

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2024.11.007

心血管疾病专题

血清 SDC-1、THBS-1 水平与急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的相关性

李相权, 于宗良, 张梦遥, 王俊锋, 陈杰, 王腾, 张梓桑



基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81700737)

作者单位: 215300 江苏昆山, 江苏省昆山市第一人民医院心血管内科

通信作者: 于宗良, E-mail: zongliang-yu@163.com

【摘要】目的 探究血清多配体蛋白聚糖-1(SDC-1)、血小板反应蛋白 1(THBS-1)水平与急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后无复流发生的相关性。**方法** 纳入 2020 年 1 月—2023 年 12 月江苏省昆山市第一人民医院心血管内科诊治急性 STEMI 患者 394 例为病例组,根据 PCI 术后血液是否复流分为复流亚组($n=308$)和无复流亚组($n=86$),另纳人体检健康人群 402 例为健康对照组。采用酶联免疫吸附法(ELISA)测定血清 SDC-1、THBS-1 表达水平;采用 Pearson/Spearman 法分析血清 SDC-1、THBS-1 表达与发生无复流患者临床资料的相关性;Logistic 回归分析 PCI 术后无复流发生的影响因素;绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析血清 SDC-1、THBS-1 水平预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的价值。**结果** 与健康对照组比较,病例组血清 SDC-1、THBS-1 水平升高($t/P=170.052/<0.001$ 、 $62.118/<0.001$)。与复流亚组比较,无复流亚组患者冠状动脉病变长、冠状动脉病变支数多($t/\chi^2/P=9.035/<0.001$ 、 $11.443/0.001$),无复流亚组血清 SDC-1、THBS-1 水平均升高($t/P=8.885/<0.001$ 、 $8.754/<0.001$);急性 STEMI 经 PCI 术后无复流患者血清 SDC-1、THBS-1 与冠状动脉病变长度、冠状动脉多支病变均呈正相关(SDC-1; $r/r_s/P=0.412/<0.001$ 、 $0.539/<0.001$;THBS-1; $r/r_s/P=0.457/<0.001$ 、 $0.582/<0.001$);急性 STEMI 患者冠状动脉病变长、冠状动脉多支病变及血清 SDC-1 高、THBS-1 高均为 PCI 术后无复流发生的危险因素[$OR(95\%CI)=3.363(1.450\sim 7.794)$ 、 $3.625(1.783\sim 7.370)$ 、 $4.391(2.722\sim 7.084)$ 、 $5.146(3.695\sim 7.167)$, P 均 <0.001];血清 SDC-1、THBS-1 及二者联合预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的 AUC 分别为 0.812、0.770、0.882,二者联合优于各自单独预测效能($Z/P=2.046/0.041$ 、 $3.274/0.001$)。**结论** PCI 术后发生无复流的急性 STEMI 患者血清 SDC-1、THBS-1 水平均升高,是无复流发生的危险因素,二者联合具有较高的预测价值。

【关键词】 急性 ST 段抬高型心肌梗死;经皮冠状动脉介入治疗;无复流;多配体蛋白聚糖-1;血小板反应蛋白 1

【中图分类号】 R542.2⁺2 **【文献标识码】** A

Correlation between serum SDC-1 and THBS-1 levels with no-reflow after PCI in patients with acute STEMI

Li Xiangquan, Yu Zongliang, Zhang Mengyao, Wang Junfeng, Chen Jie, Wang Teng, Zhang Zisang. Department of Cardiovascular Medicine, The First People's Hospital of Kunshan, Jiangsu Province, Kunshan 215300, China

Funding program: National Natural Science Foundation of China(81700737)

Corresponding author: Yu Zongliang, E-mail: zongliang-yu@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the correlation between serum levels of syndecan-1 (SDC-1) and thrombospondin-1 (THBS-1) and the no-reflow after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction (STEMI). **Methods** A total of 394 patients with acute STEMI diagnosed and treated in the Cardiovascular Department of the First People's Hospital of Kunshan City, Jiangsu Province from January 2020 to December 2023 were selected as the study group. They were grouped into a reflow subgroup ($n=308$) and a no-reflow subgroup ($n=86$) based on whether blood flow was restored after PCI. Additionally, 402 healthy individuals who underwent physical examination were included as the control group. Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) was applied to measure the expression levels of serum SDC-1 and THBS-1 in different groups. Pearson/Spearman methods were applied to analyze the correlation between serum SDC-1 and THBS-1 expression and clinical data of patients with no-reflow. Logistic regression was applied to analyze the influencing factors of no-reflow occurrence after PCI surgery. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to analyze the potential value of serum SDC-1 and THBS-1 expression in predicting no-reflow occurrence after PCI in

