

· 临床研究 ·

老年急性冠脉综合征患者经皮冠状动脉介入术中无复流现象及相关因素

张庆旭, 朱金彪, 荆宗鹏, 李迪*

(江苏大学附属澳洋医院心血管内科, 江苏 张家港 215600)

【摘要】 **目的** 探讨老年急性冠脉综合征患者经皮冠状动脉介入术(PCI)中无复流现象及相关因素。**方法** 回顾性分析2020年4月至2023年4月510例于江苏大学附属澳洋医院住院并择期行PCI的老年急性冠脉综合征患者的临床资料,依据患者PCI术后是否出现无复流分为无复流组($n=110$)与非无复流组($n=400$)。比较两组基础资料信息及实验室指标差异。通过受试者工作特征(ROC)曲线分析术前狭窄程度、细胞间黏附分子(ICAM-1)、内皮细胞特异性分子-1(ESM-1)预测老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的价值;通过多因素logistic回归分析老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的危险因素。采用SPSS 20.0软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用 t 检验及 χ^2 检验。**结果** 无复流组术前心肌梗死溶栓治疗实验(TIMI)分级 ≤ 2 级、球囊扩张 ≥ 3 次、高血栓负荷、未使用GPIIb/IIIa受体拮抗剂占比显著高于非无复流组,术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1水平显著高于非无复流组,差异有统计学意义($P<0.05$)。对术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1进行ROC分析,其对老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生具有较好的预测价值,且联合预测价值更高,ROC曲线下面积分别为0.869、0.952、0.866、0.980(均 $P<0.05$)。经多因素logistic回归分析证实,术前TIMI分级 ≤ 2 级、球囊扩张 ≥ 3 次、高血栓负荷、未使用GPIIb/IIIa受体拮抗剂、术前狭窄程度 $\geq 89.345\%$ 、ICAM-1 ≥ 3.705 ng/ml、ESM-1 ≥ 5.890 ng/ml是老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的危险因素($P<0.05$)。**结论** 老年急性冠脉综合征患者择期PCI后无复流的发生受到多种因素的影响,且ROC分析证实术前狭窄程度 $\geq 89.345\%$ 、ICAM-1 ≥ 3.705 ng/ml、ESM-1 ≥ 5.890 ng/ml时能够用于无复流发生的预测。

【关键词】 老年人;急性冠脉综合征;经皮冠状动脉介入术;无复流;危险因素

【中图分类号】 R543.3

【文献标志码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2024.07.108

No-reflow during percutaneous coronary intervention and associated factors in elderly patients with acute coronary syndrome

Zhang Qingxu, Zhu Jinbiao, Jing Zongpeng, Li Di*

(Department of Cardiology, Aoyang Hospital Affiliated to Jiangsu University, Zhangjiagang 215600, Jiangsu Province, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the occurrence of no-reflow during percutaneous coronary intervention (PCI) in the elderly patients with acute coronary syndrome (ACS) and identify the associated factors. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 510 elderly ACS patients who underwent PCI in Aoyang Hospital Affiliated to Jiangsu University from April 2020 to April 2023. Based on the occurrence of no-reflow during PCI, the patients were divided into the no-reflow group ($n=110$) and the non-no-reflow group ($n=400$). Differences in baseline characteristics and laboratory indicators between the two groups were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was performed to evaluate the predictive value of preoperative stenosis, intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1), and endothelial cell-specific molecule-1 (ESM-1) for the occurrence of no-reflow during PCI in the elderly ACS patients, and multivariable logistic regression analysis was conducted to identify the associated risk factors. SPSS statistics 20.0 was used for statistical analysis. Data comparison between two groups was performed using t test or χ^2 test depending on the data type. **Results** The proportion of preoperative thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) grade ≤ 2 , balloon dilation ≥ 3 times, high thrombus burden, and non-usage of GPIIb/IIIa receptor antagonists was significantly higher in the no-reflow group than in the non-no-reflow group. Preoperative stenosis degree, ICAM-1, and ESM-1 levels were significantly higher in the no-reflow group

收稿日期: 2023-07-10; 接受日期: 2023-08-07

基金项目: 江苏大学临床医学科技发展基金(JLY2021100)

