比伐卢定联合前列地尔对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后心肌血流灌注、血液学参数及预后影响

李胜蓝，王科程，张 鑫，汤祥瑞*
（汉中三二〇一医院心血管内科，陕西汉中 723000）

摘要：目的 探究比伐卢定联合前列地尔对急性 ST 段抬高型心肌梗死（ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI）患者经皮冠状动脉介入治疗（percutaneous coronary intervention，PCI）术后心肌血流灌注、血液学参数及预后的影响。**方法** 选取 2021 年 1 月至 2024 年 11 月我院收治的急性 STEMI 患者 294 例，按简单排序随机法分为对照 A 组（比伐卢定）、B 组（肝素＋前列地尔）及观察组（比伐卢定＋前列地尔），每组 98 例。比较 3 组术前、术后 10 min 心肌梗死溶栓试验（thrombolysis in myocardial infarction，TIMI）血流分级、术后校正的 TIMI 血流帧数（corrected TIMI flow frame count，CTFC）及无复流现象；术前及术后 3 d 血清白介素（interleukin，IL）-6、肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor，TNF）-α、C 反应蛋白（C-reactive protein，CRP）及血液学参数水平；统计 3 组 PCI 术后 30 d 内主要心脏不良事件（major adverse cardiac event，MACE）发生情况。**结果** 术后，观察组 TIMI 3 级发生率高于对照组（$P < 0.05$），CTFC、无复流现象发生率低于对照组（$P < 0.05$）。术后 3 d，3 组血清 IL-6、TNF-α、CRP、中性粒细胞 / 淋巴细胞比值、中性粒细胞、平均血小板体积及平均血小板体积 / 淋巴细胞比值水平低于术前，淋巴细胞高于术前（$P < 0.05$），且观察组上述指标水平均优于对照组（$P < 0.05$）。术后 30 d，观察组 MACE 发生率低于对照组（$P < 0.05$）。**结论** 比伐卢定联合前列地尔能降低急性 STEMI 患者 PCI 术后炎症反应，改善心肌血流灌注，减少 MACE。

关键词：比伐卢定；前列地尔；急性 ST 段抬高型心肌梗死；经皮冠状动脉介入治疗
中图分类号：R542.2 ＋ 2　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-9188(2025)05-0476-007
引用：李胜蓝, 王科程, 张鑫, 等. 比伐卢定联合前列地尔对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后心肌血流灌注、血液学参数及预后影响[J]. 世界临床药物, 2025, 46(5): 476-482. DOI：10.13683/j.wph.2025.05.009

The effects of bivalirudin combined with alprostadil on myocardial blood perfusion, hematological parameters and prognosis in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction after PCI

LI Shenglan, WANG Kecheng, ZHANG Xin, TANG Xiangrui*
(*Department of Cardiovascular, Hanzhong 3201 Hospital, Hanzhong 723000, Shaanxi Province, China*)

Abstract: ***Objective*** To explore the effect of bivalirudin combined with alprostadil on myocardial blood perfusion, hematological parameters and prognosis in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction(STEMI) after percutaneous coronary intervention(PCI). ***Methods*** A total of 294 patients with acute STEMI admitted to our hospital from January 2021 to November 2024 were selected and divided into control group A(treated with bivalirudin), control group B(treated with heparin＋alprostadil), and observation group(treated with bivalirudin＋alprostadil) according to the random number table method, with 98 cases in each group. The thrombolysis in myocardial infarction test(TIMI) blood flow classification, corrected TIMI flow frame count(CTFC) after surgery, and the rate of no-reflow phenomenon were

收稿日期：2025-03-12
作者简介：李胜蓝，住院医师，研究方向：心血管疾病诊治。
通信作者：汤祥瑞，主任医师，研究方向：心血管疾病诊治。

compared before and 10 minutes after the operation among the three groups. The levels of serum interleukin (IL)-6, tumor necrosis factor (TNF)-α, C-reactive protein (CRP), and hematological parameters in the three groups before and 3 days after the operation were compared. The occurrence of major adverse cardiac event (MACE) within 30 days after PCI in the three groups was statistically analyzed. ***Results*** After the operation, the incidence of TIMI grade 3 in the observation group was higher than that in the control group ($P<0.05$), and the incidences of CTFC and the rate of no-reflow phenomenon were lower than those in the control group ($P<0.05$). Three days after the operation, the levels of serum IL-6, TNF-α, CRP, the ratio of neutrophil/lymphocyte, neutrophils, mean platelet volume, and the ratio of mean platelet volume/lymphocyte in the three groups were lower than those before the operation, while lymphocytes were higher than those before the operation ($P<0.05$), and ($P<0.05$). At 30 days after the operation, the incidence of MACE in the observation group was lower than that in the control group ($P<0.05$). ***Conclusion*** Bivalirudin combined with alprostadil can reduce the inflammatory response in patients with acute STEMI undergoing PCI, improve myocardial blood perfusion, and reduce the occurrence of postoperative MACE.

