

急诊 PCI 术后发生无复流与术前患者 PLA 值和肾功能变化的关系

王功旭¹ 朱诗苗²

[摘要] 目的:探讨术前血小板-白细胞聚集体(platelet-leukocyte aggregates, PLA)、肾功能与 ST 段抬高型急性心肌梗死(ST-segment elevation acute myocardial infarction, STEMI)患者行急诊经皮冠状动脉介入手术(percutaneous coronary intervention, PCI)后发生无复流的关系。方法:选取我院既往急诊 PCI 治疗术后出现心肌无复流患者 68 例作为无复流组,同期急诊 PCI 治疗术后心肌灌注恢复正常的患者 130 例作为对照组;查阅 2 组患者的年龄、性别、合并疾病、PCI 介入治疗相关资料,采用 logistic 回归分析法探讨术前 PLA 值、肾功能与急诊 PCI 术后无复流的关系。结果:无复流组和对照组的血清三酰甘油(TG)、收缩压(SBP)、起病至 PCI 时间、病变血管支数、植入支架数、植入支架长度比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);无复流组的术前 PLA 测定值为 $(68.21 \pm 9.42)\%$,高于对照组的 $(54.50 \pm 8.77)\%$,无复流组患者的估算的肾小球滤过率为 (94.51 ± 15.20) mL/(min · 1.73 m²),低于对照组的 (103.75 ± 18.17) mL/(min · 1.73 m²),差异均有统计学意义($P < 0.05$);logistic 回归模型结果显示: TG 升高、起病至 PCI 时间间隔长、术前 PLA 增高、估算的肾小球滤过率降低是 STEMI 患者 PCI 术后出现无复流的独立危险因素危险($P < 0.05$)。结论:影响 STEMI 患者 PCI 术后出现无复流的危险因素有多种,术前 PLA 增高、肾功能受损是 STEMI 患者 PCI 术后无复流的风险因素。

[关键词] 血小板-白细胞聚集体;肾功能;ST 段抬高型急性心肌梗死;急诊经皮冠状动脉介入手术;无复流
DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.04.007
[中图分类号] R541.4 **[文献标志码]** A

Relation between non-reflow after emergency PCI and changes in PLA values and renal function in patients before surgery

WANG Gongxu¹ ZHU Shimiao²

(¹Department of Emergency, Affiliated Hospital of Xiangnan University, Chenzhou, Hunan, 423000, China; ²Department of Rehabilitation, Affiliated Hospital of Xiangnan University)
Corresponding author: ZHU Shimiao, E-mail: shijing100314@sina.com

Abstract Objective: To investigate the relationship between preoperative platelet-leukocyte aggregates (PLA), renal function, and ST-segment elevation acute myocardial infarction (STEMI) in patients undergoing emergency percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods:** Selected 68 patients with myocardial no-reflow after emergency PCI treatment in our hospital (non-reflow group) and 130 patients with normal myocardial perfusion after emergency PCI treatment during the same period as control group; The data of gender, comorbidities, and PCI interventional treatment were analyzed by logistic regression analysis to investigate the relationship between preoperative PLA value, renal function, and no regurgitation after emergency PCI. **Results:** The serum TG, SBP, the time from onset to PCI, the number of diseased vessels, the number of implanted stents, and the length of implanted stents in the non-reflow group and the control group were significantly different ($P < 0.05$); The preoperative PLA value in the non-reflow group was $(68.21 \pm 9.42)\%$, higher than that in the control group $(54.50 \pm 8.77)\%$, and the estimated glomerular filtration rate in the non-reflow group was (94.51 ± 15.20) mL/(min · 1.73 m²), lower than that in the control group (103.75 ± 18.17) mL/(min · 1.73 m²), with statistical significance ($P < 0.05$); The results of logistic regression model showed that the increase of TG, the long time interval from onset to PCI, the increase of preoperative PLA and the decrease of estimated glomerular filtration rate were independent risk factors for non-reflow in STEMI patients after PCI ($P < 0.05$). **Conclusion:** There are many risk factors that affect the occurrence of non-reflow in STEMI patients after PCI. The increase of preoperative PLA and the impairment of renal function are the risk factors of non-reflow in STEMI patients after PCI.

