的预测价值

以本研究 NRF 组(n=68)为阳性样本,血流正常组(n=128)组为阴性样本,血清 UA、sdLDL、sST2 等三指标为预测指标,对 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的预测价值进行 ROC 曲线分析。三指标均参考临床实践划分成若干个组段,再以软件拟合之

ROC 曲线计算曲线下面积 (area under curve, AUC) 和各项参数。并按实测样本计算敏感度、特异度、准确度。结果显示:血清 UA、sdLDL、sST2 水平单独和联合预测 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的曲线下面积 AUC(0.95CI)分别为 0.707(0.481~0.934)、0.742 (0.513 ~0.955)、0.737 (0.480 ~0.970),0.863 (0.737 ~0.960),见表 4,图 1。

表 4 血清 UA、sdLDL、sST2 水平对 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的预测价值

Table 4 The predictive value of serum UA, sdLDL and sST2 levels for NRF in patients with AMI after PCI

Indexes	AUC(0.95CI)	Threshold value	Sensitivity(n/N)	Specificity (n/N)	Youden index	Degree of accuracy (n/N)
UA	0.707(0.481~0.934)	450 $\mu\text{mol/L}$	0.676(46/68)	0.742(95/128)	0.418	0.719(141/196)
sdLDL	0.742(0.513~0.955)	1.25 mmol/L	0.750(51/68)	0.703(90/128)	0.453	0.719(141/196)
sST2	0.737(0.480~0.970)	60 ng/mL	0.706(48/68)	0.727(93/128)	0.433	0.719(141/196)
Three joint	0.863(0.737~0.960)	12.8	0.824(56/68)	0.844(108/128)	0.668	0.837(164/196)

Note: The threshold values were properly integrated according to the clinical practice.

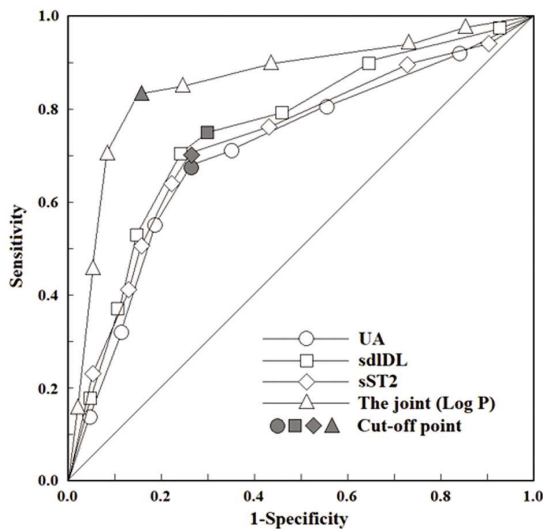


图 1 血清 UA、sdLDL、sST2 水平预测 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum UA, sdLDL and sST2 levels in predicting NRF in AMI patients after PCI

### 3 讨论

AMI 是冠状动脉内动脉粥样硬化斑块不稳定破裂或糜烂所致急性血栓形成而引起的心肌急性缺血坏死,行 PCI 是 AMI 患者首选血运重建方法,能促进血流正常和改善心脏功能<sup>[11]</sup>。

但也有研究报道显示仍有部分患者因 PCI 术后 NRF 导致预后一般<sup>[12]</sup>。本研究中 196 例 AMI 患者 PCI 术后 NRF 发生率为 34.69%,这与杨阳等<sup>[13]</sup>报道的 33.33%接近。这说明 AMI 患者 PCI 术后 NRF 发生率较高。故积极寻找能反映 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的生物标志物,对改善患者预后具有重要意义。