acute STEMI patients. **Results** Compared with the control group, the research group showed high expression of serum SDC-1 and THBS-1 ($t/P=170.052/<0.001$, $62.118/<0.001$). There were obvious differences in the length and number of coronary artery lesions between the no-reflow group and the reflow group ($t\chi^2/P=9.035/<0.001$, $11.443/0.001$). Compared with the reflow subgroup, the expression of serum SDC-1 and THBS-1 increased in the no-reflow subgroup ($t/P=8.885/0.000$, $8.754/0.000$). The expression of serum SDC-1 ($r/r_s/P=0.412/<0.001$, $0.539/<0.001$) and THBS-1 in acute STEMI patients with no-reflow after PCI was positively correlated with the length of coronary artery lesions and multi vessel coronary artery lesions ($r/r_s/P=0.457/<0.001$, $0.582/<0.001$). The length of coronary artery lesions, multi vessel coronary artery lesions, serum SDC-1, and THBS-1 in patients with acute STEMI were all risk factors for no-reflow after PCI [$OR(95\% CI)=3.363(1.450-7.794)$, $3.625(1.783-7.370)$, $4.391(2.722-7.084)$, $5.146(3.695-7.167)$]. The area under the curve (AUC) for predicting no-reflow after PCI in acute STEMI patients based on the expression levels of serum SDC-1, THBS-1 and combined was 0.812, 0.770 and 0.882, respectively. The combined prediction efficiency of the two was better than that of each ($Z/P=2.046/0.041$, $3.274/0.001$). **Conclusion** The expressions of serum SDC-1 and THBS-1 are elevated in acute STEMI patients with no-reflow after PCI, they are risk factors for the no-reflow. The combination of the two has a high predictive value for the occurrence of no-reflow.

【Key words】 Acute STEMI; Percutaneous coronary intervention; no-reflow; Syndecan-1; Thrombospondin-1

ST 段抬高型心肌梗死 (ST elevation myocardial infarction, STEMI) 由冠状动脉完全闭塞引起, 是急性冠状动脉综合征患者死亡或残疾的主要原因^[1]。经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 能够重建血管, 有效疏通闭塞的冠状动脉管腔, 改善短期和长期临床结果^[2-3]。但仍有部分 STEMI 患者 PCI 术后心外膜动脉无复流, 影响预后生存^[4]。因此有必要了解急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的相关因素, 以实现患者的及早治疗和康复。多配体蛋白聚糖-1 (syndecan-1, SDC-1) 是跨膜蛋白聚糖家族的成员, 血小板反应蛋白 1 (thrombospondin-1, THBS-1) 是一种大型基质细胞糖蛋白, 有研究报道了二者在冠状动脉疾病、STEMI 患者中的高表达^[5-7]。但是较少研究关注二者与患者预后的相关性, 故进行本研究, 以开发 PCI 术后心肌无复流评估指标, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 收集 2020 年 1 月—2023 年 12 月江苏省昆山市第一人民医院心血管内科诊治急性 STEMI 患者 394 例为病例组, 男 208 例, 女 186 例, 年龄 $58 \sim 73$ (65.58 ± 6.73) 岁; BMI $20 \sim 27$ (23.25 ± 2.68) kg/m^2 ; 病程 $3 \sim 9$ (5.89 ± 2.41) h; 心肌梗死家族史 22 例; 吸烟史 101 例, 饮酒史 116 例; 糖尿病史 129 例, 高血压史 122 例, 动脉粥样硬化史 331 例; 入院时 TIMI 分级 ≥ 2 级 12 例, < 2 级 382 例; 冠状动脉病变血管长度 $17.04 \sim 20.72$ (22.35 ± 4.69) mm; 冠状动脉单支病变 210 例, 多支病变 184 例。另纳入体检健康人群 402 例为健康对照组, 男 192 例, 女 210 例, 年龄 $58 \sim 72$ (65.13 ± 6.49) 岁; BMI $20 \sim 26$ (22.96 ± 2.24) kg/m^2 。2 组性别比例、年龄、

