

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2025.04.009

论著·临床

血清 ACSL4、SII 水平对急性 ST 段抬高型心肌梗死合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的预测价值

张庆龙, 何婷, 杨琦, 王锦波, 何雪松, 潘孝东



基金项目: 安徽省医疗卫生重点专科建设项目(皖卫科教发[2021]273号)

作者单位: 230601 合肥, 安徽医科大学第二附属医院急诊内科

通信作者: 潘孝东, E-mail: pxdong1773@163.com

【摘要】目的 探讨血清酰基辅酶 A 合成酶长链家族成员 4 (ACSL4)、系统免疫炎症指数(SII)水平对急性 ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 合并射血分数保留的心力衰竭 (HFpEF) 患者经皮冠状动脉介入 (PCI) 术中无复流的预测价值。**方法** 选取 2019 年 10 月—2024 年 6 月于安徽医科大学第二附属医院接受 PCI 术的 STEMI 合并 HFpEF 患者 135 例(观察组)和同期医院健康体检志愿者 70 例(健康对照组),根据 PCI 术中血流情况将 STEMI 合并 HFpEF 患者分为无复流亚组(33 例)和复流亚组(102 例)。比较各组血清 ACSL4、SII 水平;多因素非条件 Logistic 回归确定 STEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的危险因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ACSL4、SII 水平对 STEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的预测价值。**结果** 与健康对照组比较,观察组血清 ACSL4、SII 水平升高($t/P=21.858/<0.001, 13.649/<0.001$);135 例 STEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流率为 24.44% (33/135)。与复流亚组比较,无复流亚组血清 ACSL4、SII 水平升高($t/P=5.877/<0.001, 5.324/<0.001$),无复流亚组年龄更大, Killip 分级 IV 级比例、NT-proBNP 和低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 水平升高($\chi^2/t/P=3.610/<0.001, 2.993/0.003, 3.782/0.005, 2.109/0.037$); Logistic 回归分析结果显示,年龄大、ACSL4 高、SII 高为 STEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的独立危险因素[OR(95% CI) = 1.123 (1.022 ~ 1.235)、1.207 (1.082 ~ 1.346)、1.003 (1.002 ~ 1.005)]; ROC 曲线分析结果显示,血清 ACSL4、SII 水平及二者联合预测 STEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的曲线下面积(AUC)分别为 0.786、0.797、0.879,二者联合优于各自单独预测价值($Z/P=2.474/0.010, 2.726/0.004$)。**结论** 血清 ACSL4、SII 水平升高与 STEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流密切相关,血清 ACSL4、SII 水平联合检测对其预测价值较高。

【关键词】 急性 ST 段抬高型心肌梗死;射血分数保留的心力衰竭;酰基辅酶 A 合成酶长链家族成员 4;系统免疫炎症指数;经皮冠状动脉介入术;无复流;预测价值

【中图分类号】 R542.2⁺2;R541.6

【文献标识码】 A

Predictive value of serum ACSL4 and SII levels for no-reflow phenomenon during PCI in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction complicated by HFpEF Zhang Qinglong, He Ting, Yang Qi, Wang Jinbo, He Xuesong, Pan Xiaodong. Department of Emergency Medicine, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Anhui, Hefei 230601, China

Funding program: Key Specialty Construction Project of Anhui Medical and Health (WYWSKJ[2021]273)

Corresponding author: Pan Xiaodong, E-mail: pxdong1773@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of serum acyl-CoA synthetase long-chain family member 4 (ACSL4) and systemic immune-inflammation index (SII) levels for no-reflow phenomenon during percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) complicated by heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF). **Methods** This study included 135 STEMI patients with HFpEF (observation group) who underwent PCI at The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University from October 2019 to June 2024, and 70 healthy volunteers (control group). The STEMI patients were further divided into no-reflow subgroup ($n=33$) and reflow subgroup ($n=102$) based on coronary flow during PCI. Serum ACSL4 and SII levels were compared among groups. Multivariate unconditional Logistic regression was used to identify risk factors for no-reflow. Receiver operating characteristic (ROC)

