

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.06.005

心血管疾病专题

血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平对急性心肌梗死患者 PCI 术后不良心血管事件的预测价值

邵丹, 李岩, 张婷, 向海燕, 封冲

基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2020D01A15)

作者单位: 834000 新疆克拉玛依市中心医院心血管内科

通信作者: 李岩, E-mail: 421533281@qq.com



【摘要】目的 分析血清环状 RNA (circRNA) 轴突导向受体蛋白 2 (ROBO2)、circRNA 溶质载体家族 8 成员 A1 (SLC8A1)、circRNA 小脑变性相关蛋白 1 反义转录物 (CDR1as) 水平对急性心肌梗死 (AMI) 患者经皮冠状动脉介入 (PCI) 术后不良心血管事件 (MACE) 的预测价值。**方法** 选择 2020 年 1—12 月新疆克拉玛依市中心医院心血管内科行 PCI 手术的 AMI 患者 140 例作为 AMI 组, 同期医院健康体检者 140 例作为健康对照组。根据 AMI 患者 PCI 术后是否发生 MACE 将其分为 MACE 亚组 ($n=42$) 和非 MACE 亚组 ($n=98$)。实时荧光定量 PCR (qRT-PCR) 检测血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平; Logistic 回归分析术后发生 MACE 的影响因素; ROC 曲线评估血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 对 AMI 患者术后发生 MACE 的预测价值。**结果** AMI 组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平均高于健康对照组 ($t/P=9.192/<0.001$ 、 $10.903/<0.001$ 、 $11.152/<0.001$) , MACE 亚组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平均高于非 MACE 亚组 ($t/P=5.655/<0.001$ 、 $7.935/<0.001$ 、 $5.797/<0.001$) ; MACE 亚组的冠状动脉病变支数、术中无复流情况与非 MACE 亚组比较差异有统计学意义 ($\chi^2/P=14.799/<0.001$ 、 $8.057/<0.001$) ; 冠状动脉病变支数 ≥ 2 支、术中无复流及血清 circRNA ROBO2 高、circRNA SLC8A1 高、circRNA CDR1as 高是 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的危险因素 [$OR(95\%CI)=4.639(1.970\sim 10.925)$ 、 $4.722(1.917\sim 11.633)$ 、 $5.337(1.949\sim 14.616)$ 、 $5.082(1.798\sim 14.361)$ 、 $4.734(1.925\sim 11.640)$] ; circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 及三者联合预测术后 MACE 的 AUC 分别为 0.754、0.749、0.752、0.870, 三者联合预测的 AUC 显著大于三者单独预测 ($Z/P=2.660/0.008$ 、 $2.321/0.020$ 、 $2.740/0.006$) 。**结论** AMI 患者血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平显著升高, 三者联合检测对患者 PCI 术后 MACE 有较好的预测价值。

【关键词】 急性心肌梗死; 环状 RNA 轴突导向受体蛋白 2; 环状 RNA 溶质载体家族 8 成员 A1; 环状 RNA 小脑变性相关蛋白 1 反义转录物; 经皮冠状动脉介入; 不良心血管事件

【中图分类号】 R542.2⁺2

【文献标识码】 A

The predictive value of serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as for major adverse cardiovascular events after PCI in patients with acute myocardial infarction Shao Dan, Li Yan, Zhang Ting, Xiang Haiyan, Feng Chong. Department of Cardiology, Karamay Central Hospital of Xinjiang, Xinjiang, Karamay 834000, China

Funding program: Natural Science Foundation of Xinjiang Uygur Autonomous Region (2020D01A15)

