

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.24.010

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241101.1909.006\(2024-11-04\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241101.1909.006(2024-11-04))

急性心肌梗死患者 PCI 术后血浆 ApoE、视黄醇结合蛋白变化对不良心血管事件的预测价值*

雷珂¹, 陈栋¹, 崔晗^{2△}

(1. 西安交通大学第二附属医院检验科, 西安 710004; 2. 西安凤城医院检验科, 西安 710016)

[摘要] **目的** 分析急性心肌梗死(AMI)患者经皮冠状动脉介入术(PCI)术后血浆载脂蛋白 E(ApoE)、视黄醇结合蛋白(RBP)变化对不良心血管事件(MACE)的预测价值。**方法** 选择西安交通大学第二附属医院 2021 年 4 月至 2022 年 12 月收治的 85 例行 PCI 治疗的 AMI 患者为研究对象。于 PCI 术后采取酶联免疫吸附法检测 RBP 水平,用乳胶增强免疫比浊法检测 ApoE 水平。采用电话或上门随访的方式对术后 1 年患者 MACE 的发生情况进行收集,并将其分为两组,将发生 MACE 纳入发生组,将未发生 MACE 纳入未发生组。对比两组基础资料,分析 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的影响因素及 ApoE、RBP 水平预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的效能。**结果** 85 例 AMI 患者 PCI 术后有 14 例(16.47%)发生 MACE,其中再次血运重建有 6 例,严重心律失常 3 例,严重心力衰竭 5 例;未发生 MACE 有 71 例(83.53%)。发生组 LVEF 低于未发生组, ApoE、RBP 水平、Killip 分级为 III~IV 级患者所占比例高于未发生组($P < 0.05$)。logistic 回归分析结果显示, ApoE、RBP 水平升高, Killip 分级为 III~IV 级是预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的危险因素, LVEF 升高是预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的保护因素($P < 0.05$)。受试者工作特征(ROC)曲线分析结果显示, LVEF、ApoE、RBP、Killip 分级单独及联合预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的灵敏度分别为 71.43%、78.57%、78.57%、71.43%、92.86%; 特异度分别为 74.65%、81.69%、77.46%、70.42%、91.55%, 联合检测预测价值较高。**结论** ApoE、RBP 水平是 AMI 患者行 PCI 术后 MACE 发生的影响因素, 联合 LVEF、Killip 分级可更好地预测 AMI 患者行 PCI 术后 MACE 发生情况。

[关键词] 急性心肌梗死; 经皮冠状动脉介入术; 载脂蛋白 E; 视黄醇结合蛋白; 不良心血管事件

[中图法分类号] R446 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)24-3739-05

Predictive value of plasma ApoE and retinol binding protein changes after PCI for adverse cardiovascular events in patients with acute myocardial infarction*

LEI Ke¹, CHEN Dong¹, CUI Han^{2△}

(1. Department of Clinical Laboratory, Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710004, China; 2. Department of Clinical Laboratory, Xi'an Fengcheng Hospital, Xi'an, Shaanxi 710016, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the predictive value of plasma apolipoprotein E (ApoE) and retinol-binding protein (RBP) changes on adverse cardiovascular events (MACE) after percutaneous coronary intervention (PCI) in the patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods** A total of 85 patients with AMI undergoing PCI in the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from April 2021 to December 2022 were selected as the study subjects. After PCI, the enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect the RBP level and the latex-enhanced immunoturbidimetry was used to detect the ApoE level. The incidence situation of MACE in the patients with 1-year follow-up was followed up by telephone or on-site method. The patients were divided into the two groups, the patients with MACE occurrence were included in the occurrence group and those without MACE occurrence were in the non-occurrence group. The basic data were compared between the two groups. The influencing factors of ApoE combined with RBP in predicting the occurrence of MACE after PCI in AMI patients were analyzed and the efficiency of ApoE and RBP levels in predicting MACE occurrence after PCI in AMI patients was analyzed. **Results** Among 85 patients with AMI undergoing PCI, 14 cases (16.47%) developed MACE, including 6 cases of revascularization, 3 cases of severe arrhythmia and 5 cases of severe heart failure. There were 71 cases (83.53%) of non-MACE occurrence. The