研究表明,PCI 术中血管壁上 AS 斑块在导丝、球囊、支架等机械作用下形成斑块碎片和微小血栓,引起的冠状动脉微血管功能障碍是 PCI 术后 NRF 的主要原因<sup>[14]</sup>。炎症反应、血管内皮损伤、氧化应激、脂代谢紊乱、血小板活化、血管平滑肌细胞表型转换等多种机制参与 AS 发生发展<sup>[15]</sup>。UA 是人体内嘌呤核苷酸的分解代谢产物,其在不同水平时发挥不同作用,作为天然抗氧化物,UA 水平过低可导致抗氧化能力受损,但当 UA 水平过高时会引起黄嘌呤氧化酶活性增加,使活性氧升高而引起氧化应激;UA 水平过高也会激活细胞外调节蛋白激酶 / 丝裂原活化蛋白激酶、核苷酸结合寡聚化结构域 (nucleotide-binding oligomerization domain, NOD) 样受体热蛋白结构域相关蛋白 3 等炎症信号通路引起炎症反应<sup>[16]</sup>。近年研究表明,高 UA 介导的炎症反应、氧化应激能损伤血管内皮促进 AS 发生发展,而抑制 UA 水平能减轻 AS 形成<sup>[17]</sup>。同时有学者报道<sup>[18]</sup>,UA 升高与 AMI 患者主要不良心血管事件风险增加有关。脂代谢异常是 AS 发生发展的关键因素,其中 LDL 在内皮下聚集是 AS 形成的必要条件<sup>[19]</sup>。sdLDL 是 LDL 的主要亚型,相比其他亚型具有更强的致 AS 作用,其优势主要有以下 3 点:(1)

sdLDL 颗粒更小, 有利于穿透血管内皮和沉积于动脉壁;(2) sdLDL 与受体的亲合度低, 不易被肝脏清除, 有利于在血液中停留;(3)sdLDL 易被铜离子和铁离子氧化, 能促进氧化型 LDL 形成, 有利于巨噬细胞吞噬形成泡沫细胞<sup>[20]</sup>。多项动物实验和离体实验证实, sdLDL 是 LDL 中促 AS 发生发展的主要亚型, 与 AMI 发生密切相关<sup>[21]</sup>。临床研究也报道, 血清 sdLDL 水平升高与糖尿病、高血压等患者 AS 风险增加有关<sup>[22,23]</sup>。致癌抑制因子 2 (suppression of tumorigenicity 2, ST2) 是一种糖蛋白根据基因编码能分为 sST2、跨膜型 ST2 (transmembrane ST2, ST2L) 和 ST2 变异型, 作为细胞介素 -13 (interleukin-33, IL-33) 的内源性配体, 炎症反应过程中 ST2L 能特异性结合 IL-33 形成 IL-33/ST2 复合物, 抑制 Jun 氨基末端激酶、核因子 - $\kappa$ B 等信号通路介导的炎症反应, 而 sST2 作为诱骗受体能与 ST2L 竞争性结合 IL-33, 抑制 IL-33/ST2 信号转导介导的抗炎作用, 促进炎症发生发展<sup>[24]</sup>。多项研究证实, ST2/IL-33 信号通路介导炎症反应参与 AS 发生发展, 与 AMI 发生密切相关<sup>[25,26]</sup>。

本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示, AMI 患者血清 UA、sdLDL、sST2 水平升高, 是 PCI 术后 NRF 的独立危险因素, 说明血清 UA、sdLDL、sST2 水平升高会增加 PCI 术后 NRF 风险。分析原因可能是, UA 升高能通过炎症反应和氧化应激促进 AS 斑块形成<sup>[27]</sup>, sdLDL 越高反映 AS 形成风险越高和血栓负荷更严重<sup>[28]</sup>, sST2 水平升高能抑制 ST2L/IL-33 介导的抗炎作用<sup>[29]</sup>, 通过炎症反应增加 AS 斑块和血栓形成, 更易在 PCI 机械作用下形成斑块碎片和微小血栓引起冠状动脉微血管功能障碍, 增加 PCI 术后 NRF 风险。本研究结果还显示, 年龄增加也是 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的独立危险因素, 分析原因高龄患者伴有多种 AS 形成危险因素, 且冠状动脉血管功能更差, 因此 PCI 术后 NRF 风险更高<sup>[30]</sup>。本研究 ROC 曲线分析显示, 血清 UA、sdLDL、sST2 水平分别为 450  $\mu$ mol/L、1.25 mmol/L、60 ng/mL 时, 预测 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的 AUC 分别为 0.707、0.742、0.737, 血清 UA、sdLDL、sST2 水平联合预测 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的 AUC 为 0.863, 较各指标单独预测更大。这说明血清 UA、sdLDL、sST2 水平可能成为 AMI 患者 PCI 术后 NRF 的辅助预测指标, 且联合检测血清 UA、sdLDL、sST2 水平能提升其预测价值。