Corresponding author: Li Yan, E-mail: 421533281@qq.com

【Abstract】 Objective To analyze the predictive value of serum circular RNA (circRNA) roundabout homolog 2 (ROBO2), circRNA solute carrier family 8 member A1 (SLC8A1), and circRNA cerebellar degeneration related protein 1 antisense (CDR1as) for major adverse cardiovascular events (MACE) in patients with acute myocardial infarction (AMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** Between January 2020 and December 2020, 140 AMI patients who underwent PCI surgery in our hospital were included as AMI group, and 140 healthy individuals who underwent physical examination were included as control group. AMI patients were assigned into MACE group and non-MACE group based on whether MACE occurred after PCI. Real-time fluorescence quantitative PCR (qRT-PCR) was used to detect serum circRNA ROBO2,

circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as. Logistic regression was used to analyze the influencing factors of postoperative MACE. ROC curve was used to evaluate the predictive value of serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as for postoperative MACE in AMI patients. **Results** The AMI group had higher serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as than control group ($t/P = 9.192 / < 0.001, 10.903 / < 0.001, 11.152 / < 0.001$). The MACE group had higher serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as than non-MACE group ($t/P = 5.655 / < 0.001, 7.935 / < 0.001, 5.797 / < 0.001$). There was a statistically conspicuous difference in the number of coronary artery lesions and no reflow during surgery between MACE group and non-MACE group ($X^2/P = 14.799 / < 0.001, 8.057 / < 0.001$). Logistic regression analysis revealed that the number of coronary artery lesions ≥ 2 , no reflow during surgery, serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as were the influencing factors for MACE in AMI patients after PCI [OR(95%CI) = 4.639 (1.970–10.925), 4.722 (1.917–11.633), 5.337 (1.949–14.616), 5.082 (1.798–14.361), 4.734 (1.925–11.640)]. The AUC predicted by the joint of the three was conspicuously greater than that predicted by circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as alone ($Z = 2.660, 2.321, 2.740, P = 0.008, 0.020, 0.006$). **Conclusion** Serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as are conspicuously elevated in AMI patients, and the joint of the three has good predictive value for MACE after PCI in patients.

【Key words】 Acute myocardial infarction; Circular RNA roundabout homolog 2; CircRNA solute carrier family 8 member A1; CircRNA cerebellar degeneration related protein 1 antisense; Percutaneous coronary intervention; Major adverse cardiovascular events

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 致死率高达 5%~10%^[1]。经皮冠状动脉介入 (percutaneous coronary intervention, PCI) 能够有效预防心肌缺血的再次发生以及梗死相关动脉的二次闭塞,但仍有一部分患者术后出现不良心血管事件 (major adverse cardiovascular events, MACE), 影响患者生活质量^[2]。环状 RNA (circRNA) 作为一类特殊的非编码 RNA, 因其稳定的环状结构而在疾病的发生和发展中扮演重要角色, 有研究证实, circRNA 对心血管疾病的发生发展具有重要作用^[3]。近年来, circRNA 轴突导向受体蛋白 2 (ROBO2)、circRNA 溶质载体家族 8 成员 A1 (SLC8A1) 和 circRNA 小脑变性相关蛋白 1 反义转录物 (CDR1as) 在心血管疾病研究中广受关注。研究报道, circRNA ROBO2 在冠状动脉疾病患者中表达上调^[4]。circRNA SLC8A1 已被报道可促进心脏肥厚和心力衰竭, 降低 circRNA SLC8A1 表达可减轻缺血再灌注诱导的心肌细胞凋亡和心肌损伤^[5-6]。circRNA CDR1as 在心脑血管疾病中发挥作用, 其在心肌梗死中的高水平是心肌细胞凋亡的主要原因^[7]。但上述 circRNA 与 PCI 术后 MACE 的关系尚未完全阐明, 基于此, 本研究通过临床研究进一步探讨, 以期对临床该病症治疗提供参考, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择 2020 年 1—12 月新疆克拉玛依市中心医院心血管内科行 PCI 手术的 AMI 患者 140 例作为 AMI 组, 男 74 例, 女 66 例, 年龄 (59.47 ± 7.03) 岁, 体质指数 (BMI) 为 (22.21 ± 1.49) kg/m²。选取同