* 基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2021JQ-738)。 △ 通信作者, E-mail: 470133548@qq.com。

level of LVEF in the occurrence group was lower than that in the non-occurrence group, and the ApoE and RBP levels and Killip grade III - IV in the occurrence group were higher than those in the non-occurrence group ($P < 0.05$). The logistic regression analysis results showed that the increase of ApoE and RBP levels and Killip grade III - IV were the risk factors for predicting the MACE occurrence after PCI in AMI patients, while the LVEF increase was the protective factor for the MACE occurrence after PCI in AMI patients ($P < 0.05$). The receiver operating characteristic (ROC) curve analysis results showed that the sensitivities of LVEF, ApoE, RBP and Killip grade alone and combined prediction for the MACE occurrence after PCI in AMI patients were 71.43%, 78.57%, 78.57%, 71.43% and 92.86%, respectively. The specificities were 74.65%, 81.69%, 77.46%, 70.42% and 91.55%, respectively. The combination detection had the higher predictive value. **Conclusion** The ApoE and RBP levels are the influencing factors for the MACE occurrence after PCI in AMI patients, and the LVEF and Killip grade combination could better predict the MACE occurrence after PCI in AMI patients.

[Key words] acute myocardial infarction; percutaneous coronary intervention; apolipoprotein E; retinol-binding protein; adverse cardiovascular events

据调查,急性心肌梗死(AMI)发病率为 3.20%~8.60%^[1]。AMI 具有发病快、病程进展快速、恢复缓慢等特点,是导致患者死亡和残疾的主要因素之一^[2]。经皮冠状动脉介入术(PCI)已成为治疗 AMI 的主要手段,可有效恢复患者血管通畅,治疗效果明确^[3]。但研究表明^[4],少数患者经 PCI 治疗后,术后受多种因素的影响会发生不良心血管事件(MACE)。故早期评估 AMI 患者 PCI 术后状况,对降低患者病死率尤为重要。血浆载脂蛋白 E(ApoE)是血浆脂蛋白的关键成分,不仅参与脂质代谢,还在动脉粥样硬化斑块的形成和稳定中发挥关键作用。研究表明,ApoE 基因多态性与心血管疾病的发生密切相关,而血浆中 ApoE 水平的变化可能反映了动脉粥样硬化斑块的稳定性^[5]。视黄醇结合蛋白(RBP)是一种在血浆中发现的单链蛋白,具有运输视黄醇至机体各组织的重要功能^[6]。研究指出,RBP 在动脉粥样硬化的发生、发展中发挥着重要作用,并对心血管疾病具有预测价值^[7]。现阶段,临床关于 AMI 患者 PCI 术后血浆 ApoE、RBP 变化预测不良心血管事件的研究鲜有报道,本研究分析 ApoE、RBP 检测对 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的诊断价值,旨在为临床后续研究提供新思路。内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取西安交通大学第二附属医院 2021 年 4 月至 2022 年 12 月收治的 85 例行 PCI 治疗的 AMI 患者为研究对象。纳入标准:(1)符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)解读》^[8]中 AMI 的诊断标准;(2)符合 PCI 手术指征;(3)年龄 45~78 岁,临床资料齐全者;(4)精神状态正常者;(5)均知晓此次研究并签署知情同意书;(6)近 3 个月未参加其他临床试验。排除标准:(1)既往有陈旧性心肌梗死、心肌炎等心脏疾病史;(2)有血液系统疾病、急慢性呼吸系统疾病者;(3)合并严重肝肾功能不全者;(4)合并

恶性肿瘤及自身免疫性疾病者;(5)既往有冠状动脉搭桥手术史。本研究经西安交通大学第二附属医院医学伦理委员会批准(审批号:2024 伦审 101)。对患者采取 PCI 治疗后,每 3 个月采用电话或上门的方式对患者行 1 年随访,记录 MACE 发生状况^[9],包括再次血运重建、严重心律失常、严重心力衰竭、全因死亡。结合 MACE 发生状况分为两组,将发生 MACE 的患者纳入发生组,将未发生 MACE 的患者纳入未发生组。