BMI 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。本研究已经获得医院伦理委员会批准 (伦 2019 论第 37 号), 入选者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: ①符合急性 STEMI 相关诊断标准^[8]; ②经冠状动脉造影确诊动脉闭塞; ③接受 PCI 治疗; ④首次发病; ⑤临床资料完整。(2) 排除标准: ①合并先天性心脏病或心肌肥厚等其他心脏疾病; ②合并恶性肿瘤; ③近期发生急性或慢性感染; ④妊娠期患者; ⑤精神异常患者。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 血清 SDC-1、THBS-1 表达水平测定: 患者入组当天/健康对照组体检当日采集空腹肘静脉血 4 ml, 离心后收集血清, 冻存于 -80°C 冰箱待测。采用酶联免疫吸附法 (ELISA) 测定血清 SDC-1、THBS-1 表达水平, 各项操作按照相关试剂盒说明书进行, 在 450 nm 波长下测定相关蛋白浓度。SDC-1、THBS-1 ELISA 试剂盒分别购自上海梵态生物技术有限公司 (货号: FT-P33796R)、上海信裕生物技术有限公司 (货号: xyA611Hu)。

1.3.2 术后无复流的判定与分组: PCI 植入支架后即刻使用 Revolution 256 排 CT 复查病变冠状动脉 CT 血管成像情况, 依据心肌梗死溶栓 (thrombolytic in myocardial infarction, TIMI) 分级标准^[9] 评估患者术后血液是否复流。TIMI < 2 级为无复流亚组 ($n = 86$); TIMI ≥ 2 级视为复流亚组 ($n = 308$)。

1.4 统计学方法 使用 SPSS 26.0 软件统计分析数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 t 检验; 计数资料以频数或率 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验; Pearson/Spearman 法分析血清 SDC-1、THBS-1

表达与无复流发生患者临床资料的相关性;多因素 Logistic 回归分析 PCI 术后无复流发生的影响因素;绘制受试者工作特征曲线 (ROC) 分析血清 SDC-1、THBS-1 表达对急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 SDC-1、THBS-1 表达水平比较 与健康对照组比较,病例组血清 SDC-1、THBS-1 水平显著升高 ($P < 0.01$),见表 1。

表 1 研究组、健康对照组血清 SDC-1、THBS-1 水平比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{g/L}$)

Tab.1 Comparison of serum SDC-1 and THBS-1 levels between the study group and the healthy control group

组别	例数	SDC-1	THBS-1
健康对照组	402	5.86±0.74	15.63±1.46
病例组	394	36.38±3.52	24.81±2.57
t 值		170.052	62.118
P 值		<0.001	<0.001

2.2 2 亚组临床资料比较 2 亚组患者性别、年龄、BMI、病程、心肌梗死家族史、吸烟史、饮酒史、糖尿病史、高血压史、动脉粥样硬化史、入院时 TIMI 分级比例等比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$),与复流亚组比较,无复流亚组患者冠状动脉病变长度较长、冠状动脉病变支数较多 ($P < 0.01$),见表 2。

2.3 无复流亚组、复流亚组血清 SDC-1、THBS-1 水平比较 与复流亚组比较,无复流亚组血清 SDC-1、

THBS-1 表达均升高 ($P < 0.01$),见表 3。

表 3 无复流亚组、复流亚组急性 STEMI 患者血清 SDC-1、THBS-1 表达比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{g/L}$)

Tab.3 Comparison of SDC-1 and THBS-1 expression between the non reflux subgroup and reflux subgroup

组别	例数	SDC-1	THBS-1
复流亚组	308	35.57±3.39	24.26±2.28
无复流亚组	86	39.26±3.46	26.78±2.63
t 值		8.885	8.754
P 值		<0.001	<0.001

2.4 血清 SDC-1、THBS-1 水平与 PCI 术后无复流发生患者临床资料的相关性 急性 STEMI 经 PCI 术后无复流发生患者血清 SDC-1、THBS-1 水平与冠状动脉病变长度、冠状动脉多支病变均呈正相关 (SDC-1: $r/r_s/P = 0.412 / < 0.001, 0.539 / < 0.001$; THBS-1: $r/r_s/P = 0.457 / < 0.001, 0.582 / < 0.001$)。