期健康体检者 140 例作为健康对照组, 其中男 76 例, 女 64 例, 年龄 (59.25 ± 6.81) 岁, BMI (22.28 ± 1.20) kg/m²。2 组一般资料比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。本研究经医院伦理委员会批准 (20191005), 受试者或家属知情同意并签署同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: ①符合 AMI 的诊断标准^[8]; ②具备 PCI 手术指征; ③发病时间 < 12 h; ④临床资料完整。(2) 排除标准: ①患有出血性疾病; ②患有心力衰竭、瓣膜性心脏病等其他心脏疾病; ③患有严重肝肾功能衰竭; ④合并恶性肿瘤; ⑤患有脑血管疾病; ⑥近期服用影响血脂的药物; ⑦精神障碍者。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 临床资料收集: 收集 AMI 患者的性别、年龄、BMI、烟酒史、高血压、糖尿病、心肌梗死部位、疾病类型、冠状动脉病变支数、术中无复流情况、总胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 等。

1.3.2 血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平检测: AMI 组 PCI 术前/健康对照组体检时采集肘静脉血 5 ml, 离心取得上层血清后, 使用 Trizol 试剂 (Beyotime 公司, 上海晶抗生物科技有限公司) 从血清中提取总 RNA, 并采用 PrimeScript RT 试剂盒 [TaKaRa, 宝生物工程 (大连) 有限公司] 利用随机引物将等量的 RNA 进行逆转录。随后, 使用 TB Green® Premix Ex Taq™ II [TaKaRa, TaKaRa (大连) 有限公司] 与 LightCycler® 480 实时荧光定量 PCR (qRT-PCR) 系统 [瑞士 Roche, 罗氏制药 (上海)] 对合成的

cDNA 进行分析。反应条件:95℃ 下初始变性 10 min, 95℃ 30 s 和 58℃ 30 s, 共计 40 个循环, 引物序列见表 1。以 GAPDH 为内参, 通过 $2^{-\Delta\Delta ct}$ 法计算 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 的相对表达水平。

表 1 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 引物序列

Tab. 1 Primer sequences for circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as

指 标	上游引物	下游引物
circRNA ROBO2	5'-AGAAGTCAGAA- ACAGCAGG-3'	5'-GGTGAGATACAA- GTGAAAAT-3'
circRNA SLC8A1	5'-ATTGAAGGCACA- GCCCCAGG-3'	5'-GGTGGGAGACTT- AATCGAAG-3'
circRNA CDR1as	5'-TGTCTCCAGTGT- ACTGGTC-3'	5'-AAGACATGGATT- GTCCGGAA-3'
GAPDH	5'-AAGGCTGTGGGC- AAGGTCATC-3'	5'-GCGTCAAAGGTG- GAGGAGTGG-3'

1.3.3 MACE 判定:PCI 术后对患者随访 1 年, 记录 1 年内发生心肌梗死、恶性心律失常、心力衰竭、心脏骤停、心源性休克和死亡等情况, 并将患者分为 MACE 亚组和非 MACE 亚组。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以频数/构成比 (%) 表示, 2 组比较行 χ^2 检验; Logistic 回归分析 AMI 患者术后发生 MACE 的影响因素; 受试者工作特征 (ROC) 曲线评估血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 对 AMI 患者术后 MACE 的预测价值。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平比较 AMI 组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平均高于健康对照组 ($P < 0.01$), 见表 2。

2.2 2 亚组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平比较 随访 1 年, AMI 组中 MACE 患者有 42 例, 非 MACE 患者有 98 例, MACE 亚组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平均高于非 MACE 亚组 ($P < 0.01$), 见表 3。

2.3 2 亚组临床资料比较 MACE 亚组的冠状动脉病变 ≥ 2 支、术中无复流比例高于非 MACE 亚组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 4。