curve analysis was performed to evaluate the predictive value of serum ACSL4 and SII levels for no-reflow. **Results** Compared with controls, the observation group showed higher serum ACSL4 and SII levels ($t/P=21.858/<0.001$, $13.649/<0.001$). The no-reflow rate during PCI was 24.44% (33/135). The no-reflow subgroup had higher ACSL4 and SII levels than the reflow subgroup ($t/P=5.877/<0.001$, $5.324/<0.001$). Patients in no-reflow subgroup were older, with higher proportions of KILLIP class IV, NT-proBNP and LDL-C levels ($\chi^2/t/P=3.610/<0.001$, $2.993/0.003$, $3.782/0.005$, $2.109/0.037$). Advanced age, high ACSL4, and high SII were independent risk factors for no-reflow [OR(95% CI) = 1.123 (1.022 - 1.243), 1.207 (1.082 - 1.346), 1.003 (1.002 - 1.005)]. The AUC values for predicting no-reflow using ACSL4, SII, and their combination were 0.786, 0.797, and 0.879 respectively, with combined detection showing superior predictive value ($Z/P=2.474/0.010$, $2.726/0.004$). **Conclusion** Elevated serum ACSL4 and SII levels are closely associated with no-reflow during PCI in ASTEMI patients with HFpEF. Combined detection of these biomarkers shows high predictive value.

【Key words】 Acute ST-segment elevation myocardial infarction; Heart failure with preserved ejection fraction; Acyl-CoA synthetase long-chain family member 4; Systemic immune-inflammation index; Percutaneous coronary intervention; No-reflow; Predictive value

射血分数保留的心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)是心力衰竭的常见亚型^[1-2]。临床中 13.6% 的急性 ST 段抬高型心肌梗死(acute ST elevation myocardial infarction, ASTEMI)入院时合并心力衰竭^[3], 尽管经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)使用率的增加极大改善了患者预后, 但仍有部分患者因术中无复流而影响生存质量^[4]。血管内皮损伤和动脉粥样硬化(atherosclerosis, AS)在 PCI 术中无复流中发挥重要作用^[5]。酰基辅酶 A 合成酶长链家族成员 4(acyl-coenzyme A synthetase long chain family member 4, ACSL4)是一种同工酶, 能通过诱导铁死亡促进血管内皮损伤和 AS^[6]。Shao^[7]报道, ACSL4 是急性心肌梗死早期诊断的潜在生物标志物。炎症反应是心肌损伤和 AS 的重要机制, 系统免疫炎症指数(systemic immune-inflammatory index, SII)是一种简单的炎症生物标志物, 其值越高则炎症反应越强^[8]。张豪等^[9]报道, SII 升高与急性心肌梗死患者院内预后降低密切相关。然而, 关于血清 ACSL4、SII 水平对 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的预测价值尚不清楚, 本研究对此进行研究, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2019 年 10 月—2024 年 6 月在安徽医科大学第二附属医院急诊内科接受 PCI 术的 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 135 例为观察组, 男 104 例, 女 31 例, 年龄 40~80(61.99±7.66)岁; 罪犯血管: 左冠状动脉 1 例, 左前降支 70 例, 左回旋支 21 例, 右冠状动脉 43 例; KILLIP 分级: II 级 58 例, III 级 53 例, IV 级 24 例。另选取同期医院健康体检志愿者 70 例为健康对照组, 男 55 例, 女 15 例, 年龄 23~76(60.42±5.36)岁。2 组性别、年龄比较差异无统计学意义, 具