2.5 Logistic 回归分析急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的影响因素 以急性 STEMI 患者 PCI 术后发生无复流为因变量 (是 = 1, 否 = 0),以冠状动脉病变长度 (实测值)、冠状动脉多支病变支数 (多支 = 1, 单支 = 0) 及血清 SDC-1、THBS-1 (均为实测值) 为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示:急性 STEMI 患者冠状动脉病变长、冠状动脉多支病变、SDC-1 高、THBS-1 高均为 PCI 术后无复流发生的危险因素 ($P < 0.01$),见表 4。

表 2 无复流亚组、复流亚组急性 STEMI 患者临床资料比较

Tab.2 Comparison of clinical data of acute STEMI patients between non reflux subgroup and reflux subgroup

项目		复流亚组 (n=308)	无复流亚组 (n=86)	t/χ² 值	P 值
性别 [例 (%)]	男	161 (52.27)	47 (54.65)	0.153	0.696
	女	147 (47.73)	39 (45.35)		
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)		65.82±6.64	64.74±6.15	1.355	0.176
BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m²)		23.15±2.38	23.63±2.54	1.629	0.104
病程 ($\bar{x} \pm s$, h)		6.13±2.23	5.82±2.16	1.148	0.252
心肌梗死家族史 [例 (%)]		15 (4.87)	7 (8.14)	1.363	0.243
吸烟史 [例 (%)]		76 (24.68)	25 (29.07)	0.681	0.409
饮酒史 [例 (%)]		85 (27.60)	31 (36.05)	2.310	0.129
糖尿病史 [例 (%)]		94 (30.52)	35 (40.70)	3.163	0.075
高血压史 [例 (%)]		90 (29.22)	32 (37.21)	2.007	0.157
动脉粥样硬化史 [例 (%)]		262 (85.06)	69 (80.23)	1.169	0.280
入院时 TIMI 分级 [例 (%)]	<2 级	298 (96.75)	84 (97.67)	0.193	0.660
	≥2 级	10 (3.25)	2 (2.33)		
冠状动脉病变长度 ($\bar{x} \pm s$, mm)		21.28±4.24	26.17±4.55	9.305	<0.001
冠状动脉病变支数 [例 (%)]	单支	178 (57.79)	32 (37.21)	11.443	0.001
	多支	130 (42.21)	54 (62.79)		

表 4 Logistic 回归分析急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的影响因素

Tab.4 Logistic regression analysis of factors influencing no reflux after PCI in acute STEMI patients

变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
冠状动脉病变长	1.213	0.429	7.989	0.005	3.362	1.450~7.794
冠状动脉多支病变	1.288	0.362	12.657	<0.001	3.625	1.783~7.370
SDC-1 高	1.480	0.244	36.769	<0.001	4.391	2.722~7.084
THBS-1 高	1.638	0.169	93.966	<0.001	5.146	3.695~7.167

2.6 血清 SDC-1、THBS-1 水平预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的价值分析 绘制血清 SDC-1、THBS-1 水平预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生价值的 ROC 曲线,并计算曲线下面积(AUC),结果显示:血清 SDC-1、THBS-1 及二者联合预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的 AUC 分别为 0.812、0.770、0.882,二者联合优于各自单独预测效能($Z/P=2.046/0.041, 3.274/0.001$),见表 5、图 1。

表 5 血清 SDC-1、THBS-1 表达预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的价值比较

Tab.5 Comparison of the value of serum SDC-1 and THBS-1 expression in predicting no reflux after PCI in acute STEMI patients

变量	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
SDC-1	37.377 $\mu\text{g/L}$	0.812	0.759~0.866	0.791	0.718	0.509
THBS-1	24.287 $\mu\text{g/L}$	0.770	0.718~0.822	0.930	0.497	0.427
二者联合		0.882	0.841~0.922	0.779	0.860	0.639