Key words platelet-leukocyte aggregates; renal function; ST-segment elevation acute myocardial infarction; emergency percutaneous coronary intervention; no reflow

¹湘南学院附属医院急诊科(湖南郴州,423000)

²湘南学院附属医院康复科

通信作者:朱诗苗,E-mail:shijing100314@sina.com

以经皮冠状动脉介入手术(percutaneous coronary intervention, PCI)治疗的再灌注疗法是治疗 ST 段抬高型急性心肌梗死(ST-segment elevation acute myocardial infarction, STEMI)、恢复病灶血流供应的最重要治疗措施^[1-2]。但有研究报道^[3]即使施行 PCI 治疗仍有 5%~30% 的患者发生心肌无复流现象(myocardial no-reflow, MNR),可促进梗死面积进一步扩展,降低左室功能,是发生不良心血管事件的主要高危因素。故研究 PCI 术后 MNR 的危险因素,对其机制的深入研究并为防治 PCI 术后 MNR 提供重要的思路。有研究^[4]报道炎症-血栓机制是参与 MNR 的重要机制之一。血小板-白细胞聚集体(platelet-leukocyte aggregates, PLA)是炎症或血栓超负荷状态下,诱导白细胞趋化及血小板活化,活化的血小板和白细胞相互作用形成聚合体,是反映炎症或血栓疾病进展程度的敏感指标^[5-7]。最新报道^[8]表明 PLA 水平升高与急性心肌梗死不良预后密切相关。目前关于 PLA 与 MNR 发生机制的关系尚未完全阐明,故本研究选取我院既往急诊 PCI 治疗的 STEMI 患者,对比分析无复流组和血流恢复正常组患者临床特征和相关生物学标志物水平的差异,并经 logistic 回归确定 PCI 术后发生 MNR 的独立危险因素。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取我院既往急诊 PCI 治疗术后出现心肌无复流患者 68 例为无复流组,并以同期急诊 PCI 手术治疗术后心肌灌注恢复正常的患者 130 例作为对照组,研究对象入院时间为 2020 年 7 月—2022 年 1 月,纳入标准:① STEMI 患者的诊断标准参考美国心脏病协会(ACA)/美国心脏病学会(AHA)制定的诊断标准^[9];② 患者经冠状动脉造影、心电图(STEMI 早期心电图表现为 ST 段弓背向上抬高(呈单向曲线)伴或不伴病理性 Q 波、R 波减低)等检查确诊;③ 心肌酶学检查发现均高于正常水平;④ 起病至 PCI 时间间隔 < 12 h,在我院急诊科实施急诊 PCI 治疗;⑤ 冠状动脉无复流判断标准为:采用心肌梗死溶栓治疗临床试验(TIMI)、校正的 TIMI 帧数(cTFC)和心肌呈色分级(MBG)标准进行评价,患者 PCI 术后在没有解剖性狭窄及血管痉挛的情况下,血流 TIMI 分级 ≤ 2 或血流 TIMI 分级为 3 级但是 MBG 分级标准 ≤ 2 级。排除标准:① 多支冠状动脉实施 PCI 手术;② 恶性肿瘤;③ 脏瓣膜疾病;④ 左室射血分数 < 50%;⑤ 急慢性感染性疾病。

无复流组患者男 38 例,女 30 例;年龄 48~76 岁,平均(63.2±7.2)岁;体质指数(BMI)(23.9±2.2) kg/m²。对照组患者男 83 例,女 47 例;年龄 45~79 岁,平均(61.8±10.0)岁;BMI(23.7±

2.4) kg/m²。2 组患者的年龄、性别、BMI 测定值比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 检测及手术方法 PLA 检测:患者在行 PCI 术前取空腹静脉血 5 mL,用多聚甲醛固定后加入含有 FITC 标记的 CD42a 抗体、PE 标记的 CD45 抗体,溶红细胞混匀后采用离心机以 3 000 r/min 速率离心 10 min 后,弃上清液后用流式细胞仪(FACSCalibur 型, Becton Dickinson 公司)检测。PLA(%)=(CD45 和 CD42a 双阳性颗粒白细胞/CD45 阳性颗粒白细胞)×100%。

肾小球滤过率测定方法采取患者肘部静脉血 5 mL,用自动化生物化学免疫分析仪(Ci 16200, Abbott, USA)测量血清肌酐值。估算的肾小球滤过率(eGFR)=a(血清肌酐值/b)^c×(0.993)^{年龄}。