Key words: bivalirudin; alprostadil; acute ST-segment elevation myocardial infarction; percutaneous coronary intervention

经皮冠状动脉介入治疗（percutaneous coronary intervention，PCI）是急性 ST 段抬高型心肌梗死（ST-segment elevation myocardial infarction，STEMI）的重要治疗手段，但部分 PCI 术后患者存在无复流现象，这与冠状动脉微循环障碍有关[1—2]，故抗凝是 PCI 中的重要环节。

比伐卢定作为一种直接凝血酶抑制剂，其相关出血风险较低[3]，但既往对其在 STEMI 中的应用效果存在争议。与肝素相比，比伐卢定可能增加急性支架内血栓发生风险[4]，两种抗凝药物在平衡缺血与出血风险方面的优劣尚未明确[5]。前列地尔作为一种前列腺素 E_1 衍生物，具有扩血管、抗炎及改善微循环等作用[6—7]，但关于其在 PCI 中辅助治疗效果的研究不多。部分研究[8]支持肝素联合前列地尔可减少无复流现象，亦有学者认为该方案获益有限，可能与剂量、给药时机或人群选择相关[9]。

目前，比伐卢定与前列地尔协同效应相关研究较少。比伐卢定短效抗凝特性是否与前列地尔微循环保护作用形成互补，以及可能因药效学差异导致潜在风险，均缺乏循证依据。基于此，现于 PCI 术后急性 STEMI 患者中应用比伐卢定联合前列地尔，旨在从心肌血流灌注、血液学参数及预后等多方面分析联合用药的效果，具体报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取我院 2021 年 1 月至 2024 年 11 月收治的急性 STEMI 患者为研究对象，本研究经医院伦理委员会审核批准（LLSC-KYLW-2021-19），所有患者及其家属均知情同意。

采用多个样本率推算样本量法[10]，以 $n_1=n_2=n_3=2\lambda/\left(2\sin^{-1}\sqrt{p_{max}}-2\sin^{-1}\sqrt{p_{min}}\right)^2$ 计算，其中 n 为每组所需样本量，以术后心肌梗死溶栓试验（thrombolysis in myocardial infarction，TIMI）血流分级 3 级获得率为主要指标，经过预调查，预期 TIMI 血流分级 3 级获得率为 70% ～ 92%，$p_{max}=0.92$，$p_{min}=0.70$，$\alpha=0.05$，$\beta=0.10$，$\lambda=12.65$，计算出 $n_1=n_2=n_3=80$，按 15% 失访率计，每组至少需 93 例，3 组至少 279 例。

纳入标准：①符合急性 STEMI 诊断标准[11]。②具备 PCI 手术指征。③基础心功能美国纽约心脏病学会（New York Heart Association，NYHA）分级Ⅰ～Ⅱ级。排除标准：①术前 48 h 内曾服用抗凝药物，或 3 个月内规律服用抗凝药物治疗。②活动性出血或近 3 个月内存出血事件或出血倾向。③严重

高血压且未得到控制。④肝素导致的获得性血小板减少者。⑤妊娠期、哺乳期、月经期及有生育计划者。⑥存在主动脉夹层、心包炎、心内膜炎可疑症状。⑦过敏体质。⑧恶性肿瘤。⑨对本研究用药存在使用禁忌。⑩重要脏器功能不全。

1.2 方法

以简单排序随机法的数字表法将受试者进行分组，每组 98 例。将 294 例患者编号，由随机数字表中的任一位置开始，并按照由左至右、由上至下的方式，选择随机数字，其中 1 ～ 98 号为观察组、99 ～ 196 号为对照 A 组，197 ～ 294 号为对照 B 组。