通信作者: 李迪, E-mail: 403581498@qq.com

than in the non-no-reflow group, with statistical significance ($P < 0.05$). ROC curve analysis of preoperative stenosis degree, ICAM-1, and ESM-1 showed good predictive value for the occurrence of no-reflow during PCI in the elderly ACS patients, and the combined predictive value was even higher, with a respective area under the curve of 0.869, 0.952, 0.866, and 0.980 ($P < 0.05$ for all). Multivariable logistic regression analysis confirmed that preoperative TIMI grade ≤ 2 , balloon dilation ≥ 3 times, high thrombus burden, non-usage of GPIIb/IIIa receptor antagonists, pre-stenosis degree $\geq 89.345\%$, ICAM-1 ≥ 3.705 ng/ml, and ESM-1 ≥ 5.890 ng/ml were risk factors of the occurrence of no-reflow during PCI in the elderly ACS patients. **Conclusion** The occurrence of no-reflow in the elderly patients with acute coronary syndrome during elective PCI was influenced by various factors, and ROC analysis confirmed that preoperative stenosis $\geq 89.345\%$, ICAM-1 ≥ 3.705 ng/ml, and ESM-1 ≥ 5.890 ng/ml could be used to predict the occurrence of no-reflow.

【Key words】 aged; acute coronary syndrome; percutaneous coronary intervention; no-reflow; risk factors

This work was supported by the Clinical Medicine Science and Technology Development Fund of Jiangsu University (JLY2021100).

Corresponding author: Li Di, E-mail: 403581498@qq.com

急性冠脉综合征分为急性ST段抬高与急性非ST段抬高型心肌梗死以及不稳定型心绞痛,此病多见于老年群体,若积极采取有效的治疗方式则能缓解患者症状,降低病死率,改善患者预后^[1,2]。现阶段,临床治疗此病的常用方案为经皮冠状动脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI),但临床研究发现部分患者经PCI治疗后可出现无复流现象,将大大增加不良心血管事件的发生风险,对患者预后产生不利影响^[3,4]。本次研究开展回顾性分析,寻找老年急性冠脉综合征患者PCI治疗后无复流发生的影响因素,期望为此类患者的治疗及预后改善提供帮助。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2020年4月至2023年4月于江苏大学附属澳洋医院住院并择期行PCI的510例老年急性冠脉综合征患者的临床资料。依据PCI后是否出现无复流分为无复流组与非无复流组。患者了解研究目的、方法后同意并签署知情同意书。本研究获得医院伦理委员会审批,医学伦理号:202003-AY00218。

纳入标准:(1)患者入院后均参照相关^[5]确诊;(2)年龄 ≥ 60 岁;(3)均择期行PCI。排除标准:(1)临床资料信息缺失;(2)合并恶性肿瘤;(3)合并严重肝肾功能异常;(4)既往有PCI治疗史;(5)合并血液或免疫系统疾病。无复流评估标准:PCI后依据心肌梗死溶栓治疗实验(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)分级评估^[6],TIMI分级 ≤ 2 级时判定存在无复流。

1.2 方法

1.2.1 资料信息收集 收集患者围术期各项临床

资料信息,包括性别、年龄、既往病史、有无吸烟史、有无饮酒史、疾病类型、治疗方式、病变部位、发病时间、术前TIMI分级、病变血管数、球囊扩张次数、术前狭窄程度、支架数量、是否高血栓负荷、是否使用GPIIb/IIIa受体拮抗剂。

1.2.2 实验室指标检测 患者均在PCI前取空腹外周静脉血3ml,检测总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、细胞间黏附分子(intercellular adhesion molecule-1, ICAM-1)、内皮细胞特异性分子-1(endothelial cell specific molecule-1, ESM-1)、肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)、肌酸激酶同工酶MB(creatine kinase isoenzyme MB, CK-MB)含量。

1.3 统计学处理

采用SPSS 20.0统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料用例数(百分率)表示,采用 χ^2 检验。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1预测PCI后无复流发生的价值;采用多因素非条件logistic逐步回归分析老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的单因素分析

两组术前TIMI分级、球囊扩张次数、是否高血栓负荷、是否使用GPIIb/IIIa受体拮抗剂以及术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1水平比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);其他指标比较,差异无统计学意义(表1)。