综上所述, AMI 患者血清 UA、sdLDL、sST2 水平升高, 与 PCI 术后 NRF 相关, 血清 UA、sdLDL、sST2 水平对 AMI 患者 PCI 术后 NRF 具有较高预测价值, 可能成为其辅助预测指标。

#### 参 考 文 献 (References)

- [1] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2021 概要[J]. 中国循环杂志, 2022, 37(6): 553-578
- [2] 王秋瑶, 李永东. 经皮冠状动脉介入治疗发生慢血流或无复流现象的治疗进展[J]. 医学综述, 2021, 27(2): 339-344
- [3] 赵轶超, 刘洋洋, 王文龙, 等. 急性 STEMI 患者外周血 miR-495 表达水平与血常规炎症标志物的相关性及其与 PCI 术后无复流的关系[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(1): 76-80
- [4] Li K, Li K, Yao Q, et al. The potential relationship of coronary artery disease and hyperuricemia: A cardiometabolic risk factor[J]. Heliyon, 2023, 9(5): e16097
- [5] 范雪松, 莘琳琳, 胡荣, 等. 小而密低密度脂蛋白胆固醇与动脉粥样

- 硬化性心血管疾病相关性的研究进展 [J]. 中华预防医学杂志, 2021, 55(12): 1507-1512
- [6] Chen L, Chen W, Shao Y, et al. Association of Soluble Suppression of Tumorigenicity 2 with New-Onset Atrial Fibrillation in Acute Myocardial Infarction[J]. Cardiology, 2022, 147(4): 381-388
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会, 《中国循环杂志》编辑委员会. 急性心肌梗死诊断和治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2001, 29(12): 710-725
- [8] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44(5): 382-400
- [9] Killip T 3rd, Kimball JT. Treatment of myocardial infarction in a coronary care unit. A two year experience with 250 patients [J]. Am J Cardiol, 1967, 20(4): 457-464
- [10] 中华医学会心血管病学分会基础研究学组, 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中华医学会心血管病学分会女性心脏健康学组, 等. 冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的专家共识[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(5): 421-430
- [11] 蔡智伟, 叶燕珍, 黄淮滨, 等. 急性心肌梗死 PCI 术后预后与侧枝循环形成的关系研究 [J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(34): 6717-6721
- [12] Kim MC, Cho JY, Jeong HC, et al. Long-Term Clinical Outcomes of Transient and Persistent No Reflow Phenomena following Percutaneous Coronary Intervention in Patients with Acute Myocardial Infarction[J]. Korean Circ J, 2016, 46(4): 490-498
- [13] 杨阳, 贾万理, 晋婕. 血清 sICAM-1、IMA、Hcy 检测对 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(3): 303-305, 309
- [14] 殷宁, 宋莉, 陆迎爱, 等. 急性心肌梗死患者直接 PCI 后无复流的研究进展[J]. 医学综述, 2021, 27(4): 743-747
- [15] 中华心血管病杂志(网络版)编辑委员会. 动脉粥样硬化斑块的筛查与临床管理专家共识 [J]. 中华心血管病杂志(网络版), 2022, 5(12): 51-63
- [16] Ndrepepa G. Uric acid and cardiovascular disease [J]. Clin Chim Acta, 2018, 63(484): 150-163
- [17] Kimura Y, Tsukui D, Kono H. Uric Acid in Inflammation and the Pathogenesis of Atherosclerosis [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(22): 12394
- [18] Sathvik M, Kalva ECSS, Suma G. A study on acute myocardial infarction and its prognostic predictors [J]. Cureus, 2023, 15(2): e34775
- [19] Khatana C, Saini NK, Chakrabarti S, et al. Mechanistic Insights into the Oxidized Low-Density Lipoprotein-Induced Atherosclerosis [J]. Oxid Med Cell Longev, 2020, 13(2020): 5245308
- [20] Jin X, Yang S, Lu J, et al. Small, Dense Low-Density Lipoprotein-Cholesterol and Atherosclerosis: Relationship and Therapeutic Strategies[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9(8): 804214
- [21] Qiao YN, Zou YL, Guo SD. Low-density lipoprotein particles in atherosclerosis[J]. Front Physiol, 2022, 13(8): 931931
- [22] 漆道西, 郑芳. 小而密低密度脂蛋白胆固醇与 2 型糖尿病微血管病变的相关性分析[J]. 临床检验杂志, 2022, 40(7): 510-515