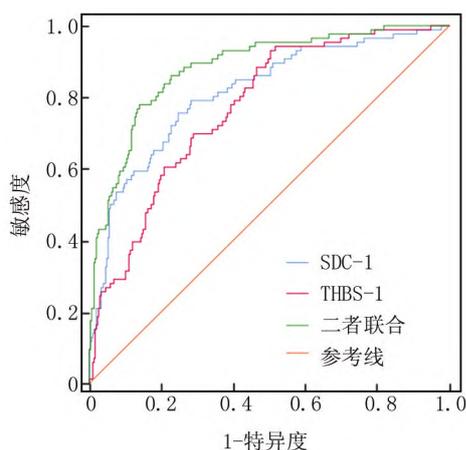


图 1 血清 SDC-1、THBS-1 水平预测 PCI 术后无复流发生的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve for predicting no reflow after PCI based on serum SDC-1 and THBS-1 levels

3 讨论

急性 STEMI 患者在疼痛发作后应尽快恢复闭塞

梗死动脉的血流量,以减少梗死面积并改善临床结果,推荐的治疗方法是 PCI 对心外膜冠状动脉进行早期机械再灌注。95%以上的 PCI 手术可成功恢复心外膜冠状动脉血流,然而,尽管造影显示心外膜冠状动脉完全通畅,但约有一半的患者冠状动脉远端微血管灌注未完全恢复^[10]。冠状动脉无复流是 STEMI 患者在再灌注治疗后发生的常见现象,具有高度动态化,并在再灌注后持续数天甚至数周,导致左心室重构、心力衰竭、生存率降低等不良事件发生^[11]。目前,预防或减轻无复流发生仍是 STEMI 治疗的努力方向。因此,探究影响急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的相关因素是十分必要的,且意义重大。

SDC-1 主要在上皮细胞中表达,调节细胞迁移、增殖、炎症反应和基质重塑等多种生理病理过程,其胞外结构域脱落的增加多与器官病变相关^[12]。Andrup 等^[13]研究发现,住院治疗 4 个月后 STEMI 患者血清 SDC-1 表达降低,SDC-1 与微血管阻塞、梗死面积增加和左心室射血分数降低有关。蒋萍影等^[14]发现,川崎病患儿血清高水平 SDC-1 是合并发生冠状动脉病变的危险因素。Vahldieck 等^[15]认为,STEMI 患者血清高水平 SDC-1 与内皮功能障碍、较长的住院天数相关。Parimon 等^[16]研究发现,特发性肺纤维化患者和小鼠模型肺上皮组织中 SDC-1 呈高表达,SDC-1 通过调控多种 miRNA (miR-144-3p、miR-142-3p、miR-34b-5p、miR-503-5p) 表达促进 TGF- β 、Wnt/ β -catenin、Notch、hedgehog、MUC5B 等多种促纤维化信号途径诱导上皮可塑性的纤维化过程,导致肺纤维化进程。Guo 等^[17]发现,肾缺血再灌注损伤诱导 SDC-1 脱落,并伴有肾小管上皮细胞极性丧失和凋亡增加,抑制 SDC-1 的脱落通过抑制 STAT3 的激活来促进 E-cadherin 表达,缓解细胞黏附连接的损伤,对肾脏具有一定的保护作用。本研究中,与健康对照比较,急性 STEMI 患者血清 SDC-1 水平升高,提示血清 SDC-1 与急性 STEMI 有关,推测 SDC-1 高水平可能通过引起心脏血管堵塞、内皮功能障碍等诱发急性 STEMI^[13-15]。PCI 术后无复流发生患者血清 SDC-1 水平显著高于复流患者,提示血清 SDC-1 可能参与术后无复流发生,且无复流患者、复流患者在冠状动脉病变长度、冠状动脉病变支数上具有显著差异,SDC-1 水平与冠状动脉病变长度、冠状动脉多支病变呈正相关,为 PCI 术后无复流发生的危险因素,提示血清 SDC-1 通过影响冠状动脉病变长度、冠状动脉多支病变参与术后无复流发生,推测 SDC-1 可能一方面通过调控相关信号通路诱导动脉纤维化水平,影响病变冠状动脉,不利于 PCI 术