表 1 老年急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of no-reflow after PCI in elderly patients with acute coronary syndrome

Factor	No-reflow group (n = 110)	Non-no-reflow group (n = 400)	χ^2/t	P value
Gender[n(%)]			0.014	0.906
Male	59(53.64)	212(53.00)		
Female	51(46.36)	188(47.00)		
Age(years, $\bar{x}\pm s$)	66.87±4.13	67.54±4.26	1.470	0.142
Past medical history[n(%)]				
Hypertension	35(31.82)	114(28.50)	0.459	0.498
Diabetes mellitus	23(20.91)	81(20.25)	0.023	0.879
Hyperlipidemia	21(19.09)	79(19.75)	0.024	0.877
Smoking history	61(55.45)	220(55.00)	0.007	0.932
Drinking history	68(61.82)	238(59.50)	0.193	0.660
Disease mellitus type[n(%)]			1.919	0.383
Acute ST elevation myocardial infarction	66(60.00)	251(62.75)		
Acute non-ST elevation myocardial infarction	25(22.73)	100(25.00)		
Unstable angina pectoris	19(19.27)	49(12.25)		
Direct PCI[n(%)]				
Acute ST elevation myocardial infarction	29(26.36)	126(31.50)	1.076	0.300
Acute non-ST elevation myocardial infarction	17(15.45)	46(11.50)	1.246	0.264
Unstable angina pectoris	6(5.45)	25(6.25)	0.096	0.757
Indirect PCI[n(%)]				
Acute ST elevation myocardial infarction	33(30.00)	129(32.25)	0.202	0.654
Acute non-ST elevation myocardial infarction	16(14.55)	46(11.50)	0.749	0.387
Unstable angina pectoris	9(8.18)	28(7.00)	0.179	0.672
Lesion site[n(%)]			0.847	0.655
Left anterior descending branch	51(46.36)	180(45.00)		
Left circumflex branch	19(17.27)	58(14.50)		
Right coronary artery	40(36.36)	162(40.50)		
Onset time(h, $\bar{x}\pm s$)	12.07±2.32	12.10±2.19	0.126	0.900
Preoperative TIMI grading ≤ 2 [n(%)]	62(56.36)	137(34.25)	17.731	0.000
Number of diseased vessels[n(%)]			0.023	0.880
Single	82(74.55)	301(75.25)		
Multiple	28(25.45)	99(24.75)		
Balloon dilation[n(%)]			12.648	0.000
≥ 3 times	52(47.27)	117(29.25)		
< 3 times	58(52.73)	283(70.75)		
Preoperative stenosis(% , $\bar{x}\pm s$)	91.46±3.45	86.47±2.49	17.011	0.000
Number of supports(branch, $\bar{x}\pm s$)	1.45±0.54	1.48±0.51	0.539	0.590
High thrombotic load[n(%)]	38(34.55)	21(5.25)	72.376	0.000
GPIIb/IIIa receptor antagonists were usage[n(%)]	55(50.00)	343(85.75)	64.339	0.000
TC(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.74±0.63	1.80±0.67	0.842	0.400
TG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	4.27±1.00	4.19±0.94	0.780	0.436
ICAM-1(ng/ml, $\bar{x}\pm s$)	4.16±0.59	3.02±0.41	23.289	0.000
ESM-1(ng/ml, $\bar{x}\pm s$)	6.27±1.74	4.23±0.80	17.652	0.000
cTnI(μ g/L, $\bar{x}\pm s$)	11.51±2.97	11.42±2.88	0.288	0.773
CK-MB(U/L, $\bar{x}\pm s$)	115.08±20.44	116.10±20.73	0.458	0.647

PCI: percutaneous coronary intervention; TIMI: thrombolysis in myocardial infarction; TC: total cholesterol; TG: triglyceride; ICAM-1: intercellular adhesion molecule-1; ESM-1: endothelial cell specific molecule-1; cTnI: cardiac troponin I; CK-MB: creatine kinase isoenzyme MB.