急诊 PCI 方法:所有 STEMI 患者均于入院后即刻口服阿司匹林肠溶片(300 mg/片)300 mg、硫酸氢氯吡格雷(75 mg/片)300 mg 后立刻转入心导管室。患者取仰卧位,常规消毒穿刺点皮肤,建立静脉通道,做好术前准备,穿刺右桡动脉作为手术通路。利用 5F 或 6F 动脉鞘管(Cordis 公司,美国)进行选择冠状动脉造影确定梗死相关动脉。由血栓负荷情况决定是否应用抽吸导管(Diver CE, Invatec)抽吸血栓。依据梗死相关动脉冠状动脉造影狭窄程度决定是否通过球囊扩张开通狭窄血管。若需球囊扩张,则先用导丝通过闭塞病变,然后球囊迅速跟进;再通后若出现血压下降、房室阻滞、心率减慢等情况,立即扩张球囊堵闭,堵闭后若血压、心率及节律恢复,再抽瘪球囊恢复心肌供血;若再次发生上述现象,则再次重复上述过程,直至心率、血压波动最小。过程中避免球囊移动。球囊扩张后置入支架,再选择性地再进行后扩。无须球囊扩张的冠状动脉则直接置入支架。PCI 术中静脉给予普通肝素 3 000~10 000 IU,必要时给予血小板糖蛋白 II b/III a 受体抑制剂。术中密切监测患者心律、心率、血压、有创血压监测、心排量等指标。过程中若患者出现室颤,立即对患者行电除颤;若出现心力衰竭或休克,立即进行抗心衰抗休克处理。

1.2.2 一般资料的收集 统计分析 2 组的年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、血清三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、起病至 PCI 时间、病变血管支数、病变血管、植入支架数、植入支架长度、术前 PLA、eGFR。

1.3 统计学方法

统计分析采用 SPSS 21.0 软件,2 组 BMI、

DBP、TC、HDL-C、LDL-C、FPG、HbA1c等计量指标采用 $\bar{X} \pm S$ 表示,2组间比较采用独立样本 t 检验;性别、冠状动脉病变分布血管等计数资料比较采用 χ^2 检验;多因素分析采用logistic回归分析法;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 无复流组与对照组的一般资料、PCI相关参数比较

无复流组和对照组的年龄、性别、BMI、DBP、TC、HDL-C、LDL-C、FPG、HbA1c对比,差异无统

计学意义($P > 0.05$);无复流组和对照组的血清TG、SBP比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表1。

2.2 无复流组与对照组的冠状动脉病变及介入治疗情况比较

无复流组和对照组的起病至PCI时间、病变血管支数、植入支架数、植入支架长度比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);无复流组患者的病变血管分布情况与对照组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);见表2。

表1 无复流组与对照组的一般资料与PCI相关参数比较

一般资料与PCI相关参数	无复流组($n=68$)	对照组($n=130$)	t/χ^2	$\bar{X} \pm S$ P
年龄/岁	63.20 \pm 7.20	61.80 \pm 10.00	1.023	0.307
性别/例(%)			1.191	0.275
男	38(55.88)	83(63.85)		
女	30(44.12)	47(36.15)		
BMI/(kg/m ²)	23.90 \pm 2.20	23.70 \pm 2.40	0.573	0.568
SBP/mmHg ^{a)}	125.90 \pm 8.60	121.00 \pm 7.30	4.214	<0.001
DBP/mmHg	74.10 \pm 6.30	73.00 \pm 7.50	1.033	0.303
TG/(mmol/L)	2.11 \pm 0.38	1.90 \pm 0.30	4.258	<0.001
TC/(mmol/L)	4.96 \pm 0.71	4.82 \pm 0.78	1.236	0.218
HDL-C/(mmol/L)	0.98 \pm 0.14	1.02 \pm 0.20	-1.471	0.143
LDL-C/(mmol/L)	3.12 \pm 0.58	3.05 \pm 0.60	0.788	0.431
FPG/(mmol/L)	6.41 \pm 0.85	6.29 \pm 0.90	0.908	0.365
HbA1c/%	6.30 \pm 0.77	6.16 \pm 0.75	1.236	0.218