1.2 方法

(1)一般资料的收集。于 PCI 术后收集两组患者资料,包括年龄、性别、合并疾病、BMI、病变血管数、急诊术前收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、心率、心脏泵功能分级(Killip 分级)、吸烟史、饮酒史。(2)心脏超声检查。于 PCI 术后采用飞利浦 IE33 型彩色多普勒超声诊断仪检测左心室射血分数(LVEF)。(3)实验室指标的检测。于 PCI 术后抽取患者空腹静脉血 5 mL,2 000 r/min 离心 10 min,采用全自动生化分析仪检测低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、甘油三酯(TG)、胆固醇(TC);采用乳胶增强免疫比浊法检测患者 ApoE 水平,试剂盒购自上海抚生生物科技有限公司;采用酶联免疫吸附法检测 RBP 水平,试剂盒购自美国 Cusabio 公司。

1.3 统计学处理

采用 SPSS24.0 软件对数据进行分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用二元 logistic 逐步回归模型分析 PCI 术后患者发生 MACE 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估预测 PCI 术后患者发生 MACE 的效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 AMI 患者 PCI 治疗后 MACE 发生情况

85 例 AMI 患者行 PCI 治疗后,随访 1 年发现有

14 例(16.47%)发生 MACE(发生组),其中再次血运重建有 6 例,严重心律失常 3 例,严重心力衰竭 5 例;未发生 MACE 有 71 例(83.53%,未发生组)。

2.2 两组基础资料和临床相关指标的比较

发生组与未发生组年龄、BMI、SBP、DBP、TC、TG、心率、HDL-C、LDL-C、性别构成、合并疾病、病变血管数、吸烟史、饮酒史对比差异无统计学意义($P > 0.05$),发生组 LVEF 低于未发生组,ApoE、RBP 水平、Killip 分级为 III~IV 级的患者所占比例高于未发生组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

2.3 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的影响因素分析

以 AMI 患者 PCI 术后是否发生 MACE 作为因变量(未发生=0,发生=1),将 LVEF、ApoE、RBP 水平、Killip 分级作为自变量,经二元 logistic 回归分析,ApoE、RBP 水平升高,Killip 分级为 III~IV 级是 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的危险因素,LVEF 水平升高是预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的保护因素($P < 0.05$),见表 2。

表 1 两组基础资料和临床相关指标的比较

指标	发生组 (n=14)	未发生组 (n=71)	t/χ ²	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	61.63±6.85	60.29±6.41	0.701	0.485
BMI($\bar{x} \pm s$,kg/m ²)	23.56±3.02	24.03±2.86	0.558	0.578
SBP($\bar{x} \pm s$,mmHg)	130.52±23.74	128.63±21.77	0.294	0.769
DBP($\bar{x} \pm s$,mmHg)	68.63±5.39	70.15±5.59	0.935	0.353
心率($\bar{x} \pm s$,次/min)	80.63±8.48	77.89±7.84	1.179	0.242
LVEF($\bar{x} \pm s$,%)	52.63±5.74	58.39±6.02	3.293	0.001
HDL-C($\bar{x} \pm s$,mmHg)	1.18±0.23	1.30±0.26	1.568	0.121
LDL-C($\bar{x} \pm s$,mmHg)	2.34±0.26	2.53±0.38	1.825	0.072
TCC($\bar{x} \pm s$,mmHg)	3.92±0.57	3.69±0.54	1.456	0.149
TG($\bar{x} \pm s$,mmHg)	1.23±0.24	1.32±0.25	1.401	0.165
ApoE($\bar{x} \pm s$,mg/mL)	67.52±6.56	47.15±4.92	13.382	<0.001
RBP($\bar{x} \pm s$,μg/mL)	80.26±7.96	59.86±4.58	13.264	<0.001