PCI 术前，3 组均予口服阿司匹林、氯吡格雷 300 mg，后均行常规 PCI 术。

对照 A 组：采用比伐卢定（0.25 g，深圳信立泰药业股份有限公司，201014）抗凝，比伐卢定 0.75 mg/kg 静脉滴注，每小时 1.75 mg/kg 维持至术后 4 h。

对照 B 组：采用肝素（2 mL/12 500 U，国药集团容生制药有限公司，201127）联合前列地尔（30 μg，北京赛升药业股份有限公司，201005）抗凝，肝素 100 IU/kg 静脉滴注，根据活化凝血时间适量补充肝素用量，术中维持活化凝血时间 250 ～ 300 s；在术前 30 min 采用前列地尔 20 μg ＋ 10 mL 0.9% 氯化钠注射液静脉推注，术后前列地尔 20 μg ＋ 100 mL 0.9% 氯化钠注射液静脉滴注，术后持续应用 7 d。

观察组：采用比伐卢定联合前列地尔抗凝，比伐卢定 0.75 mg/kg 静脉滴注，每小时 1.75 mg/kg 维持至术后 4 h；在术前 30 min 采用前列地尔 20 μg ＋ 10 mL 0.9% 氯化钠注射液静脉推注，术后前列地尔 20 μg ＋ 100 mL 0.9% 氯化钠注射液静脉滴注，术后持续应用 7 d。

术后，3 组均予以长期口服阿司匹林（一日 100 mg）、氯吡格雷（一日 75 mg）或替格瑞洛（一日 2 次，每次 90 mg），并常规给予他汀类药物。治疗终点为 PCI 术后 30 d。

1.3 观察指标

1.3.1 主要指标

TIMI 血流分级 3 级获得率。于术前及术后 10 min 统计 TIMI 血流分级，其中 0 级为无灌注，1 级为渗透而无灌注，2 级为部分灌注，3 级为完全灌注[12]。记录术后校正的 TIMI 血流帧数（corrected TIMI flow frame count，CTFC）情况。TIMI 血流分级 3 级获得率计算公式为 $R_a = n_a/n_{tot} \times 100\%$，式中：$R_a$ 为 TIMI 血流分级 3 级获得率，n_a 为术后 TIMI 血流分级 3 级例数，n_{tot} 为总例数。

1.3.2 次要指标

血清炎症因子、血液学参数反预后情况为次要指标。PCI 术前、术后 3 d 采集晨空腹外周血 8 mL，采用博科 BK-EL10A 多功能酶标仪（山东博冠生物技术有限公司）及酶联免疫吸附试剂盒（上海恒远生物科技有限公司）测定血清肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor，TNF）-α、C 反应蛋白（C-reactive protein，CRP）及白介素（interleukin，IL）-6 水平；全自动血细胞分析仪（德国 Sys-mex，XE-5000 型）检测中性粒细胞、淋巴细胞、平均血小板体积（meam platelet volume，MPV），并计算中性粒细胞 / 淋巴细胞比值（neutrophil/lymphocyte ratio，NLR）、MPV/ 淋巴细胞比值（mean platelet volume/ lymphocyte ratio，MPVLR）。记录 PCI 术后 30 d 内主要心脏不良事件（major adverse cardiac event，MACE）发生情况。

1.4 统计学方法

通过 EXCEL2017 创建数据库，双人查对录入数据。采用 SPSS23.0 软件进行统计学分析，经检验计量资料均服从正态分布，以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示，多组间比较采用单因素方差分析，组间两两比较 LSD-t 检验；计数资料以 n(%) 表示，行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

3 组年龄、体质量指数、性别、合并高血压、合并糖尿病（diabetic mellitus，DM）、合并高血脂、病变血管和血管狭窄等一般资料比较，差异无统计学意义（$P > 0.05$），具有可比性，见表 1。

2.2 心肌血流灌注指标

术前，3 组 TIMI 0 ～ 3 级分布的差异无统计学意义（$P > 0.05$）。术后，3 组均无 TIMI 0 ～ 2 级患者，观察组 TIMI 3 级发生率高于对照 A 组及对照 B 组，CTFC 和无复流发生率低于对照 A 组及对照 B 组（$P < 0.05$），见表 2。

2.3 血清炎症因子

术前，3 组血清炎症因子比较，差异无统计学意义（$P > 0.05$）。术后 3 d，3 组血清 IL-6、TNF-α 及 CRP 水平均较术前降低，且观察组低于对照 A 组及对照 B 组（$P < 0.05$），见表 3。