注:^{a)}1 mmHg=0.133 kPa。

表2 无复流组与对照组的冠状动脉病变及介入治疗情况比较

病变及介入治疗情况	无复流组($n=68$)	对照组($n=130$)	t/χ^2	$\bar{X} \pm S$,例(%) P
起病至PCI时间/h	7.40 \pm 2.41	6.58 \pm 1.89	2.631	0.009
病变血管支数/支	1.94 \pm 0.50	1.71 \pm 0.47	3.199	0.002
病变血管			1.515	0.469
左前降支	36(52.94)	62(47.69)		
左回旋支	8(11.76)	24(18.46)		
右冠状动脉	24(35.29)	44(33.85)		
植入支架数/个	1.61 \pm 0.31	1.52 \pm 0.28	2.069	0.040
植入支架长度/mm	23.16 \pm 4.30	21.91 \pm 3.95	2.051	0.042

2.3 无复流组与对照组的术前PLA、eGFR比较

无复流组的术前PLA高于对照组,eGFR低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表3。

2.4 多因素结果

以STEMI患者PCI术后是否出现无复流作为因变量,结果2.1及2.2中差异有统计学意义的TG、SBP、起病至PCI时间、病变血管支数、植入支架数、植入支架长度、术前PLA、eGFR作为自变量建立logistic回归模型,结果显示:TG升高、起病至PCI时间延长、术前PLA增高、eGFR降低是STEMI患者PCI术后出现无复流的独立危险因

素($P < 0.05$),见表4。

表3 无复流组与对照组的术前PLA、eGFR比较

组别	例数	术前PLA /%	eGFR/ (mL/min/1.73 m ²)	$\bar{X} \pm S$ P
无复流组	68	68.21 \pm 9.42	94.51 \pm 15.20	
对照组	130	54.50 \pm 8.77	103.75 \pm 18.17	
t		10.181	-3.587	
P		<0.001	<0.001	

表 4 logistic 回归模型结果

参数	β	SE	Walds χ^2	P	OR	95%CI
SBP	0.661	0.486	1.850	0.201	1.937	0.747~5.021
TG	0.391	0.173	5.108	0.032	1.478	1.053~2.075
起病至 PCI 时间	0.527	0.244	4.665	0.048	1.694	1.050~2.733
病变血管支数	1.130	0.895	1.594	0.288	3.096	0.536~17.889
植入支架数	0.774	0.693	1.247	0.412	2.168	0.558~8.434
植入支架长度	0.618	0.594	1.082	0.443	1.855	0.579~5.943
术前 PLA	0.829	0.360	5.303	0.028	2.291	1.131~4.639
eGFR	-0.581	0.261	4.955	0.039	0.559	0.335~0.933

3 讨论

STEMI 是以心电图呈现典型的 ST 段抬高且血清心肌坏死标志物浓度随疾病进展动态演变的一类急性心肌梗死^[10-11]。临床上典型症状为缺血性胸痛,时间可持续超过 20 min,若患者在发病初期几日内无明显好转,可能进展为急性左心衰竭,表现为呼吸困难、咳嗽、发绀等进而发生静脉怒张、水肿等右心衰竭的表现,严重威胁患者的生命安全^[12-13]。临床相关指南推荐 STEMI 发病 12 h 以内或伴有新发的左束支传导阻滞及伴有心源性休克或心力衰竭的患者不管发病时间是否超过 12 h,直接行 PCI 以开通心外膜阻塞的冠状动脉血管是治疗的首选^[14-15]。但心外膜阻塞血管的开通并不代表心肌灌注的恢复,部分患者 PCI 术后仍表现为心肌灌注不足,即心肌无复流(MNR)。关于 PCI 术后 MNR 影响因素的研究目前报道并不少但结论并不一致,确定 MNR 危险因素是提高 STEMI 患者治疗有效率的关键。有研究表明^[16]MNR 的发生机制可能与心肌内皮细胞损伤、炎症反应、氧化应激反应及血小板和白细胞阻塞微血管致微栓塞等有关。