表 2 健康对照组及 AMI 组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as between healthy control group and AMI group

组 别	例数	circRNA ROBO2	circRNA SLC8A1	circRNA CDR1as
健康对照组	140	1.00±0.19	1.00±0.22	0.99±0.19
AMI 组	140	1.22±0.21	1.30±0.24	1.25±0.20
t 值		9.192	10.903	11.152
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

表 3 非 MACE 亚组及 MACE 亚组血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of serum levels of circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as between non-MACE and MACE subgroups

组 别	例数	circRNA ROBO2	circRNA SLC8A1	circRNA CDR1as
非 MACE 亚组	98	1.14±0.24	1.19±0.23	1.17±0.24
MACE 亚组	42	1.40±0.27	1.56±0.30	1.44±0.28
t 值		5.655	7.935	5.797
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的影响因素 以 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 为因变量(赋值: 是为“1”; 否为“0”), 以上述结果中 $P < 0.05$ 项目为自变量进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示: 冠状动脉病变支数 ≥ 2 支、术中无复流、血清 circRNA ROBO2 高、circRNA SLC8A1 高、circRNA CDR1as 高是 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的危险因素 ($P < 0.01$), 见表 5。

2.5 血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的价值 绘制血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 价值的 ROC 曲线, 并计算曲线下面积 (AUC), 结果显示: circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 及三者联合预测术后 MACE 的 AUC 分别为 0.754、0.749、0.752、0.870, 三者联合预测的 AUC 显著大于三者单独预测 ($Z = 2.660、2.321、2.740, P = 0.008、0.020、0.006$), 见表 6、图 1。

3 讨 论

PCI 手术过程中, 常伴有斑块碎屑的脱落现象, 导致激活血小板, 促使其聚集并形成微血栓, 同时还会引发炎症因子的大量释放, 加剧局部的炎症反应, 导致病情恶化^[9]。炎症因子的过度分泌会对心肌细胞造成直接损伤, 还促使心脏结构的变化, 诱发心力衰竭等

表 4 MACE 亚组与非 MACE 亚组临床资料比较

Tab.4 Comparison of clinical data between MACE subgroups and non-MACE subgroups

项 目		MACE 亚组 (n=42)	非 MACE 亚组 (n=98)	t/χ ² 值	P 值
性别[例(%)]	男	22(52.38)	52(53.06)	0.005	0.941
	女	20(47.62)	46(46.94)		
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)		59.77±6.64	59.34±6.92	0.341	0.734
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)		22.29±1.35	22.17±1.66	0.413	0.680
吸烟[例(%)]		14(33.33)	35(35.71)	0.073	0.787
饮酒[例(%)]		17(40.98)	45(45.92)	0.353	0.552
高血压[例(%)]		12(28.57)	30(30.61)	0.058	0.809
糖尿病[例(%)]		9(21.43)	23(23.47)	0.069	0.792
心肌梗死部位[例(%)]	下后壁	17(40.48)	34(34.69)	0.699	0.705
	前壁	16(38.10)	37(37.76)		
	其他	9(21.43)	27(27.55)		
疾病类型[例(%)]	ST 段抬高型	23(54.76)	47(47.96)	0.544	0.461
	非 ST 段抬高型	19(45.24)	51(52.04)		
冠状动脉病变支数[例(%)]	<2 支	14(33.33)	67(68.37)	14.799	<0.001
	≥2 支	28(66.67)	31(31.63)		
术中无复流[例(%)]		20(47.62)	23(23.47)	8.057	<0.001
TC($\bar{x}\pm s$, mmol/L)		4.88±1.39	4.65±1.18	1.001	0.319
TG($\bar{x}\pm s$, mmol/L)		1.75±0.35	1.77±0.39	0.286	0.775
LDL-C($\bar{x}\pm s$, mmol/L)		2.67±0.59	2.63±0.60	0.363	0.717
HDL-C($\bar{x}\pm s$, mmol/L)		0.99±0.20	1.02±0.27	0.647	0.518