有可比性($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会批准(S2019-060-05 号), 受试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急性心肌梗死和心力衰竭为初次发生; ②ASTEMI 符合诊断标准^[10]; ③接受 PCI 术治疗; ④HFpEF 符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018》诊断标准^[11]; ⑤有完整的临床资料。(2) 排除标准: ①妊娠及哺乳期妇女; ②有血运重建史; ③先天性心脏病; ④其他冠心病类型或合并心脏瓣膜病、急性心包炎等其他心脏病; ⑤血液系统疾病、感染疾病; ⑥严重肝肾功能不全、电解质紊乱、造影剂过敏等 PCI 术禁忌证; ⑦恶性肿瘤; ⑧自身免疫性疾病患者或近期使用免疫制剂。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 血清 ACSL4 水平检测和 SII 测算: 采集患者 PCI 术前血和健康志愿者体检时空腹肘静脉血 4 ml, 2 ml 离心留取上层血清, 通过酶联免疫吸附法(试剂盒购自上海威奥生物科技有限公司, 货号: EH6893M)检测 ACSL4 水平; 2 ml 血液经枸橼酸钠抗凝后使用西门子医疗系统有限公司生产的 ADVIA[®] 2120i 血液分析仪检测血小板计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数, 计算 $SII = \text{血小板计数} \times \text{中性粒细胞计数} / \text{淋巴细胞计数} (\times 10^9/L)$ 。

1.3.2 无复流判断和分组: ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中进行冠状动脉造影(仪器购自西门子医疗系统有限公司, 型号: ARTIS pheno), 根据心肌梗死溶栓治疗血流分级^[12]将 ASTEMI 合并 HFpEF 患者分为无复流亚组(0~1 级, 33 例)和复流亚组(2~3 级, 102 例)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 28.0 软件分析数据。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间比较采用独

立样本 *t* 检验;计数资料以频数/构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;多因素 Logistic 回归分析 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的危险因素;受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ACSL4、SII 水平预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 ACSL4、SII 水平比较 与健康对照组比较,观察组血清 ACSL4、SII 水平升高,差异有统计学意义($P < 0.01$),见表 1。

表 1 健康对照组与观察组血清 ACSL4、SII 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of serum ACSL4 and SII levels between healthy control group and observation group

组别	例数	ACSL4(μg/L)	SII
健康对照组	70	18.53 ± 2.73	434.17 ± 200.05
观察组	135	34.72 ± 7.73	939.13 ± 328.01
<i>t</i> 值		21.858	13.649
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001

2.2 2 亚组 ASTEMI 合并 HFpEF 患者血清 ACSL4、SII 水平比较 135 例 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流 33 例(24.44%)。与复流亚组比较,无复流亚组血清 ACSL4、SII 水平升高($P < 0.01$),见表 2。

表 2 无复流亚组与复流亚组血清 ACSL4、SII 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of serum ACSL4 and SII levels between no-reflow subgroup and reflow subgroup

组别	例数	ACSL4(μg/L)	SII
复流亚组	102	32.73 ± 6.70	852.00 ± 295.58
无复流亚组	33	40.86 ± 7.52	1 208.44 ± 434.46
<i>t</i> 值		5.877	5.324
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001

2.3 2 亚组患者临床资料比较 与复流亚组比较,无复流亚组年龄更大,KILLIP 分级 IV 级、N 末端 B 型钠尿肽前体(NT-proBNP)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平更高($P < 0.05$);其他临床资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 3 无复流亚组与复流亚组临床资料比较

Tab. 3 Comparison of clinical characteristics between no-reflow subgroup and reflow subgroup