续表 1 两组基础资料和临床相关指标的比较

指标	发生组 (n=14)	未发生组 (n=71)	t/χ ²	P
性别(n)				
男	8(57.14)	24(33.80)	2.714	0.099
女	6(42.86)	47(66.20)		
合并疾病(n)				
高血压	5(35.71)	15(21.13)	1.383	0.240
糖尿病	7(50.00)	18(25.35)	3.422	0.064
高脂血症	9(64.29)	36(50.70)	0.866	0.352
病变血管数(n)				
<2 支	7(50.00)	46(64.79)	1.090	0.297
≥2 支	7(50.00)	25(35.21)		
Killip 分级				
I~II 级	5(35.71)	46(64.79)	4.119	0.042
III~IV 级	9(64.29)	25(35.21)		
吸烟史(n)	6(42.86)	19(26.76)	1.459	0.227
饮酒史(n)	5(35.71)	17(21.52)	0.845	0.358

表 2 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的影响因素

影响因素	β	SE	Wald	OR(95%CI)	P
LVEF	-0.151	0.052	8.367	0.860(0.776~0.953)	0.004
ApoE	0.530	0.189	7.875	1.698(1.173~2.458)	0.005
RBP	0.633	0.216	8.623	1.884(1.235~2.876)	0.003
Killip 分级	1.609	0.490	10.793	5.000(1.914~13.061)	0.001

2.4 各指标对 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的预测效能

经 ROC 曲线分析,LVEF、ApoE、RBP 水平及 Killip 分级单独及联合预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的灵敏度分别为 71.43%、78.57%、78.57%、71.43%、92.86%;特异度分别为 74.65%、81.69%、77.46%、70.42%、91.55%。LVEF、ApoE、RBP、Killip 分级联合预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的价值较高($P < 0.05$),见表 3。

表 3 ROC 曲线分析各指标对 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的预测效能

指标	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC	95%CI	P
LVEF	55.51%	71.43	74.65	0.756	0.634~0.878	0.001
ApoE	57.34 mg/mL	78.57	81.69	0.798	0.685~0.910	<0.001
RBP	70.06 μg/mL	78.57	77.46	0.764	0.641~0.887	<0.001
Killip 分级		71.43	70.42	0.733	0.603~0.864	0.002
4 项指标联合		92.86	91.55	0.928	0.862~0.994	<0.001

3 讨论

AMI 是全球范围内发病率、病死率较高的疾病,PCI 是治疗 AMI 的首选方案,可有效开通阻塞的冠状动脉,恢复心肌的血液灌注,从而降低患者病死率^[10-11]。尽管 PCI 在治疗 AMI 方面具有显著疗效,但 PCI 术后患者仍然面临着多种风险,一定程度上增加 MACE 的发生风险^[12]。本研究 85 例 AMI 患者行 PCI 后,有 14 例发生 MACE,发生率为 16.47%,与陈

洁琼等^[13]研究结果相类似。故及时、准确的识别高危患者,有效降低 MACE 的发生为临床研究的热点。

RBP 是维生素 A 的主要载体蛋白,维生素 A 参与调节心血管系统中的炎症反应、氧化应激和血管内皮功能等重要过程^[14]。研究发现,RBP 水平异常可能导致维生素 A 的供应不足,从而影响细胞的正常功能,如细胞增殖、细胞凋亡、炎症反应等,最终促进动脉粥样硬化的发生^[15]。载脂蛋白(Apo)是一类能够