2.2 术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1 对老年急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的预测价值

对术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1 进行 ROC 曲线分析,结果显示,当术前狭窄为 89.345%时,预测老年急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的曲线下面积为 0.869,灵敏度为 70.00%,特异度为 88.20%(95%CI 0.829~0.909;P=0.000);当 ICAM-1 为 3.705 ng/ml 时,预测老年急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的曲线下面积为 0.952,灵敏度为 80.00%,特异度为 95.50%(95%CI 0.927~0.977;P=0.000);当 ESM-1 为 5.890 ng/ml 时,预测老年

急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的曲线下面积为 0.866,灵敏度为 70.00%,特异度为 98.80%(95%CI 0.814~0.918;P=0.000;图 1)。

2.3 多因素 logistic 回归分析老年急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的危险因素

行量化赋值(表 2)后经多因素 logistic 回归分析证实,术前 TIMI 分级 ≤ 2 级、球囊扩张 ≥ 3 次、高血栓负荷、未使用 GPIIb/IIIa 受体拮抗剂、术前狭窄程度 $\geq 89.345\%$ 、ICAM-1 ≥ 3.705 ng/ml、ESM-1 ≥ 5.890 ng/ml 是老年急性冠脉综合征患者 PCI 后无复流发生的危险因素(P<0.05;表 3)。

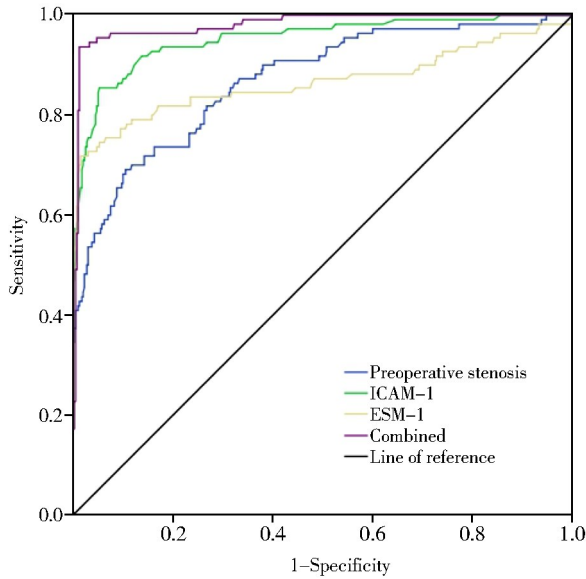


图1 术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1单独及联合预测老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的ROC曲线

Figure 1 ROC curve of preoperative stenosis degree, ICAM-1, ESM-1 alone and in combination predicting no reflow after PCI in elderly patients with acute coronary syndrome
 ICAM-1; intercellular adhesion molecule-1; ESM-1; endothelial cell specific molecule-1; PCI; percutaneous coronary intervention; ROC; receiver operating characteristic.

表2 量化赋值表

Table 2 Quantization assignment table

Variable	Quantization assignment
Preoperative TIMI grading	X1 ≤Level 2=1, >Level 2=0
Balloon dilatation	X2 ≥3 times=0, <3 times=0
High thrombotic load	X3 Yes=1, No=0
GPIIb/IIIa receptor antagonists usage	X4 No=1, Yes=0
Preoperative stenosis	X5 ≥89.345%=1, <89.345%=0
ICAM-1	X6 ≥3.705 ng/ml=1, <3.705 ng/ml=0
ESM-1	X7 ≥5.890 ng/ml=1, <5.890 ng/ml=0
No-reflow	Y Yes=1, No=0

TIMI; thrombolysis in myocardial infarction; ICAM-1; intercellular adhesion molecule-1; ESM-1; endothelial cell specific molecule-1.

表3 多因素 logistic 回归分析老年急性冠脉综合征患者PCI后无复流发生的危险因素

Table 3 Multivariate logistic regression analysis of risk factors of no-reflow after PCI in elderly patients with acute coronary syndrome

Variable	OR	B	SE	Wald χ^2	95%CI	P value
Preoperative TIMI grading	3.874	1.354	0.454	8.897	1.591-9.433	0.003
Balloon dilatation	3.609	1.283	0.468	7.530	1.443-9.026	0.006
High thrombotic load	1.925	0.654	0.232	7.950	1.221-3.035	0.005
GPIIb/IIIa receptor antagonists were usage	4.985	1.606	0.505	10.123	1.853-13.411	0.001
Preoperative stenosis	2.942	1.079	0.532	4.122	1.038-8.339	0.042
ICAM-1	2.149	0.765	0.291	6.913	1.215-3.801	0.009
ESM-1	3.775	1.328	0.583	5.191	1.204-11.836	0.023

PCI; percutaneous coronary intervention; TIMI; thrombolysis in myocardial infarction; ICAM-1; intercellular adhesion molecule-1; ESM-1; endothelial cell specific molecule-1.