2.4 血液学参数水平

术前，3 组中性粒细胞、淋巴细胞、NLR、MPV 及 MPVLR 比较，差异无统计学意义（$P > 0.05$）。术后 3 d，3 组中性粒细胞、NLR、MPV 及 MPVLR 均较术前降低（$P < 0.05$），淋巴细胞均较术前升高（$P < 0.05$），观察组中性粒细胞、NLR、MPV、MPVLR 低于对照 A 组及对照 B 组（$P < 0.05$），淋巴细胞均高于对照 A 组及对照 B 组（$P < 0.05$），见表 4。

2.5 MACE 发生情况

术后 30 d，观察组 MACE 发生率低于对照 A

表 1 3 组一般资料比较

Table 1 Comparison of baseline characteristics among the three groups

项目	观察组（n=98）	对照A组（n=98）	对照B组（n=98）	$F/H/\chi^2$值	P值
年龄/岁	56.25±5.38	55.72±5.67	57.23±6.21	1.731	0.179
体质量指数/kg·m^{-2}	22.36±3.25	21.98±3.46	22.65±3.92	0.876	0.418
性别（男/女）/n（%）	80（81.63）/18（18.37）	82（83.67）/16（16.33）	79（80.61）/19（19.39）	0.322	0.851
合并高血压/n（%）	47（47.96）	45（45.92）	48（48.98）	0.191	0.909
合并DM/n（%）	14（14.29）	13（13.27）	15（15.31）	0.167	0.920
合并高血脂/n（%）	11（11.22）	12（12.24）	14（14.29）	0.433	0.805
病变血管（单支/双支/三支）/n（%）	17（17.35）/40（40.82）/41（41.84）	16（16.33）/42（42.86）/40(40.82)	15（15.31）/45（45.92）/38（38.78）	2.411	0.299
血管狭窄（中度/重度）/n（%）	65（66.33）/33（33.67）	59（60.20）/39（39.80）	64（65.31）34/（34.69）	0.915	0.633

表 2 3 组心肌血流灌注指标比较

Table 2 Comparison of myocardial blood perfusion indexes among the three groups

组别	术前			术后		
	TIMI 0～1级/n（%）	TIMI 2级/n（%）	TIMI 3级/n（%）	TIMI 3级/n（%）	CTFC/帧	无复流现象/n（%）
观察组（n=98）	77（78.57）	14（14.29）	7（7.14）	90（91.84）^{ab}	20.85±4.32^{ab}	8（8.16）^{ab}
对照A组（n=98）	80（81.63）	12（12.24）	6（6.12）	78（79.59）	24.67±5.06	20（20.41）
对照B组（n=98）	78（79.59）	16（16.33）	4（4.08）	80（81.63）	22.87±3.52^{a}	18（18.37）
χ^2/F值		1.455		6.391	18.952	6.391
P值		0.835		0.041	＜0.001	0.041

注：与对照 A 组相比，$^{a}P < 0.05$；与对照 B 组相比，$^{b}P < 0.05$。

Note: vs. the control group A, $^{a}P < 0.05$; vs. the control group B, $^{b}P < 0.05$.

组及对照 B 组（$P < 0.05$），见表 5。

3 讨论

PCI 为有创操作，导管与血管内皮表面接触会激活凝血系统，故围术期为血栓高发时期[13—14]。抗凝药物的选择需权衡抗凝与出血风险，由于抗凝机制及点位的不同，不同抗凝药物抗凝效果、出血风险各有不同。比伐卢定半衰期短、不被血小板第 4 因子抑制，可直接抑制凝血酶发挥抗凝作用。近年多项研究[15—16]已验证比伐卢定在 PCI 中具有良好的抗凝效果，且出血风险小。

表 5 3 组 MACE 发生情况比较［n(%)］

Table 5 Comparison of MACE occurrence among the three groups［n(%)］

组别	心力衰竭	心绞痛	心源性猝死	再发心肌梗死	总发生率
观察组（n=98）	3(3.06)	3(3.06)	0(0.00)	0(0.00)	6(6.12)[ab]
对照A组（n=98）	8(8.16)	9(9.18)	0(0.00)	0(0.00)	17(17.35)
对照B组（n=98）	6(6.12)	9(9.18)	0(0.00)	0(0.00)	15(15.31)
χ^2值					6.226
P值					0.044

注：与对照 A 组相比，[a]$P < 0.05$；与对照 B 组相比，[b]$P < 0.05$。

Note: vs. the control group A, [a]$P < 0.05$; vs. the control group B, [b]$P < 0.05$.