结合、运输血脂及蛋白质的分子,其参与脂蛋白代谢与转化,Apo的不同基因型会影响血脂水平和心血管疾病的风险^[16]。ApoE主要参与胆固醇和脂质的代谢,是胆固醇转运和清除的关键因素,其通过与胆固醇酯转运蛋白结合,影响脂质代谢,进而调节动脉粥样硬化的发生。本研究经二元 logistic 回归分析,结果显示,ApoE、RBP水平升高,Killip 分级为Ⅲ~Ⅳ级是预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的危险因素,LVEF 升高是预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的保护因素。ApoE 是一种脂蛋白,参与脂质的代谢和运输。高 ApoE 水平反映了患者体内的炎症状态和动脉发生粥样硬化程度,这种炎症状态和动脉粥样硬化可能引起血管壁的损伤和斑块形成,增加了 MACE 发生的风险^[17]。RBP 是一种视黄醇结合蛋白,其水平反映了患者的营养状态和代谢情况。异常的 RBP 水平意味着机体缺乏维生素 A 或存在代谢紊乱的情况,从而影响心血管系统的功能^[18]。且异常的 RBP 水平可能影响心肌收缩和舒张功能,引起心功能不全、心肌缺血等,从而增加 PCI 术后发生 MACE 的危险性。Killip 分级反映了 AMI 患者的心功能状态,其分级为Ⅲ~Ⅳ级意味着患者的心功能受损严重^[19-20]。在 AMI 发作后,炎症反应被激活并释放炎症介质,对心肌功能和 PCI 术后恢复产生负面影响。Ⅲ~Ⅳ级的 Killip 分级反映了更严重的炎症反应和更多的炎症介质释放,导致冠状动脉再狭窄、血栓形成等并发症的发生,从而增加 MACE 的发生风险^[21]。LVEF 是评估心脏收缩功能的重要指标,反映了左心室在每次收缩中从左心室射出的血液百分比^[22-23]。LVEF 下降表明心脏功能受损,收缩能力减弱,导致患者出现心输出量减少、心肌耗氧量增加等后果,增加了 MACE 的发生风险^[24]。ROC 曲线分析结果显示,LVEF、ApoE、RBP 水平及 Killip 分级联合诊断预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的诊断效能较高。可见,上述联合指标联合应用,可以更全面地反映患者的代谢状态、炎症反应和氧化应激,从而更准确地评估心血管事件的风险,改善患者预后。但本研究存在一定局限性,如样本选取量较少,导致结果的可靠性受到一定程度的影响,在今后的研究中,可增加样本量以验证本研究预测效果的可行性。

综上所述,ApoE、RBP 水平是 AMI 患者行 PCI 后 MACE 发生的影响因素,联合运用可更好的预测 AMI 患者行 PCI 术后 MACE 发生情况。

参考文献

- [1] 张卫,贾国力. APOE 基因多态性与急性心肌梗死患者 PCI 术后近期主要不良心血管事件的临床关系分析[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023,15(1):109-113.
- [2] LIU K, CHEN S, LU R. Identification of important genes related to ferroptosis and hypoxia in acute myocardial infarction based on WGCNA[J]. *Bioengineered*, 2021,12(1):7950-7963.
- [3] HOOLE S P, BAMBROUGH P. Recent advances in percutaneous coronary intervention[J]. *Heart*, 2020,106(18):1380-1386.
- [4] 李冰,丁水印,李新春,等. 急性心肌梗死患者 PCI 术后血浆 vaspin、periostin 及 Lp-PLA2 水平对不良心血管事件的预测价值[J]. 广东医学, 2023,44(4):494-498.
- [5] SEBASTIANI F, YANEZ ARTETA M, LER-CHE M, et al. Apolipoprotein E Binding Drives Structural and Compositional Rearrangement of mRNA-Containing Lipid Nanoparticles[J]. *ACS Nano*, 2021,15(4):6709-6722.
- [6] LU J, WANG D, MA B, et al. Blood retinol and retinol-binding protein concentrations are associated with diabetes: a systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Eur J Nutr*, 2022,61(7):3315-3326.
- [7] 金吴珍,邹永光. 急性 ST 段抬高型心肌梗死病人 PCI 术后碱性磷酸酶,视黄醇结合蛋白 4 水平与无复流的关系[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021,19(19):3387-3391.
- [8] 龚艳君,霍勇. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)解读[J]. 中国心血管病研究, 2019,17(12):1057-1061.
- [9] AMINIAN A, AL-KURD A, WILSON R, et al. Association of bariatric surgery with major adverse liver and cardiovascular outcomes in patients with biopsy-proven nonalcoholic steatohepatitis[J]. *JAMA*, 2021,326(20):2031-2042.
- [10] 李娟霞,白灵彦,李晓旭,等. 补阳还五汤加味对急性心肌梗死 PCI 术后患者血清 EMPs、MMP-9 及心功能和生活质量的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2021,30(11):1221-1224.
- [11] 赵汉如,侯丽芳,周单,等. 心电图联合血清氨基末端脑钠肽前体对急性心肌梗死患者择期经皮冠状动脉介入治疗后近期发生主要不良心血管事件的预测价值研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2021,29(4):32-37.
- [12] 廉铮,吕峰峰,王佳旺,等. RDW 联合 SYNTAX II 积分对急性心肌梗死患者行 PCI 后发生不良心血管事件的预测价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2020,12(2):197-201.
- [13] 陈洁琼,杨洋,谢楚珊,等. 营养控制状态评分对老年急性心肌梗死患者行急诊 PCI 术后 1 年内主要不良心血管事件的预测价值[J]. 现代消化

及介入诊疗,2020,25(8):1080-1083.