- [8] Lobo N, Afferi L, Moschini M, et al. Epidemiology, Screening, and Prevention of Bladder Cancer [J]. *Eur Urol Oncol*, 2022, 5 (6): 628-639
- [9] Wong VK, Ganeshan D, Jensen CT, et al. Imaging and Management of Bladder Cancer[J]. *Cancers*, 2021, 19;13(6): 1396
- [10] Woo S, Ghafoor S, Becker AS, Hricak H, Goh AC, Vargas HA. Prognostic Utility of MRI Features in Intradiverticular Bladder Tumor [J]. *Acad Radiol*, 2022, 29(2): 219-228
- [11] Wang H, Hu D, Yao H, et al. Radiomics analysis of multiparametric MRI for the preoperative evaluation of pathological grade in bladder cancer tumors[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(11): 6182-6190
- [12] Cai Q, Wen Z, Huang Y, et al. Investigation of Synthetic Magnetic Resonance Imaging Applied in the Evaluation of the Tumor Grade of Bladder Cancer[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 54(6): 1989-1997
- [13] Wang X, Tu N, Sun F, et al. Detecting Muscle Invasion of Bladder Cancer Using a Proposed Magnetic Resonance Imaging Strategy[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 54(4): 1212-1221
- [14] Meng X, Hu H, Wang Y, et al. Accuracy and Challenges in the Vesical Imaging-Reporting and Data System for Staging Bladder Cancer[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2022, 56(2): 391-398
- [15] Messina E, Pisciotto ML, Pecoraro M, et al. The use of MRI in urothelial carcinoma[J]. *Curr Opin Urol*, 2022, 32(5): 536-544
- [16] Xu X, Zhang X, Tian Q, et al. Quantitative Identification of Nonmuscle-Invasive and Muscle-Invasive Bladder Carcinomas: A Multiparametric MRI Radiomics Analysis[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2019, 49(5): 1489-1498
- [17] 牟星宇,王国栋,王芝千,等.T2WI信号强度对鉴别外周带前列腺癌与慢性前列腺炎的诊断效能 [J]. *国际泌尿系统杂志*, 2023, 43(2): 245-249
- [18] Sim KC, Sung DJ. Role of magnetic resonance imaging in tumor staging and follow-up for bladder cancer [J]. *Transl Androl Urol*, 2020, 9(6): 2890-2907
- [19] Shalaby EA, Mohamed AR, Elkammash TH, et al. Role of multiparametric magnetic resonance imaging in the diagnosis and staging of urinary bladder cancer[J]. *Curr Urol*, 2022, 16(3): 127-135
- [20] 房昆仑,林涛,范晓军,等.核磁共振多参数成像技术对膀胱癌 T 分期的诊断价值评估[J].*国际泌尿系统杂志*, 2019, 39(5): 791-795
- [21] 李陇超,严雪娇,杨艳蓉,等.多参数磁共振成像膀胱影像报告和数据库系统评分对肌层浸润性膀胱癌诊断价值研究[J].*陕西医学杂志*, 2021, 50(2): 180-183
- [22] Kim SH. Validation of vesical imaging reporting and data system for assessing muscle invasion in bladder tumor [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2020, 45(2): 491-498
- [23] Wang H, Luo C, Zhang F, et al. Multiparametric MRI for Bladder Cancer: Validation of VI-RADS for the Detection of Detrusor Muscle Invasion[J]. *Radiology*, 2019, 291(3): 668-674
- [24] Huele EH, Veenboer PW, Wessels FJ, et al. Value of multiparametric magnetic resonance imaging for local staging of invasive urinary bladder tumours[J]. *Urol Oncol*, 2023, 41(1): 49.e7-49
- [25] Caglic I, Panebianco V, Vargas HA, et al. MRI of Bladder Cancer: Local and Nodal Staging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2020, 52(3): 649-667
- [26] Akcay A, Yagci AB, Celen S, et al. VI-RADS score and tumor contact length in MRI: A potential method for the detection of muscle invasion in bladder cancer[J]. *Clin Imaging*, 2021, 77(6): 25-36
- [27] Cipollari S, Carnicelli G, Bicchetti M, et al. Utilization of imaging for staging in bladder cancer: is there a role for MRI or PET-computed tomography?[J]. *Curr Opin Urol*, 2020, 30(3): 377-386
- [28] Oğuz U, Bekçi T, Öğreden E, et al. Prospective assessment of VI-RADS score in multiparametric MRI in bladder cancer: accuracy and the factors affecting the results [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2022, 28 (5): 396-402
- [29] Cai Q, Ling J, Kong L, et al. Multiparametric MRI Evaluation of VI-RADS for Bladder Tumors Located at the Ureteral Orifice [J]. *Radiology*, 2022, 304(3): 593-599