表 3 3 组血清炎症因子比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 3 Comparison of serum inflammatory factors among the three groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	IL-6/ng·L^{-1}		TNF-α/ng·L^{-1}		CRP/mg·L^{-1}	
	术前	术后3 d	术前	术后3 d	术前	术后3 d
观察组（n=98）	20.56±4.22	6.57±1.06[abc]	18.52±3.12	4.32±1.06[abc]	44.25±6.32	8.65±1.78[abc]
对照A组（n=98）	21.54±4.85	10.35±2.07[c]	17.69±2.98	7.68±1.25[c]	45.27±5.89	13.58±2.06[c]
对照B组（n=98）	20.89±4.38	8.62±1.59[ac]	18.21±3.06	6.05±1.12[ac]	44.79±5.92	10.26±1.92[ac]
F值	1.208	132.639	1.848	210.641	0.698	167.416
P值	0.300	＜0.001	0.159	＜0.001	0.498	＜0.001

注：与对照 A 组相比，[a]$P < 0.05$；与对照 B 组相比，[b]$P < 0.05$；与术前相比，[c]$P < 0.05$。

Note: vs. the control group A, [a]$P < 0.05$; vs. the control group B, [b]$P < 0.05$; vs. before the operation, [c]$P < 0.05$.

表 4 3 组血液学参数水平比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 4 Comparison of hematological parameters among the three groups（$\bar{x}\pm s$）

项目	时间	观察组（n=98）	对照A组（n=98）	对照B组（n=98）	F值	P值
中性粒细胞/×10^9·L^{-1}	术前	12.74±1.12	12.73±1.10	12.61±1.09	0.421	0.657
	术后3 d	12.39±1.08[abc]	11.74±1.35[c]	11.46±1.14[c]	15.606	0.000
淋巴细胞/×10^9·L^{-1}	术前	5.21±1.28	4.91±1.19	5.03±1.33	1.390	0.251
	术后3 d	7.12±1.78[abc]	5.63±1.26[c]	5.94±1.41[c]	26.945	0.000
NLR	术前	2.57±0.58	2.74±0.67	2.65±0.61	1.837	0.161
	术后3 d	1.84±0.45[abc]	2.15±0.39[c]	2.01±0.41[ac]	13.555	0.000
MPV/fL	术前	25.88±7.17	24.74±7.22	25.19±8.18	0.569	0.567
	术后3 d	21.71±9.09[abc]	19.39±5.58[c]	19.29±5.07[ac]	3.952	0.020
MPVLR	术前	4.96±0.57	5.05±0.82	4.98±0.73	0.429	0.652
	术后3 d	3.02±0.59[abc]	3.42±0.48[c]	3.25±0.41[ac]	15.870	0.000

注：与对照 A 组相比，[a]$P < 0.05$；与对照 B 组相比，[b]$P < 0.05$；与术前相比，[c]$P < 0.05$。

Note: vs. the control group A, [a]$P < 0.05$; vs. the control group B, [b]$P < 0.05$; vs. before the operation, [c]$P < 0.05$.

PCI 术虽可帮助患者解除梗死动脉、促进心外膜冠状动脉血流恢复，但仍有少部分 TIMI 3 级血流患者心肌组织水平再灌注不良，微循环仍受阻[17—18]。杨乐[19]提出，前列地尔可显著改善急性心肌梗死患者 PCI 后的 TIMI 分级。本研究中，术后观察组 TIMI 3 级发生率高于对照 A 组及对照 B 组，CTFC 和无复流发生率低于对照 A 组及对照 B 组，证实联合用药存在疗效优势。推测因比伐卢定通过抑制凝血酶活性，减少术中血栓负荷，降低微循环栓塞风险；前列地尔可扩张全身血管，尤能改善狭窄病变血管的血液供应，抑制血小板聚集，改善红细胞变形能力，抑制炎症反应，预防血管粥样斑块进程，并改善微循环灌注[20]。比伐卢定与前列地尔联合应用作用于不同靶点可能协同增效，从而减少无复流现象，改善心肌血流灌注。