后血路重建,另一方面通过加剧内皮细胞损伤影响病变动脉的治疗恢复,进而造成术后无复流^[16-17]。

THBS-1 是一种常见的分泌糖蛋白,属于血小板反应蛋白家族,通过与各种配体相互作用参与胞外基质成分的降解和重塑、细胞迁移、功能障碍和凋亡,与许多心血管疾病的病理过程相关^[18]。姚卓亚等^[19]发现血清 THBS-1 高表达急性冠脉综合征患者的预后不良发生率高于低表达患者。占敏等^[20]发现,敲除 THBS-1 影响慢性心力衰竭小鼠的氨基酸代谢,减轻心脏组织损伤程度。肾衰竭与心脏纤维化有关,Zhou 等^[21]表示,下调 THBS-1 表达通过抑制肾衰竭大鼠心脏成纤维细胞 TGF- β 激活,减少心脏纤维化,改善心功能,提高了大鼠生存率。Xu 等^[22]总结了高血糖与 THBS-1 的相关性,指出糖尿病患者中 THBS-1 呈高表达,其通过激活 TGF- β_1 介导 Smad 磷酸化和 MAPK 途径启动细胞纤维化信号,诱导糖尿病患者心脏、肝脏、肾脏、视网膜等多种器官和组织发生纤维化。Kelm 等^[23]发现,缺血再灌注损伤大鼠心脏组织中 THBS-1 表达水平升高,敲除 THBS-1 减轻了老年大鼠心肌细胞损伤,改善了心脏舒张和收缩功能。本研究中,急性 STEMI 患者血清 THBS-1 水平高于健康对照组,提示 THBS-1 高水平促进急性 STEMI 疾病的发生。PCI 术后无复流患者血清 THBS-1 水平与冠状动脉病变长度、冠状动脉多支病变均呈正相关,提示 THBS-1 与急性 STEMI 冠状动脉病变程度相关,推测 THBS-1 可能通过调控下游信号通路促进心脏纤维化进程,加快血管增厚,降低血液流速扩大缺血范围,加重心肌损伤^[21-22]。与复流患者比较,PCI 术后无复流患者血清 THBS-1 水平升高,为 PCI 术后无复流发生的危险因素,提示 THBS-1 与术后无复流发生相关,推测 THBS-1 可能通过与下游配体结合促进动脉血管纤维化进展,诱导氧化应激持续损伤心肌细胞,进而引发血管严重损伤,导致 PCI 术后无复流发生^[21-23]。

此外,本研究发现,血清 SDC-1、THBS-1 水平预测急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的 AUC 分别为 0.812、0.770,二者联合预测的 AUC 为 0.882,显著大于 SDC-1、THBS-1 单独预测,提示 SDC-1、THBS-1 联合对急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流具有较高的预测价值,后续将进行进一步的验证。

综上所述,急性 STEMI 患者血清 SDC-1、THBS-1 水平增加,与 PCI 术后无复流发生有关,是无复流发生的危险因素,二者联合具有较高的无复流发生预测价值。这些发现证实血清 SDC-1、THBS-1 与急性 STEMI 患者 PCI 术后无复流发生的相关性,提供了二者未来

临床应用于预测无复流发生的基础参考,有利于及早预防和治疗无复流发生,提高患者生存状况。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

李相权、于宗良:设计课题和研究方案,实施研究过程,论文撰写;张梦遥、王俊锋:提出研究思路,进行统计学分析,论文审核;陈杰、王腾、张梓桑:实施研究过程,资料搜集整理,分析试验数据,论文修改