肾功能不全是心血管疾病的等危症,作为心血管疾病的独立危险因素^[17]。估算肾小球滤过率(eGFR)是临床上常选用的评估肾功能的可靠指标,eGFR 越低,心血管疾病发病率越高^[18-19]。本研究结果显示,无复流组的术前 eGFR 低于对照组,这与 Saji 等^[20]发现肾功能不全是 PCI 术后出现造影剂肾病的独立危险因素的结论基本一致。与郑瑜等^[21]通过将纳入 286 例行 PCI 的 STEMI 患者,根据是否发生肾损伤分为 2 组,发现术后无复流/慢血流是发生肾损伤的独立危险因素的结论一致。其原因可能是,STEMI 以动脉粥样硬化为主要病理性改变,参与该机制包括:氧化应激、内皮细胞功能障碍和血管炎性损伤等。有研究报道^[22]血管氧化应激是 STEMI 患者发生 MNR 现象的重要因素。Brankovic 等^[23]发现肾功能不全致心肌缺血再灌注时血清氧化应激标志物水平显著升高。由此可推测,eGFR 下降可能通过加重炎症或氧化

应激反应诱导 MNR 的发生。另外本研究经单因素和 logistic 回归均发现 TG 升高、起病至 PCI 时间延长是 PCI 术后 MNR 发生的独立危险因素,可能与 TG 参与动脉粥样硬化过程加剧 STEMI 氧化应激和炎症损伤长度有关,而起病至 PCI 时间延长更为疾病进展提供条件。提示,及时确诊并行 PCI 减轻 STEMI 病情的同时,能降低术后 MNR 发生率。

MNR 发生机制复杂,其中炎症-血栓机制是重要的机制之一。PLA 是促进冠状动脉微血栓和冠状动脉内皮细胞炎症反应的重要物质,是活化的血小板与白细胞的聚集体,可反映血小板活化状态^[24]。本研究结果显示,单因素分析无复流组的术前 PLA 高于对照组且 logistic 回归确定,术前 PLA 升高是 PCI 术后发生 MNR 的独立危险因素。有研究^[25]通过应用证实糖蛋白 II b/III a 受体拮抗剂抑制 PLA 形成,结果发现可显著降低急性心肌梗死患者 PCI 术后 MNR 的发生率。说明 PLA 在 MNR 发生机制中的重要作用,其促进 MNR 发生机制可能是通过促进组织因子/炎症因子释放以诱发外源性凝血途径致动脉微血栓或血管内皮细胞的炎症反应进而诱发 MNR 的发生。

综上所述,影响 STEMI 患者 PCI 术后出现无复流的危险因素有多种,术前 PLA 增高将会增大、肾功能受损会增大患者无复流的风险。既往文献仅研究患者血管/血压因素对术后 MNR 的影响,如罪犯血管闭塞情况、分叉病变情况、TIMI 血流分级、术前收缩压等,未综合考虑血脂、肾功能、血管病变情况、微血栓指标等因素的影响,本研究综合分析 PG、SBP、起病至 PCI 时间、病变血管支数、植入支架数、植入支架长度、PLA、eGFR 等对 PCI 术后 MNR 发生率的影响并确定 MNR 的独立危险因素,研究内容全面,结论更可靠,为其防治提供研究思路。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Wang HY, Mo R, Guan CD, et al. Establishing the optimal duration of DAPT following PCI in high-risk