引发 PCI 术后冠状动脉微循环障碍的因素包括再灌注损伤、微循环结构及功能破坏等，上述因素均与炎症反应密切相关[21]。IL-6、TNF-α 及 CRP 均为炎症因子，可促进自由基大量释放，造成心肌损伤。研究[22]显示，前列腺素 E_1 可降低 IL-6、IL-8 水平，保护心脏。前列地尔可明显改善 PCI 术后患者缺血心肌微循环[23]。朱英翠等[24]提出，与肝素相比，比伐卢定能更好改善急性 STEMI 患者 PCI 术中炎症反应。本研究中，术后观察组血清 IL-6、TNF-α 及 CRP 水平低于对照 A 组及对照 B 组，表明比伐卢定联合前列地尔可减轻炎症反应。分析其作用机制为比伐卢定通过可逆性抑制凝血酶活性抑制纤维蛋白形成、血小板活化，从而降低血栓负荷对血管内皮的机械损伤，减少白细胞浸润及炎症因子；前列地尔可扩张冠状动脉，增加其血流量，改善微循环，减少缺血再灌注损伤引发的补体激活和炎性细胞浸润，并能降低脂质过氧化反应，从而减少 IL-6 及 TNF-α 等炎症因子释放[25]。联合治疗可能通过“抗凝＋微循环保护”双重机制进一步降低 IL-6、TNF-α 及 CRP 水平，减轻术后炎症反应。

研究[26]显示，NLR、MPVLR 可预测 PCI 术后 MACE。何俊华等[27]发现，PCI 术后短期内 NLR、MPVLR 与血管再通情况及患者预后密切相关。本研究中，观察组术后 NLR、MPVLR 明显低于对照 A 组及对照 B 组，且术后 30 d MACE 发生率较低。分析可能是比伐卢定可抑制凝血酶所介导的炎症反应，减少中性粒细胞数量，并具有抑制血小板活化及聚集作用，同时前列地尔可激活腺苷酸环化酶，抑制中性粒细胞的趋化、黏附过程，且可通过抑制血小板聚集、改善微循环等作用，避免血小板过度活化；联合用药具有相互协同、相互促进作用，进一步降低 NLR、MPVLR 水平。研究[28]显示，前列地尔可降低血液黏稠度，抑制中性粒细胞活化，减少炎症反应对血管内皮的损伤，从而间接改善血液流变学指标，有助改善微循环及患者预后。此外，比伐卢定通过优化抗凝减少围术期血栓事件亦有助于降低 30 d 内 MACE 发生率。

4 结论

综上所述，比伐卢定联合前列地尔能减轻急性 STEMI 患者 PCI 术后炎症反应，改善心肌血流灌注，减少术后 MACE。但本研究仅分析术后短期预后情况，有待延长随访时间进一步观察远期预后，未来期待展开更多深入研究。

参考文献：

[1] 王静, 刘树凯, 张丽, 等. 急性ST段抬高型心肌梗死经皮冠状动脉介入术后患者发生心肌微循环灌注障碍的影响因素分析及风险预测模型的构建[J]. 中国心血管病研究, 2024, 22(6): 543-548.

[2] 伍逸轩, 陈磊, 任燕飞, 等. 冠状动脉造影微循环阻力指数对急性ST段抬高型心肌梗死患者急诊PCI术后预后的评估价值[J]. 医用生物力学, 2024, 39(2): 346-354.

[3] ELENDU C, AMAECHI DC, ELENDU TC, *et al*. Comprehensive review of ST-segment elevation myocardial infarction: understanding pathophysiology, diagnostic strategies, and current treatment approaches[J]. Medicine(Baltimore), 2023, 102(43): e35687.

[4] National Guideline Centre(UK). Evidence review for antithrombin therapy in adults with ST-segment elevation myocardial infarction intended for primary percutaneous

coronary intervention: acute coronary syndromes[M]//NICE Evidence Reviews Collection. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE), 2020.

[5] VAN'T HOF A, GIANNINI F, TEN BERG J, *et al*. ST-segment resolution with bivalirudin versus heparin and routine glycoprotein Ⅱb/Ⅲa inhibitors started in the ambulance in ST-segment elevation myocardial infarction patients transported for primary percutaneous coronary intervention: the EUROMAX ST-segment resolution substudy[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2017, 6(5): 404-411.

[6] FU H, HOU W, ZHANG Y, *et al*. Alprostadil for hypertensive nephropathy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. PLoS One, 2022, 17(5): e0269111.

[7] HAO N, LIU Y, GUO L, *et al*. Xuebijing injection combined with alprostadil in the treatment of diabetic nephropathy: a PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103(24): e32095.