参考文献

- [1] Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: A review [J]. JAMA, 2022, 327 (7): 662-675. DOI: 10.1001/jama.2022.6185.
- [2] Hoole SP, Bambrough P. Recent advances in percutaneous coronary intervention [J]. Heart, 2020, 106 (18): 1380-1386. DOI: 10.1136/heartjnl-2019-315707.
- [3] Bouisset F, Gerbaud E, Bataille V, et al. Percutaneous myocardial revascularization in late-presenting patients with STEMI [J]. J Am Coll Cardiol, 2021, 78 (13): 1291-1305. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.07.039.
- [4] Zachura M, Sadowski M, Kurzawski J, et al. Heterogeneity of the no-reflow group after primary percutaneous coronary intervention due to ST-segment elevation myocardial infarction - are there sex differences? [J]. Cardiovasc Revasc Med, 2022, 37 (1): 97-101. DOI: 10.1016/j.carrev.2021.06.014.
- [5] Wernly B, Fuernau G, Masyuk M, et al. Syndecan-1 predicts outcome in patients with ST-segment elevation infarction independent from infarct-related myocardial injury [J]. Sci Rep, 2019, 9 (1): 18367-18373. DOI: 10.1038/s41598-019-54937-x.
- [6] 杨吉操, 王国良, 栾一. 芪参益气滴丸治疗慢性心力衰竭患者的临床疗效及其血清组织蛋白酶 S、血小板反应蛋白-1 水平的影响 [J]. 世界中西医结合杂志, 2023, 18 (12): 2517-2522. DOI: 10.13935/j.cnki.sjzx.231234.
- [7] Ma Z, Wang M, Xu X, et al. Thrombospondin-1 plasma levels associated with in-hospital major adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome [J]. Int J Cardiol, 2023, 375 (1): 98-103. DOI: 10.1016/j.ijcard.2023.01.011.
- [8] 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. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南 (2019) [J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47 (10): 766-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.10.003.
- [9] TIMI Study Group. The thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) trial phase I findings [J]. N Engl J Med, 1985, 312 (14): 932-936. DOI: 10.1056/NEJM198504043121437.
- [10] Konijnenberg LSF, Damman P, Duncker DJ, et al. Pathophysiology and diagnosis of coronary microvascular dysfunction in ST-elevation myocardial infarction [J]. Cardiovasc Res, 2020, 116 (4): 787-805. DOI: 10.1093/cvr/cvz301.
- [11] Ndrepepa G, Kastrati A. Coronary no-reflow after primary percutaneous coronary intervention-current knowledge on pathophysiology, diagnosis, clinical impact and therapy [J]. J Clin Med, 2023, 12 (17): 5592-5633. DOI: 0.3390/jcm12175592. (下转 1324 页)

- 737-743. DOI:10.1177/02601060221103017.
- [16] Larsson JE, Denholt CS, Thune JJ, et al. Initiation of eplerenone or spironolactone, treatment adherence, and associated outcomes in patients with new-onset heart failure with reduced ejection fraction; A nationwide cohort study [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother*, 2023, 9(6):546-552. DOI:10.1093/ehjcvp/pvad045.
- [17] Weinicki M, Gorczyca-Giowacka I, Lubas A, et al. Association of hyperuricemia with impaired left ventricular systolic function in patients with atrial fibrillation and preserved kidney function; Analysis of the POL-AF registry cohort [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(12):7288. DOI:10.3390/ijerph19127288.
- [18] 李晓红, 王鹏飞, 赵兴胜. 无症状高尿酸血症对老年心力衰竭病人心功能和脑钠肽水平的影响 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2022, 20(16):3023-3025. DOI:10.12102/j.issn.1672-1349.2022.16.031.
- [19] Wei FF, Chen X, Cheng W, et al. Associations of long-term mortality with serum uric acid at admission in acute decompensated heart failure with different phenotypes [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2023, 33(10):1998-2005. DOI:10.1016/j.numecd.2023.06.007.
- [20] Zengin A, Karatas MB, Canga Y, et al. Prognostic performance of controlling nutritional Status score in patients with ST segment elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention [J]. *Anatol J Cardiol*, 2022, 26(1):23-28. DOI:10.5152/AnatolJCardiol.2021.190.
- [21] Czinege M, Halatiu VB, Nyulas V, et al. Nutritional status and recurrent major cardiovascular events following acute myocardial infarction—a follow-up study in a primary percutaneous coronary intervention center [J]. *Nutrients*, 2024, 16(7):1088. DOI:10.3390/nu16071088.
- [22] Gavara J, Marcos-Garcés V, Lopez-Lereu MP, et al. Magnetic resonance assessment of left ventricular ejection fraction at any time post-infarction for prediction of subsequent events in a large multi-center STEMI registry [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2022, 56(2):476-487. DOI:10.1002/jmri.27789.
- [23] Hu Y, Yang H, Zhou Y, et al. Prediction of all-cause mortality with malnutrition assessed by nutritional screening and assessment tools in patients with heart failure: A systematic review [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2022, 32(6):1361-1374. DOI:10.1016/j.numecd.2022.03.009.
- [24] 黄柳, 崔坤, 田小超, 等. 老年急性心力衰竭患者血清 Clusterin、KLK1 水平及对病情和预后的评估价值 [J]. *疑难病杂志*, 2023, 22(8):791-795, 803. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2023.08.002.
- [25] Yu C, Xie Q, Cai L, et al. Long term prognostic value of SYNTAX score II among stemi patients—a comprehensive result from meta-analysis [J]. *Clin Invest Med*, 2022, 45(1):E12-20. DOI:10.25011/cim.v45i1.38083.
- [26] 闫奎坡, 张剑剑, 郭雨晴. 完全血运重建对急性 ST 段抬高型心肌梗死合并多支血管病变患者预后影响的 Meta 分析 [J]. *疑难病杂志*, 2022, 21(11):1186-1192. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2022.11.013.
- [27] Mei Z, Chen J, Chen P, et al. A nomogram to predict hyperkalemia in patients with hemodialysis: A retrospective cohort study [J]. *BMC Nephrol*, 2022, 23(1):351. DOI:10.1186/s12882-022-02976-4.