表 5 多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的影响因素

Tab.5 Multivariate Logistic regression analysis of the influencing factors of MACE in AMI patients after PCI

变 量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
冠状动脉病变≥2 支	1.534	0.437	12.330	<0.001	4.639	1.970~10.925
术中无复流	1.552	0.460	11.387	<0.001	4.722	1.917~11.633
circRNA ROBO2 高	1.675	0.514	10.615	<0.001	5.337	1.949~14.616
circRNA SLC8A1 高	1.626	0.530	9.409	<0.002	5.082	1.798~14.361
circRNA CDR1as 高	1.555	0.459	11.474	<0.001	4.734	1.925~11.640

表 6 血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的价值

Tab.6 The value of serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as in predicting MACE after PCI in AMI patients

变 量	最佳截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
circRNA ROBO2	1.34	0.754	0.674~0.823	0.786	0.806	0.592
circRNA SLC8A1	1.47	0.749	0.669~0.818	0.762	0.827	0.588
circRNA CDR1as	1.36	0.752	0.672~0.821	0.762	0.816	0.578
三者联合		0.870	0.803~0.921	0.881	0.816	0.697

严重后果^[10]。

circRNA 在心脏发育和各种病理过程中起关键作用,包括心肌梗死、心肌缺血/再灌注和心力衰竭,研究证实,circRNA ROBO2 通过海绵 miR-186-5p 和调节包含 14 的三联基序(TRIM14)在氧化低密度脂蛋白诱导的心脏微血管内皮细胞损伤中发挥促进作用^[11]。circRNA ROBO2 通过调控 miR-590-3p/SOX4 轴,进一步促进了缺氧条件下心肌细胞的损伤^[12]。研究报道,降低 circRNA ROBO2 的表达能够有效抑制 PDGF-BB

处理后的人主动脉平滑肌细胞的增殖与迁移^[13]。本研究显示,AMI 组血清 circRNA ROBO2 水平显著升高,提示 circRNA ROBO2 表达异常与 AMI 的发生有关,与上述研究报道相似。进一步分析发现,MACE 亚组血清 circRNA ROBO2 水平明显更高,且 circRNA ROBO2 是 AMI 患者术后 MACE 的影响因素,表明血清 circRNA ROBO2 水平可用于评估 PCI 术后 MACE。可能是由于 circRNA ROBO2 过表达通过调控相关信号通路加重 AMI 患者心肌损伤^[11-12],增加术后 MACE

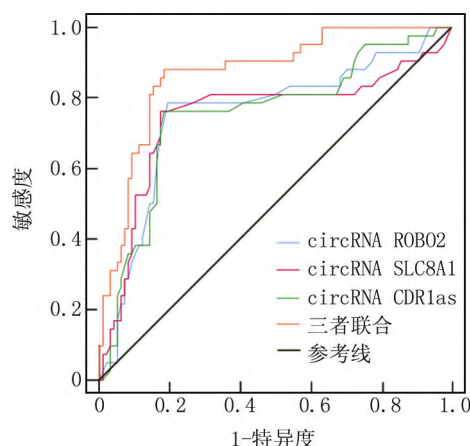


图1 血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 预测 AMI 患者 PCI 术后 MACE 的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curves of serum circRNA ROBO2, circRNA SLC8A1, and circRNA CDR1as predicting MACE after PCI in AMI patients