3 讨论

PCI 是临床治疗急性冠脉综合征的常见方式,其临床治疗效果已受到国内外众多临床医师的认可^[7,8]。然而无复流作为 PCI 后的常见并发症,可导致心力衰竭等不良事件的发生,在影响 PCI 治疗效果的同时也危及患者生命安全^[9]。

本研究结果显示,510 例老年急性冠脉综合征患者择期 PCI 后出现无复流患者 110 例(21.57%),可见患者择期 PCI 后具有较高的无复流发生风险,临床应尽早识别,进而采取适当的干预措施改善预后。曾令泽等^[10]也指出及早发现并对无复流进行治疗可减少心血管不良事件的发生。同时本研究证实术前 TIMI 分级 ≤2 级、球囊扩张 ≥3 次、高血栓负荷、未使用 GPIIb/IIIa 受体拮抗剂以及高术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1 是患者 PCI 后无复流发生的危险因素。本研究分析具体原因如下。(1)PCI 中会置入球囊以确保支架的顺利植入,但球囊扩张后会导致血管中的胆固醇结晶与血栓破碎,破碎后形成的纤维碎片或微栓子可导致远端的微循环栓塞,同时血栓破碎还会导致血栓素 A₂、5-羟色胺形成,促使血管痉挛,导致冠状动脉的组织灌注异常,故球囊扩张次数多将增加无复流风险。(2)高血栓负荷出现会导致 PCI 治疗时冠状动脉栓子脱落,导致微血管形成栓塞,促使无复流的发生。国外学者 Claeyss 等^[11]也指出冠状动脉远端毛细血管血栓充斥过 50%时可导致心肌灌注出现不可逆降低,与本研究结果相互佐证。(3)GPIIb/IIIa 受体拮抗剂具有改善微血管内皮功能,纠正微循环障碍的作用,还能够阻断纤维蛋白元与 GPIIb/IIIa 受体结合,抑制微循环血栓的形成,故未使用 GPIIb/IIIa 受体拮抗剂的患者无复流的风险增加。(4)ICAM-1 与动脉粥样硬化斑块的稳定性关系密切,能够参与至炎症的反应中,而 ESM-1 可参与至内皮功能紊乱的过程中,因此本研究对其表达进行观察,其中 ICAM-1 通常

黏附于内皮细胞表面,受到炎症刺激后异常上升,对内皮细胞造成损伤,形成内皮细胞功能障碍,ESM-1可对细胞的黏附与迁移产生影响,还能参与至内皮细胞的活化与新生中,受炎症反应的影响其水平上升,此时内皮细胞功能受影响。在既往的报道中已有学者指出炎症反应、内皮细胞功能异常是导致无复流发生的病理因素^[12,13],与本研究结果相互佐证。

本研究还发现术前狭窄程度、ICAM-1、ESM-1不仅是PCI后无复流的危险因素,术前狭窄程度 $\geq 89.345\%$ 、ICAM-1 ≥ 3.705 ng/ml、ESM-1 ≥ 5.890 ng/ml时还可用于无复流的预测,因此后续在此类患者的治疗可通过监测上述指标识别无复流的高危群体,值得关注的是目前临床尚无ICAM-1、ESM-1快速床旁检测试剂盒,将影响其在急诊PCI患者中的应用。李庆军等^[14]也指出术前狭窄程度、术前TIMI分级将影响PCI治疗后无复流的发生,与本研究结果存在一定相似。同时国外学者Rao等^[15]也指出高血压、血脂异常、吸烟、高血栓负荷等是急性冠脉综合征患者PCI后无复流的影响因素,但本研究中两组患者高血压、高血脂及吸烟史占比未见明显差异,分析原因可能与研究对象存在地域差异或其研究中存在非老年群体有关。