(收稿日期:2024-05-28)

(上接 1317 页)

- [12] Reszegi A, Tátrai P, Regos E, et al. Syndecan-1 in liver pathophysiology [J]. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2022, 323(2):C289-C294. DOI:10.1152/ajpcell.00039.2022.
- [13] Andrup S, Andersen GO, Hoffmann P, et al. Novel cardiac extracellular matrix biomarkers in STEMI; Associations with ischemic injury and long-term mortality [J]. *PLoS One*, 2024, 19(5):e0302732. DOI:10.1371/journal.pone.0302732.
- [14] 蒋萍影, 唐国英, 刘青. 血清 SDC-1、CTRP1 水平与川崎病患儿冠状动脉病变的相关性分析 [J]. *中国妇幼保健研究*, 2023, 34(7):38-44. DOI:10.3969/j.issn.1673-5293.2023.07.006.
- [15] Vahldieck C, Fels B, Löning S, et al. Prolonged door-to-balloon time leads to endothelial glycocalyx damage and endothelial dysfunction in patients with ST-elevation myocardial infarction [J]. *Biomedicines*, 2023, 11(11):2924-2939. DOI:10.3390/biomedicines11112924.
- [16] Parimon T, Yao C, Habel DM, et al. Syndecan-1 promotes lung fibrosis by regulating epithelial reprogramming through extracellular vesicles [J]. *JCI Insight*, 2019, 5(17):e129359. DOI:10.1172/jci.insight.129359.
- [17] Guo M, Shen D, Su Y, et al. Syndecan-1 shedding destroys epithelial adherens junctions through STAT3 after renal ischemia/reperfusion injury [J]. *iScience*, 2023, 26(11):108211-108222. DOI:10.1016/j.isci.2023.108211.
- [18] Zhang K, Li M, Yin L, et al. Role of thrombospondin-1 and thrombospondin-2 in cardiovascular diseases (review) [J]. *Int J Mol Med*, 2020, 45(5):1275-1293. DOI:10.3892/ijmm.2020.4507.
- [19] 姚卓亚, 包炳蔚, 钱少环, 等. 血清 ADAMTS13、TSP1 与急性冠脉综合征患者心肌损伤和临床预后的相关性 [J]. *南方医科大学学报*, 2021, 41(5):710-715. DOI:10.121229/j.issn.1673-4254.2021.05.11
- [20] 占敏, 卓丰, 吴敏, 等. 敲除 TSP1 通过氨基酸和糖代谢通路对阿霉素所致心肌损伤的作用 [J]. *广东医学*, 2023, 44(2):161-167. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.20221679.
- [21] Zhou Y, Ng DYE, Richards AM, et al. MicroRNA-221 inhibits latent TGF- β 1 activation through targeting thrombospondin-1 to attenuate kidney failure-induced cardiac fibrosis [J]. *Mol Ther Nucleic Acids*, 2020, 22(1):803-814. DOI:10.1016/j.omtn.2020.09.041.
- [22] Xu L, Zhang Y, Chen J, et al. Thrombospondin-1: A key protein that induces fibrosis in diabetic complications [J]. *J Diabetes Res*, 2020, 2020(1):8043135-8043148. DOI:10.1155/2020/8043135.
- [23] Kelm NQ, Beare JE, Weber GJ, et al. Thrombospondin-1 mediates Drp-1 signaling following ischemia reperfusion in the aging heart [J]. *FASEB Bioadv*, 2020, 2(5):304-314. DOI:10.1096/fba.2019-00090.

(收稿日期:2024-07-26)