项目		复流亚组($n = 102$)	无复流亚组($n = 33$)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
性别[例(%)]	男	78(76.47)	26(78.79)	0.076	0.783
	女	24(23.53)	7(21.21)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)		60.70 ± 7.36	66.00 ± 7.25	3.610	<0.001
吸烟史[例(%)]		47(46.08)	21(63.64)	3.075	0.080
饮酒史[例(%)]		35(34.31)	14(42.42)	0.709	0.400
基础疾病[例(%)]	糖尿病	15(14.71)	8(24.24)	1.604	0.205
	高脂血症	31(30.39)	14(42.42)	1.624	0.202
	高血压	53(51.96)	22(66.67)	2.184	0.139
罪犯血管[例(%)]	左冠状动脉	0	1(3.03)	3.444	0.328
	左前降支	52(50.98)	18(54.55)		
	左回旋支	16(15.69)	5(15.15)		
	右冠状动脉	34(33.33)	9(27.27)		
KILLIP 分级[例(%)]	II 级	50(49.02)	8(24.24)	2.993	0.003
	III 级	39(38.24)	14(42.42)		
	IV 级	13(12.75)	11(33.33)		
PCI 术类型[例(%)]	斑块旋切取栓术	18(17.64)	5(15.15)	0.127	0.938
	球囊扩张成形术	19(18.63)	6(18.18)		
	冠脉支架植入术	65(63.73)	22(66.67)		
入门至球囊扩张时间($\bar{x} \pm s$, min)		91.91 ± 11.00	94.61 ± 14.71	0.968	0.338
LVEF($\bar{x} \pm s$, %)		60.75 ± 5.03	59.16 ± 4.07	1.644	0.102
NT-proBNP($\bar{x} \pm s$, ng/L)		453.69 ± 186.76	617.38 ± 289.94	3.782	<0.001
Hb($\bar{x} \pm s$, g/L)		142.66 ± 11.79	138.72 ± 13.12	1.623	0.107
WBC($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9/L$)		8.53 ± 3.78	8.84 ± 3.38	0.421	0.675
TC($\bar{x} \pm s$, mmol/L)		4.63 ± 0.42	4.68 ± 0.35	0.627	0.532
TG($\bar{x} \pm s$, mmol/L)		1.66 ± 0.18	1.69 ± 0.23	0.693	0.492
HDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)		1.13 ± 0.16	1.07 ± 0.29	0.936	0.355
LDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)		3.22 ± 0.22	3.32 ± 0.28	2.109	0.037

2.4 多因素非条件 Logistic 回归分析 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的影响因素 以 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流(是/否 = 1/0)为因变量,以上述结果中 $P < 0.05$ 项目为自变量进行多因素非条件 Logistic 回归分析,结果显示:年龄大、ACSL4 高、SII 高为 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的独立危险因素($P < 0.01$),见表 4。

表 4 多因素非条件 Logistic 回归分析 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的影响因素

Tab. 4 Multivariate unconditional Logistic regression analysis of influencing factors for no-reflow during PCI in ASTEMI patients with HFpEF

变 量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
常量	-30.671	7.638	16.127	<0.001	-	-
年龄大	0.116	0.048	5.819	0.016	1.123	1.022 ~ 1.235
KILLIP III-IV 级	0.389	0.425	0.834	0.361	1.475	0.641 ~ 3.396
NT-proBNP 高	0.002	0.001	3.149	0.076	1.002	1.000 ~ 1.005
LDL-C 高	0.191	0.106	3.215	0.073	1.210	0.982 ~ 1.490
ACSL4 高	0.188	0.056	11.329	0.001	1.207	1.082 ~ 1.346
SII 高	0.003	0.001	13.559	<0.001	1.003	1.002 ~ 1.005

2.5 血清 ACSL4、SII 水平预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的价值 绘制血清 ACSL4、SII 水平预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的价值 ROC 曲线,并计算曲线下面积(AUC),结果显示:血清 ACSL4、SII 水平及二者联合预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的 AUC 分别为 0.786、0.797、0.879,二者联合优于各自单独预测价值($Z/P = 2.474/0.010$ 、 $2.726/0.004$),见表 5、图 1。

3 讨论

ASTEMI 所致的心肌损伤范围往往较非 ST 段抬高型心肌梗死更大,更容易损伤心脏结构和/或功能导致心力衰竭,由于 HFpEF 异质性高和缺乏针对性治疗药物,导致其病死率与 LVEF 功能降低的心力衰竭相当^[13]。急诊行 PCI 术虽然及时再通血管,但仍有部分患者因无复流导致缺血心肌组织不能有效灌注,致使心功能进一步恶化,增加多种主要不良心血管事件风险,危及生命安全^[4]。本研究中,24.44%的 ASTEMI