[8] 王云鹏, 张云, 孙一荣, 等. 前列地尔对急诊经皮冠状动脉介入治疗术后急性ST段抬高型心肌梗死患者室性心律失常的影响[J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2016, 24(8): 106-109.

[9] DE BASAGOITI A, KATSUMITI A, ABASCAL S, *et al*. Physical compatibility of alprostadil with selected drugs commonly used in the neonatal intensive care units[J]. Eur J Pediatr, 2021, 180(4): 1169-1176.

[10] 时景璞. 临床研究中样本量的估计方法[J]. 中国临床康复, 2003, 7(10): 1569-1571.

[11] 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.

[12] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44(5): 382-400.

[13] HWANG D, YANG S, ZHANG J, *et al*. Physiologic assessment after coronary stent implantation[J]. Korean Circ J, 2021, 51(3): 189-201.

[14] VALGIMIGLI M, SPIRITO A, SARTORI S, *et al*. 1- or 3-Month DAPT in patients with HBR with or without oral anticoagulant therapy after PCI[J]. J Am Coll Cardiol Cardiovasc Interv, 2023, 16(20): 2498-2510.

[15] 冉晨光, 韩佳, 赵娜. 比伐卢定联合挽救性PCI治疗老年急性心肌梗死溶栓失败患者的疗效及预后评价[J].临床和实验医学杂志, 2022, 21(7): 699-702.

[16] MESHULAMI N, MURTHY R, MEYER M, *et al*. Bivalirudin anticoagulation for cardiopulmonary bypass during cardiac surgery[J]. Perfusion, 2025, 40(1): 7-19.

[17] 沈丹华, 徐日新, 葛支忱. 不同出血风险ST段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗应用比伐卢定的疗效与安全性研究[J]. 实用临床医药杂志, 2022, 26(16): 76-81.

[18] GAO L, CAO Z, ZHANG H. Efficacy and safety of thrombectomy combined with intracoronary administration of tirofiban in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) [J]. Med Sci Monit, 2016, 22: 2699-2705.

[19] 杨乐. 前列地尔对急性心肌梗死PCI术后心脏彩超及心电图指标的影响[J]. 河北医药, 2020, 42(11): 1726-1728.

[20] YU T, DONG D, GUAN J, *et al*. Alprostadil attenuates LPS-induced cardiomyocyte injury by inhibiting the Wnt5a/JNK/NF-κB pathway[J]. Herz, 2020, 45(Suppl 1): 130-138.

[21] HOLZKNECHT M, TILLER C, REINDL M, *et al*. C-Reactive protein velocity predicts microvascular pathology after acute ST-elevation myocardial infarction[J]. Int J Cardiol, 2021, 338: 30-36.

[22] ZHU H, XU X, DING Y, *et al*. Effects of prostaglandin E_1 on reperfusion injury patients: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(15): e6591.

[23] 郭舜奇, 王文亮, 罗燕华, 等. 前列地尔对改善急性心肌梗死PCI术后无复流现象的疗效观察[J]. 实用医学杂志, 2018, 34(16): 2761-2765.

[24] 朱英翠, 王广新, 张明贞, 等. ST段抬高型急性心肌梗死患者PCI术中应用比伐卢定对心功能的影响及其安全性研究[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2020, 12(3): 300-303.

[25] ZHOU Y, WANG R, HAN F, *et al*. Efficacy of epalrestat combined with alprostadil for diabetic nephropathy and its impacts on renal fibrosis and related factors of inflammation and oxidative stress[J]. Am J Transl Res, 2022, 14(5): 3172-3179.

[26] 陈鑫森, 邵萌, 张天, 等. 平均血小板体积与淋巴细胞比值联合中性粒细胞与淋巴细胞比值对急性STEMI患者急诊PCI术后短期预后的预测价值[J]. 中国急救医学, 2020, 40(1): 35-43.

[27] 何俊华, 曾智. 中性粒细胞/淋巴细胞比值和平均血小板体积与淋巴细胞比值预测ST段抬高型心肌梗死短期预后的价值[J]. 中国心血管病研究, 2022, 20(10): 888-892.

[28] 董梦倩, 林晓阳, 吴福斌, 等. 前列地尔对冠心病患者心肌微循环及血液流变学的影响[J]. 中国基层医药, 2019, 26(5): 532-535.

（编辑：虞　瑛）