的风险。

circRNA SLC8A1 源于心律失常相关钠钙交换基因 SLC8A1 的第二个外显子,是心肌细胞中最丰富的 circRNA^[14]。研究发现,外泌体通过释放 circRNA SLC8A1,靶向 miR-214-4p/TEAD1 轴,从而加剧缺氧引起的心肌损伤^[15]。研究发现, circRNA SLC8A1 敲除后可减轻压力超负荷引起的心脏肥大,而 circRNA SLC8A1 在心肌细胞特异性过表达将导致心力衰竭^[16],与上述研究报道相似。本研究观察到,AMI 组血清 circRNA SLC8A1 水平高于健康对照组,提示 circRNA SLC8A1 可能参与 AMI 的病理机制。另外 MACE 亚组血清 circRNA SLC8A1 水平高于非 MACE 亚组,且 circRNA SLC8A1 是术后 MACE 的影响因素,提示 circRNA SLC8A1 的水平变化可能与 PCI 术后 MACE 的发生相关,推测血清 circRNA SLC8A1 水平越高提示 AMI 患者心肌损伤越严重,PCI 术后发生 MACE 的风险就越大。

circRNA CDR1as 与心肌梗死、结直肠癌、肝微管侵袭等多种疾病相关^[17]。circRNA CDR1as 已被发现在 AMI 患者血浆中显著高表达,是一个潜在的诊断标志物^[18]。研究表明, circRNA CDR1as 可能通过间接调控 Caspase-3、Bel-2 和 Bax 的表达,诱导心肌细胞凋亡,从而促进心肌梗死的发生^[19]。研究报道,心肌梗死中 circRNA CDR1as 异常上调会加剧心肌损伤和心脏收缩功能障碍^[20]。本研究发现,AMI 患者血清 circRNA CDR1as 显著升高,表明 circRNA CDR1as 参与 AMI 的发生过程。另外 MACE 亚组血清 circRNA

CDR1as 水平显著上升,且 circRNA CDR1as 是 PCI 术后 MACE 的影响因素,提示 circRNA CDR1as 与 AMI 患者 PCI 术后 MACE 关联密切。

本研究还发现,冠状动脉病变支数 ≥ 2 支和术中无复流是 PCI 术后发生 MACE 的影响因素,提示临床需加强观察上述因素,以减少 MACE 的发生。ROC 曲线进一步分析显示, circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 及三者联合预测术后 MACE 的 AUC 分别为 0.754、0.749、0.752、0.870,提示三者均对 AMI 患者 PCI 术后 MACE 有预测价值,三者联合检测可进一步提高预测效能,临床上应多关注这类指标,用于辅助医师评估 AMI 患者 PCI 术后的预后情况。

综上,AMI 患者血清 circRNA ROBO2、circRNA SLC8A1、circRNA CDR1as 水平显著升高,其水平变化与 PCI 术后 MACE 的发生有关,且三者联合对患者 PCI 术后 MACE 有较好的预测价值。但本研究未监测上述 circRNA 在 PCI 术后的水平变化,且本研究样本量偏小,后续将进一步在大样本的基础上验证本研究结果。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

邵丹:构思课题,研究设计,数据分析,论文撰写与修改;李岩:研究设计,论文审核、修改与终审;张婷:文献调研,数据收集;向海燕:数据整理;封冲:统计学处理,结果分析

参考文献

- [1] 俞奇,王斌,王焱,等. 我国 2002—2016 年间急性心肌梗死死亡趋势分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2019, 23(1): 5-9. DOI: CNKI:SUN:JBKZ.0.2019-01-002.
- [2] Sun LY, Gaudino M, Chen RJ, et al. Long-term outcomes in patients with severely reduced left ventricular ejection fraction undergoing percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting[J]. JAMA Cardiol, 2020, 5(6): 631-641. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.0239.
- [3] Huang S, Li X, Zheng H, et al. Loss of super-enhancer-regulated circRNA nfix induces cardiac regeneration after myocardial infarction in adult mice[J]. Circulation, 2019, 139(25): 2857-2876. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038361.
- [4] Zhao Z, Li X, Gao C, et al. Peripheral blood circular RNA hsa_circ_0124644 can be used as a diagnostic biomarker of coronary artery disease[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 1-9. DOI: 10.1038/srep39918.
- [5] Jahn C, Bar C, Thum T. CircSlc8a1, breaking a vicious circle in cardiac hypertrophy[J]. Cardiovasc Res, 2019, 115(14): 1946-1947. DOI: 10.1093/cvr/cvz147.
- [6] Ruan Z, Yu W, Wang S. CircNCX1/miR-133a: A potential novel biomarker and risk factor predictor for myocardial ischemia-reperfusion injury[J]. Int J Cardiol, 2020, 299(1): 256-271. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.07.014.
- [7] Geng HH, Li R, Su YM, et al. The circular RNA CDR1as promotes