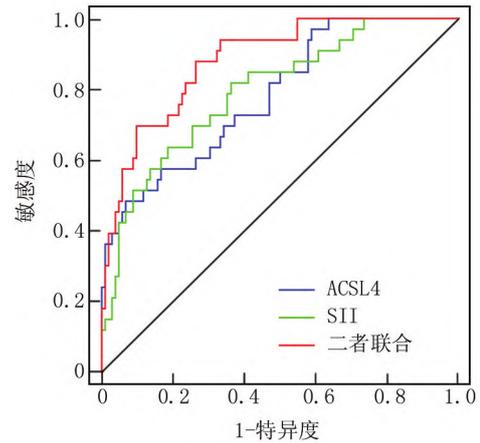


图 1 血清 ACSL4、SII 水平预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的 ROC 曲线

Fig. 1 ROC curves of serum ACSL4 and SII levels for predicting no-reflow during PCI in ASTEMI patients with HFpEF

合并 HFpEF 患者在 PCI 术中出现无复流,与熊永红等^[14]报道的 21.78% 相近,提示 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流风险较高。因此有必要寻找可靠的生物标志物早期预测 PCI 术中无复流风险,改善 ASTEMI 合并 HFpEF 患者预后。

无复流即 PCI 过程中成功开通血管后远端微循环未恢复正常,血管内皮损伤和 AS 是其重要诱因,血管内皮损伤能诱导血管壁功能障碍和 AS 形成,引起微血管痉挛或远端微循环栓塞,阻碍血流恢复而导致无复流^[15]。铁死亡是一种铁依赖性细胞死亡方式,能引发血管内皮细胞障碍和凋亡,破坏血管内皮功能的同时促进 AS 形成^[16]。ACSL4 是由心、肝、肺等组织表达的一种脂肪酸合成酶,主要功能是催化长链脂肪酸与辅酶 A 结合形成脂肪酰—辅酶 A 复合物,是脂肪酸代谢的重要步骤,但 ACSL4 异常表达能增加细胞膜和内源性脂质的脂肪酸含量,促进脂质过氧化物积累而导致铁死亡^[6]。高葡萄糖建立的 AS 小鼠模型中,抑制 ACSL4 表达能抑制主动脉内皮细胞铁死亡,从而抑制 AS 形成^[17]。高脂肪饮食建立的 AS 小鼠模型中,使用 ACSL4 抑制剂能抑制内皮细胞铁死亡,抑制动脉脂质沉积、斑块形成,从而延缓 AS 的进展^[18]。同时有实验

表 5 血清 ACSL4、SII 水平对 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的预测价值

Tab. 5 Predictive value of serum ACSL4 and SII levels for no-reflow during PCI in ASTEMI patients with HFpEF

指 标	Cut-off 值	AUC	95% CI	P 值	敏感度	特异度	约登指数
ACSL4	38.64 $\mu\text{g/L}$	0.786	0.701 ~ 0.852	<0.001	0.491	0.918	0.409
SII	1 096.32	0.797	0.713 ~ 0.861	<0.001	0.817	0.633	0.450
二者联合		0.879	0.810 ~ 0.934	<0.001	0.887	0.728	0.615

报道,抑制 ACSL4 表达能减轻心肌细胞铁死亡,从而预防急性心肌梗死后心力衰竭的发生^[19]。本研究中,ASTEMI 合并 HFpEF 患者血清 ACSL4 水平升高,增加 PCI 术中无复流风险。分析原因,ACSL4 能通过催化长链脂肪酸活化增加脂质过氧化物生成,诱导血管内皮细胞铁死亡,引起冠状动脉微血管功能损伤和 AS 形成,即微血管痉挛或远端微循环栓塞,进而增加 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流风险;同时铁死亡能激活炎症反应,炎症反应进一步损伤冠状动脉微血管功能,加剧冠状动脉微血管功能损伤,导致无复流风险增加^[20]。Hu 等^[21]也指出,血清 ACSL4 水平升高与 ASTEMI 患者 PCI 术后主要不良心血管事件风险增加有关。