综上,老年急性冠脉综合征患者择期PCI治疗后有较高的无复流发生风险,且无复流的发生受到诸多因素影响。另外,本研究仍存在一定缺陷,如仅对老年住院患者择期行PCI后无复流的影响因素进行分析,对于非老年患者的影响因素以及老年与非老年群体无复流发生率、影响因素的差别尚不清晰,这也可作为课题组后续研究的方向之一。

【参考文献】

[1] 祁子钊, 裴淼涵, 徐颖, 等. 游离三碘甲状腺原氨酸和游离甲状腺素比值与急性冠脉综合征患者使用对比剂后的急性肾损伤的相关性[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2023, 22(4): 246-250. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.04.051.

[2] Bergmark BA, Mathenge N, Merlini PA, et al. Acute coronary syndromes[J]. Lancet, 2022, 399(10332): 1347-1358. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)02391-6.

[3] 刘婷, 潘文旭, 何云, 等. 术前D-二聚体联合检测活化部分凝血活酶时间对急性冠脉综合征急诊PCI术中慢/无复流现象的预测价值[J]. 第三军医大学学报, 2019, 41(20): 58-60. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201908090.

[4] 王紫监, 陈敏, 张海洋, 等. 左西孟旦治疗急性冠脉综合征

PCI手术后无复流伴发心衰的临床效果观察[J]. 山东医药, 2021, 61(23): 58-60. DOI: 10.3969/j.issn.1002-266X.2021.23.014.

[5] 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会心血管病学分会, 中华医学会检验医学分会. 急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南[J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(4): 397-404. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2016.04.002.

[6] 洪涛. 冠状动脉TIMI血流分级[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2003, 11(3): 154-154.

[7] Bahit MC, Vora AN, Li Z, et al. Apixaban or warfarin and aspirin or placebo after acute coronary syndrome or percutaneous coronary intervention in patients with atrial fibrillation and prior stroke; a post hoc analysis from the AUGUSTUS trial[J]. JAMA Cardiol, 2022, 7(7): 682-689. DOI: 10.1001/jamacardio.2022.1166.

[8] Adel SMH, Jorfi F, Mombeini H, et al. Effect of a low dose of empagliflozin on short-term outcomes in type 2 diabetics with acute coronary syndrome after percutaneous coronary intervention[J]. Saudi Med J, 2022, 43(5): 458-464. DOI: 10.15537/smj.2022.43.5.20220018.

[9] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2021.04.023.

[10] 曾令泽, 陈媛, 吴胤松, 等. 急性冠状动脉综合征患者PCI术后冠脉无复流机制及治疗进展[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13(9): 1148-1149. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2021.09.35.

[11] Claeys MJ, Bosmans J, Ceuninck MD, et al. Effect of intracoronary adenosine infusion during coronary intervention on myocardial reperfusion injury in patients with acute myocardial infarction[J]. Am J Cardiol, 2004, 94(1): 9-13. DOI: 10.1016/j.amjcard.2004.03.021.

[12] Gong X, Lei X, Huang Z, et al. D-dimer level predicts angiographic no-reflow phenomenon after percutaneous coronary intervention within 2-7 days of symptom onset in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2020, 14(4): 728-734. DOI: 10.1007/s12265-020-09991-6.

[13] Baysal SS, Koc S. Oxidant-antioxidant balance in patients with coronary slow flow[J]. Pak J Med Sci, 2019, 35(3): 786-792. DOI: 10.12669/pjms.35.3.162.

[14] 李庆军, 吴庆法, 冯明瑞, 等. 急性冠脉综合征经皮冠脉介入治疗后无复流现象及支架内再狭窄的危险因素分析[J]. 中国临床研究, 2017, 30(5): 635-639. DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2017.05.015.

[15] Rao S, Bhardwaj R, Negi PC, et al. No reflow phenomenon in CAD patients after percutaneous coronary intervention; a prospective hospital based observational study[J]. Indian Heart J, 2023, 75(2): 156-159. DOI: 10.1016/j.ihj.2023.02.002.