- myocardial infarction by mediating the regulation of miR-7a on its target genes expression[J]. PLoS One, 2016, 11(3): e0151753. DOI:10.1371/journal.pone.0151753.
- [8] 汪道文,曾和松.心血管内科疾病诊疗指南[M].3版.北京:科学出版社,2013:25-26.
- [9] 杨余,卫慧,谭晓,等.血清 CXCR7、SGK1 水平与急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗术后预后不良的关系[J].疑难病杂志, 2024, 23(8): 897-901, 912. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.08.001.
- [10] Ma M, Wu K, Sun T, et al. Impacts of systemic inflammation response index on the prognosis of patients with ischemic heart failure after percutaneous coronary intervention[J]. Front Immunol, 2024, 15(1): 1-13. DOI:10.3389/fimmu.2024.1324890.
- [11] Ye Q, Ju C, Ye Z, et al. Circ_ROBO2/miR-186-5p/TRIM14 axis regulates oxidized low-density lipoprotein-induced cardiac microvascular endothelial cell injury[J]. Regen Ther, 2022, 20(1): 138-146. DOI:10.1016/j.reth.2022.04.005.
- [12] Tan J, Pan W, Chen H, et al. Circ_0124644 serves as a ceRNA for miR-590-3p to promote hypoxia-induced cardiomyocytes injury via regulating SOX4[J]. Front Genet, 2021, 12(1): 1-10. DOI:10.3389/fgene.2021.667724.
- [13] Lin DS, Zhang CY, Li L, et al. Circ_ROBO2/miR-149 axis promotes the proliferation and migration of human aortic smooth muscle cells by activating NF- κ B signaling[J]. Cytogenet Genome Res, 2021, 161(8-9): 414-424. DOI:10.1159/000517294.
- [14] Tan WL, Lim BT, Anene-Nzulu CG, et al. A landscape of circular RNA expression in the human heart[J]. Cardiovasc Res, 2017, 113(3): 298-309. DOI:10.1093/cvr/cvz250.
- [15] Lan Z, Wang T, Zhang L, et al. CircSLC8A1 exacerbates hypoxia-induced myocardial injury via interacting with MiR-214-5p to upregulate TEAD1 expression[J]. Int Heart J, 2022, 63(3): 591-601. DOI:10.1536/ihj.21-547.
- [16] Lim TB, Aliwarga E, Luu TDA, et al. Targeting the highly abundant circular RNA circSlc8a1 in cardiomyocytes attenuates pressure overload induced hypertrophy[J]. Cardiovasc Res, 2019, 115(14): 1998-2007. DOI:10.1093/cvr/cvz130.
- [17] Chen J, Yang J, Fei X, et al. CircRNA ciRS-7: A novel oncogene in multiple cancers[J]. Int J Biol Sci, 2021, 17(1): 379-389. DOI: 10.7150/ijbs.54292.
- [18] 邵丹,李岩,刘晓红. circRNA-CDR1 as 与 AMI 患者并发室性心律失常的相关性[J]. 心血管康复医学杂志, 2023, 32(2): 115-118. DOI:10.3969/j.issn.1008-0074.2023.02.01.
- [19] 张杰,贾丽萍,周辉,等.上调 Cdr1as 表达对急性心肌梗死大鼠心肌细胞凋亡的影响[J]. 郑州大学学报:医学版, 2018, 53(6): 772-775. DOI:10.13705/j.issn.1671-6825.2018.04.004.
- [20] Liu Y, Wang J, Zhao X, et al. CDR1as promotes arrhythmias in myocardial infarction via targeting the NAMPT-NAD pathway[J]. Biomed Pharmacother, 2023, 165(1): 1-7. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.115267.