炎症反应能通过损伤血管内皮和促进黏附分子向血管内皮细胞迁移促进 AS 形成,是急性心肌梗死发生发展的重要原因^[22]。中性粒细胞作为炎症反应的主要执行者,通过吞噬病原体和释放炎症反应介质来推动炎症反应过程,其数量增加反映体内炎症反应活跃程度增强;血小板不仅参与凝血,还能通过释放炎症反应介质调节先天免疫细胞增强炎症反应,其数量增加也反映体内炎症反应活跃程度增强;淋巴细胞在免疫应答中起调节作用,能调节免疫反应和维持免疫平衡,其数量降低反映免疫功能受损,炎症反应增强;SII 通过结合中性粒细胞计数、血小板计数和淋巴细胞计数来反映免疫与炎症反应的平衡状态,其值越高则提示机体免疫与炎症反应失衡越严重^[23]。近年临床研究报道^[24],SII 升高与急性冠状动脉综合征(急性心肌梗死和不稳定型心绞痛)患者 AS 负荷增加和病情程度加重有关。同时,SII 升高是冠心病合并心力衰竭患者主要不良心血管事件的独立预测因子^[25]。本研究中,ASTEMI 合并 HFpEF 患者 SII 升高,会增加 PCI 术中无复流风险。分析原因,SII 升高反映机体免疫与炎症反应失衡严重,炎症反应增强会加剧冠状动脉微血管功能损伤,并促进 AS 形成加剧远端微循环栓塞,进而增加 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流风险^[26]。

本研究还发现,年龄大和 LDL-C 高与 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流有关,考虑与高龄患者冠状动脉微血管功能更差和 LDL-C 升高会促进 AS 形成导致远端微循环栓塞有关。ROC 曲线显示,血清 ACSL4、SII 二者联合预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流的 AUC 优于各自单独预测。说明血清 ACSL4、SII 水平有助于预测 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流,同时检测血清 ACSL4、SII 水平可以更准确地进行预测。

4 结论

综上所述,ASTEMI 合并 HFpEF 患者血清 ACSL4、SII 水平升高,与 PCI 术中无复流有关,血清 ACSL4、SII 水平联合对 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流有较高的预测价值。但本研究为单中心研究,且未完全纳入所有影响 ASTEMI 合并 HFpEF 患者 PCI 术中无复流因素,可能影响结果的可靠性,因此还需进一步验证。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

张庆龙:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;何婷:实施研究过程,论文撰写;杨琦:实施研究过程,资料搜集整理,论文修改;王锦波:实施研究过程,资料搜集整理,进行统计学分析;何雪松:资料搜集整理;潘孝东:提出研究思路,分析试验数据,论文审核

参考文献

- [1] 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. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20231101-00405.
- [2] 李雪芹,孙振峰,涂胜,等.冠心病射血分数降低心力衰竭患者预后影响因素分析及预测模型构建[J].疑难病杂志,2024,23(11):1318-1324. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2024.11.008.
- [3] 中国老年医学学会心电与心功能分会,中国心衰中心联盟专家委员会,中华医学会《中华全科医师杂志》编辑委员会.心力衰竭早期筛查与一级预防中国专家共识(2024年)[J].中华全科医师杂志,2024,23(1):7-18. DOI:10.3760/cma.j.cn114798-20230806-00043.
- [4] Bamarinejad A, Kermani-Alghoraishi M, Soleimani A, et al. Long-term outcome and prognostic value of angiographic slow/no-reflow phenomenon after emergency percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction[J]. Coron Artery Dis, 2024, 35(5):389-396. DOI:10.1097/MCA.0000000000001362.
- [5] 韩拓,王丽霞,王怡雯,等.急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后冠脉无复流研究进展[J].心脏杂志,2023,35(2):218-223, 228. DOI:10.12125/j.chj.202111121.
- [6] 常宇宸,李京波.心肌梗死中铁死亡标志物研究进展[J].诊断学理论与实践,2023,22(2):197-202. DOI:10.16150/j.1671-2870.2023.02.015.
- [7] Shao G. Integrated RNA gene expression analysis identified potential immune-related biomarkers and RNA regulatory pathways of acute myocardial infarction[J]. PLoS One, 2022, 17(3):e0264362. DOI:10.1371/journal.pone.0264362.
- [8] 刘史红,高燕.系统免疫炎症指数在心血管疾病中临床应用的研究进展[J].临床医学进展,2024,14(4):1885-1891. DOI:10.12677/acm.2024.1441240.
- [9] 张豪,周天,马畅,等.新型炎症标志物对急性心肌梗死院内预后的预测价值[J].中国循环杂志,2023,38(4):414-420. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2023.04.005.
- [10] 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