(上接第 4719 页)

- [23] 黄容,王贵华.血清 sdLDL-C、ApoA I 和 ApoB 水平与急性冠状动脉综合征的关系研究[J]. *现代医学*, 2022, 50(11): 1407-1412
- [24] 刘元值,金春子,高立建,等.可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白在冠心病与心力衰竭的临床应用及研究进展[J]. *中华心力衰竭和心肌病杂志*, 2022, 6(1): 72-76
- [25] Aimo A, Migliorini P, Vergaro G, et al. The IL-33/ST2 pathway, inflammation and atherosclerosis: Trigger and target? [J]. *Int J Cardiol*, 2018, 38(267): 188-192
- [26] Wang YP, Wang JH, Wang XL, et al. Roles of ST2, IL-33 and BNP in predicting major adverse cardiovascular events in acute myocardial infarction after percutaneous coronary intervention [J]. *J Cell Mol Med*, 2017, 21(11): 2677-2684
- [27] 张艳迪,陈大伟,姜树强,等.尿酸与动脉粥样硬化的相关性[J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(2): 374-375
- [28] 张扬,梁伟.小而密低密度脂蛋白胆固醇与老年动脉粥样硬化性疾病关系的研究进展 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2022, 20 (20): 3721-3723
- [29] 胡蝶,浦春.可溶性 ST2 及其配体 IL-33 与疾病关系的研究进展 [J]. *临床输血与检验*, 2021, 23(1): 131-134
- [30] 王长华,陈韵岱,杨新春,等.急性心肌梗死急诊介入后无复流的预测模型[J]. *中华急诊医学杂志*, 2011, 20(11): 1170-1173