- TWILIGHT-like patients with acute coronary syndrome[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2022, 99(1): 98-113.
- [2] Feistritz HJ, Jobs A, de Waha-Thiele S, et al. Multivessel versus culprit-only PCI in STEMI patients with multivessel disease: meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clin Res Cardiol*, 2020, 109(11): 1381-1391.
- [3] Li FL. Relationship between estimated glomerular filtration rate and myocardial no-reflow in patients with acute ST-elevation myocardial infarction [J]. *China Med Abstr Intern Med*, 2017, 34(1): 49.
- [4] Zipperle J, Altenburger K, Ponschab M, et al. Potential role of platelet-leukocyte aggregation in trauma-induced coagulopathy: Ex vivo findings[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2017, 82(5): 921-926.
- [5] Vakili H, Shirazi M, Charkhkar M, et al. Correlation of platelet-to-lymphocyte ratio and neutrophil-to-lymphocyte ratio with thrombolysis in myocardial infarction frame count in ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Eur J Clin Invest*, 2017, 47(4): 322-327.
- [6] 马婷, 马靖雯, 美丽娜, 等. 犬急性冠脉闭塞后血小板白细胞聚集体变化特点实验研究[J]. *新疆医科大学学报*, 2021, 44(9): 989-993.
- [7] 孙冰莲, 胡雅娟, 靳伟, 等. 血栓弹力图参数联合血小板-白细胞聚集体检测对急性脑梗死患者早期神经功能恶化及预后的预测价值[J]. *实用医院临床杂志*, 2022, 19(2): 26-29.
- [8] Furio E, Garcia-Fuster MJ, Redon J, et al. CX3CR1/CX3CL1 axis mediates platelet-leukocyte adhesion to arterial endothelium in younger patients with a history of idiopathic deep vein thrombosis[J]. *Thromb Haemost*, 2018, 118(3): 562-571.
- [9] 蒋世亮, 季晓平, 张运. 美国心脏病学会和美国心脏病协会发布关于 ST 段抬高型急性心肌梗死治疗指南(2004 年修订版)[J]. *中华医学杂志*, 2005, 85(1): 62-64.
- [10] 李雪, 陈燕宏, 赵中江, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 预后影响因素的研究进展[J]. *海南医学*, 2021, 32(1): 107-111.
- [11] Volpe M, Patrono C. The increased mortality of STEMI patients without risk factors supports the need for evidence-based pharmacotherapy irrespective of perceived low risk[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(24): 2329-2330.
- [12] 孙冰, 王海昌, 孙冬冬. 急性 ST 段抬高型心肌梗死溶栓治疗的最新进展[J]. *心脏杂志*, 2020, 32(1): 93-98.
- [13] 徐慧慧, 谢艳辉, 宋恒良, 等. PCSK9 抑制剂对急性 ST 段抬高型心肌梗死 PCI 术后的微循环功能及左心室重构的影响[J]. *临床心血管病杂志*, 2022, 38(1): 22-28.
- [14] 张乃今, 孙兆青, 于彤彤, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死经心脏磁共振诊断新发心包积液的临床特点及危险因素分析[J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(8): 705-709.
- [15] 陈晓敏, 葛广豪, 曹华, 等. 冠脉内逆向应用重组人尿激酶原溶栓联合 PCI 对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者预后的临床研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2022, 38(6): 489-494.
- [16] 王勇, 周东晖, 金元哲. 后扩张在老年急性 ST 段抬高型心肌梗死行急诊经皮冠状动脉介入治疗中的临床应用[J]. *中国心血管病研究*, 2019, 17(5): 408-410, 415.
- [17] 布楠, 郑文, 赵冠棋, 等. 慢性肾功能不全对 ST 段抬高型心肌梗死合并多支血管病变的临床预后影响[J]. *心肺血管病杂志*, 2020, 39(7): 776-780.
- [18] 吴强, 卢春晓, 陈强华, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗后急性肾损伤的预测因素[J]. *海南医学*, 2022, 33(11): 1387-1390.
- [19] 苏昱润, 潘晨亮, 彭瑜, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者行直接经皮冠状动脉介入治疗后并发对比剂诱导的急性肾损伤的危险因素分析[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(3): 245-250.
- [20] Saji KY, Namiuchi S, Sugie T, et al. Irreversible deterioration of estimated glomerular filtration rate in patients with acute myocardial infarction after primary percutaneous coronary intervention[J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2017, 32(4): 318-324.
- [21] 郑瑜, 李树仁, 刘肖, 等. ST 段抬高型心肌梗死患者直接经皮冠状动脉介入治疗术后发生急性肾损伤的相关性分析[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2020, 28(5): 257-263.
- [22] 李其华, 易秋艳, 徐广纳, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者直接经皮冠状动脉介入术中发生慢/无复流的危险因素分析和风险预测模型构建[J]. *海南医学*, 2023, 34(2): 176-180.
- [23] Brankovic M, Kardys I, van den Berg V, et al. Evolution of renal function and predictive value of serial renal assessments among patients with acute coronary syndrome: BIOMArCS study[J]. *Int J Cardiol*, 2020, 299: 12-19.
- [24] 崔冬, 黄亚华, 刘智坚, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗术中采用球囊缓慢撤压方法预防无复流和慢血流现象的作用研究[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2022, 30(6): 435-439.
- [25] 郑士航, 张飞飞, 高曼, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后无复流的研究进展[J]. *国际心血管病杂志*, 2022, 49(1): 32-35.

(收稿日期: 2022-12-26)