(收稿日期:2025-01-10)

(上接 655 页)

- [10] Huang L. Increased systemic immune-inflammation index predicts disease severity and functional outcome in acute ischemic stroke patients [J]. Neurologist, 2023, 28(1): 32-38. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000464.
- [11] Dolan E, Li Y, Thijs L, et al. Ambulatory arterial stiffness index: Rationale and methodology[J]. Blood Press Monit, 2006, 11(2): 103-105. DOI:10.1097/01.mbp.0000200478.19046.dd.
- [12] Sahin AA, Ozben B, Sunbul M, et al. The effect of cardiac rehabilitation on blood pressure, and on left atrial and ventricular functions in hypertensive patients [J]. J Clin Ultrasound, 2020. DOI: 10.1002/jcu.22956.
- [13] Tandon A, Grayburn PA. Imaging of low-gradient severe aortic stenosis[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2013, 6(2): 184-195. DOI: 10.1016/j.jcmg.2012.11.005.
- [14] 周湘鸿,蔡建平,刘伟利,等.循环微小 RNA-29b 在高血压左心室肥厚诊断中的价值[J]. 中华内科杂志, 2019, 58(4): 278-281. DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2019.04.008.
- [15] 周亚琼,严鹏,杨怡,等.嗜铬细胞瘤与原发高血压左心室肥厚检出率的差异[J]. 中华高血压杂志, 2021, 29(6): 555-561. DOI: 10.16439/j.issn.1673-7245.2021.06.009.
- [16] Fabiani I, Santoni T, Angelillis M, et al. Growth differentiation factor 15 in severe aortic valve stenosis: Relationship with left ventricular remodeling and frailty[J]. J Clin Med, 2020, 9(9): 2998. DOI: 10.3390/jcm9092998.
- [17] Liu T, Wen H, Li H, et al. Oleic acid attenuates ang II (angiotensin II)-induced cardiac remodeling by inhibiting FGF23 (fibroblast growth factor 23) expression in mice[J]. Hypertension, 2020, 75(3): 680-692. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.14167.
- [18] Dhar A, Leung TM, Appiah-Kubi A, et al. Longitudinal analysis of cardiac abnormalities in pediatric patients with sickle cell anemia and effect of hydroxyurea therapy [J]. Blood Adv, 2021, 5(21): 4406-4412. DOI:10.1182/bloodadvances.2021005076.
- [19] Zhang CL, Hong CD, Wang HL, et al. The role of semaphorins in small vessels of the eye and brain [J]. Pharmacol Res, 2020, 160: 105044. DOI:10.1016/j.phrs.2020.105044.
- [20] 唐杨,王梁谦. 动态动脉硬化指数与老年原发性高血压病患者左心室肥厚及尿微量白蛋白的关系研究[J]. 川北医学院学报, 2016, 31(1): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2016.01.12.
- [21] 钱盼盼,王晓丽,王传庆,等. 老年 H 型高血压患者同型半胱氨酸、尿酸水平及动态动脉硬化指数与左心室肥厚的关系[J]. 中国医师进修杂志, 2019, 42(5): 422-426. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4904.2019.05.011.
- [22] Coplan JD, Rozenboym AV, Fulton SL, et al. Reduced left ventricular dimension and function following early life stress: A thrifty phenotype hypothesis engendering risk for mood and anxiety disorders[J]. Neurobiol Stress, 2017, 8: 202-210. DOI: 10.1016/j.ynstr.2017.01.001.

(收稿日期:2025-01-20)