- 管病杂志, 2019, 47 (10): 766-783. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3758. 2019. 10. 003.
- [11] 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]. 中华心血管病杂志, 2018, 46 (10): 760-789. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3758. 2018. 10. 004.
- [12] 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. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3614. 2017. 05. 003.
- [13] Cai A, Qiu W, Zhou Y, et al. Clinical characteristics and 1-year outcomes in hospitalized patients with heart failure with preserved ejection fraction: results from the China cardiovascular association database-heart failure center registry [J]. Eur J Heart Fail, 2022, 24 (11): 2048-2062. DOI: 10. 1002/ehf. 2654.
- [14] 熊永红, 王静, 李雪玲, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死合并射血分数保留的心力衰竭患者急诊经皮冠状动脉介入治疗术中无复流的影响因素分析 [J]. 中国心血管病研究, 2020, 18 (3): 227-231. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5301. 2020. 03. 008.
- [15] 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. ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 微循环保护策略中国专家共识 [J]. 中华心血管病杂志, 2022, 50 (3): 221-230. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112148-20211112-00987.
- [16] 黎方琰, 蒋丁胜, 方泽民. 靶向铁死亡治疗心血管疾病的研究进展 [J]. 中国心血管病研究, 2024, 22 (2): 108-113. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5301. 2024. 02. 003.
- [17] Rong J, Li C, Zhang Q, et al. Hydroxysafflor yellow A inhibits endothelial cell ferroptosis in diabetic atherosclerosis mice by regulating miR-429/SLC7A11 [J]. Pharm Biol, 2023, 61 (1): 404-415. DOI: 10. 1080/13880209. 2023. 2225543.
- [18] Hong Y, Feng J, Dou Z, et al. Berberine as a novel ACSL4 inhibitor to suppress endothelial ferroptosis and atherosclerosis [J]. Biomed Pharmacother, 2024, 177: 117081. DOI: 10. 1016/j. biopha. 2024. 117081.
- [19] Wei Q, Jiang M, Tang B, et al. Downregulation of circular RNA 00091761 protects against heart failure after myocardial infarction via microRNA-335-3p/ACSL4 axis [J]. Acta Biochim Pol, 2023, 70 (3): 509-516. DOI: 10. 18388/abp. 2020_6404.
- [20] Gao HX, Jiang J, Yang CY, et al. Zinc finger translocation-associated protein promotes ferroptosis through the upregulation of ACSL4 expression in vascular endothelial cells [J]. Exp Ther Med, 2024, 28 (2): 334. DOI: 10. 3892/etm. 2024. 12623.
- [21] Hu Y, Li Q, Wang Y. Serum ACSL4 levels in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) and its association with one-year major adverse cardiovascular events (MACE): A prospective cohort study [J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103 (2): e36870. DOI: 10. 1097/MD. 0000000000036870.
- [22] 杨启娟, 苏晓灵. 炎症因子与急性心肌梗死的研究进展 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31 (7): 639-644. DOI: 10. 20039/j. cnki. 1007-3949. 2023. 07. 013.
- [23] 黄小宇, 张丽晖, 王静, 等. 全身免疫炎症指数与心血管疾病相关性的研究进展 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2024, 22 (7): 1266-1269. DOI: 10. 12102/j. issn. 1672-1349. 2024. 07. 018.
- [24] 王忠奇, 李今朝, 吴南. 急性冠脉综合征患者全身免疫炎症指数与冠状动脉病变严重程度的相关性 [J]. 临床荟萃, 2024, 39 (6): 512-517. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-583X. 2024. 06. 005.
- [25] 刘若楠, 王媿, 王大新. 系统性免疫炎症指数对冠心病合并心力衰竭患者主要不良心血管事件的预测价值研究 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26 (4): 368-371. DOI: 10. 3969/j. issn. 1009-0126. 2024. 04. 003.
- [26] 淡一航, 张宇, 杨岭, 等. 全身免疫炎症指数在急性冠状动脉综合征中的应用进展 [J]. 中国心血管病研究, 2023, 21 (11): 1038-1042. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5301. 2023. 11. 015.

(收稿日期: 2024 - 11 - 26)

(上接 427 页)

- [17] 冯媛媛, 羌雯慧, 肖静, 等. GLP-1RA 联合 SGLT2i 治疗超重/肥胖 T2DM 患者效果及安全性的临床观察性研究 [J]. 南通大学学报: 医学版, 2022, 42 (2): 115-120. DOI: 10. 16424/j. cnki. cn32-1807/r. 2022. 02. 004.
- [18] 何秀丽, 邓大同. 达格列净片联合盐酸二甲双胍片及甘精胰岛素注射液治疗老年 2 型糖尿病的临床效果 [J]. 中国老年学杂志, 2022, 42 (21): 5188-5191. DOI: 10. 3969/j. issn. 1005-9202. 2022. 21. 010.
- [19] 双丹丹, 张惠莉. 司美格鲁肽治疗成人非 2 型糖尿病超重和肥胖患者效果的 Meta 分析 [J]. 实用医学杂志, 2023, 39 (3): 343-349. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-5725. 2023. 03. 014.
- [20] Díaz-Trastoy O, Villar-Taibo R, Sifontes-Dubón M, et al. GLP1 receptor agonist and SGLT2 inhibitor combination: An effective approach in realworld clinical practice [J]. Clin Ther, 2020, 42 (2): e1-e12. DOI: 10. 1016/j. clinthera. 2019. 12. 012.
- [21] 曹雨琛, 李成强, 刘鉴颖, 等. SGLT2 抑制剂达格列净对糖尿病肾病的保护机制研究 [J]. 北华大学学报: 自然科学版, 2022, 23 (1): 64-69. DOI: 10. 11713/j. issn. 1009-4822. 2022. 01. 012.
- [22] 张凤丽, 赵一楠, 孙建武, 等. 司美格鲁肽联合二甲双胍治疗超重或肥胖 2 型糖尿病患者的临床研究 [J]. 中国临床药理学杂志, 2023, 39 (15): 2164-2168. DOI: 10. 13699/j. cnki. 1001-6821. 2023. 15. 008.
- [23] 陈玉娇. 达格列净联合度拉糖肽对 2 型糖尿病合并代谢综合征患者脂代谢及腹部脂肪分布的影响 [D]. 湛江: 广东医科大学, 2023.
- [24] 杨璐, 施文军, 赵玲, 等. 2 型糖尿病患者内脏脂肪面积与肥胖及糖脂代谢指标的相关性 [J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42 (9): 65-70. DOI: 10. 12259/j. issn. 2095-610X. S20210932.
- [25] Diao H, Li X, Xu Y, et al. Asprosin, a novel glucogenic adipokine implicated in type 2 diabetes mellitus [J]. J Diabetes Complications, 2023, 37 (11): 108614. DOI: 10. 1016/j. jdiacom. 2023. 108614.
- [26] Behrooz M, Vaghef-Mehrabany E, Maleki V, et al. Spexin status in relation to obesity and its related comorbidities: A systematic review [J]. J Diabetes Metab Disord, 2020, 19 (2): 1943-1957. DOI: 10. 1007/s40200-020-00636-8.
- [27] 王晓艳, 魏枫, 王玮, 等. 血清 Asprosin, Spexin 水平与 2 型糖尿病并内脏型肥胖的相关性研究 [J]. 中国全科医学, 2021, 24 (36): 4623-4627. DOI: 10. 12114/j. issn. 1007-9572. 2021. 02. 052.

(收稿日期: 2024 - 09 - 24)