- [14] SUN W, SHI Y, YANG J, et al. Transthyretin and retinol-binding protein as discriminators of diabetic retinopathy in type 1 diabetes mellitus [J]. *Int Ophthalmol*, 2022, 42(4):1041-1049.
- [15] MORIYA H, YOKOBORI Y, FURUKAWA T, et al. Ovariectomy increases circulating retinol-binding protein concentrations independently of sex-dependent differences in retinol concentrations in rats [J]. *J Nutr*, 2023, 153(4):1019-1028.
- [16] 张卫, 贾国力. APOE 基因多态性与急性心肌梗死患者 PCI 术后近期主要不良心血管事件的临床关系分析 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2023, 15(1):109-113.
- [17] 陈磊, 刘新灿, 王伟, 等. 急性心肌梗死患者血清 N 末端脑钠肽前体、载脂蛋白 E、载脂蛋白 A1、载脂蛋白 B 水平与冠状动脉病变的关系探究 [J]. *中国临床医生杂志*, 2022, 50(5):550-554.
- [18] 刘明, 张阳阳, 谭伟. 血清 PAI-1、RBP4 水平对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 后无复流的预测价值 [J]. *山东医药*, 2023, 63(16):22-25.
- [19] 宋占春, 陈亮, 张迪, 等. 血小板分布宽度与老年急性非 ST 段抬高型心肌梗死病人 Killip 分级的相关性分析 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2022, 47(2):206-208.
- [20] 张宁, 陈立颖, 康云鹏. 血浆高敏 C 反应蛋白与白蛋白比值对急性心肌梗死患者高 Killip 等级预测分析 [J]. *心肺血管病杂志*, 2023, 42(3):221-226.
- [21] 任玥, 张纯溪, 杨洋, 等. 血清 γ -谷氨酰转氨酶对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 后发生无复流现象的预测价值 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2023, 31(12):70-74.
- [22] 吴小滢, 史冬梅, 王志坚, 等. 伊伐布雷定治疗射血分数降低性心力衰竭伴窦性心律患者的临床观察 [J]. *心肺血管病杂志*, 2022, 41(10):1037-1048.
- [23] 张开泰, 丁明罡, 周景想, 等. 加味四君子汤治疗射血分数降低性心衰气虚血瘀证的临床观察 [J]. *实用医学杂志*, 2023, 39(15):1982-1986.
- [24] 吕璐, 封亚丽, 葛梦雪, 等. 自拟活心方对阳气亏虚血瘀型慢性心力衰竭患者 LVEF 及 NT-proBNP 水平的影响 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2021, 30(19):2105-2145.

(收稿日期:2024-04-11 修回日期:2024-09-10)

(编辑:管佩钰)

(上接第 3738 页)

- [29] CHENG H, SHI Z, YUE K, et al. Sprayable hydrogel dressing accelerates wound healing with combined reactive oxygen species-scavenging and antibacterial abilities [J]. *Acta Biomater*, 2021, 124:219-232.
- [30] ANDRYUKOV B G, BESEDNOVA N N, KUZNETSOVA T A, et al. Sulfated polysaccharides from marine algae as a basis of modern biotechnologies for creating wound dressings: current achievements and future prospects [J]. *Biomedicines*, 2020, 8(9):301.
- [31] ADERIBIGBE B A, BUYANA B. Alginate in wound dressings [J]. *Pharmaceutics*, 2018, 10(2):42.
- [32] LEE S M, PARK I K, KIM Y S, et al. Physical, morphological, and wound healing properties of a polyurethane foam-film dressing [J]. *Biomater Res*, 2016, 20:15.
- [33] PRASATHKUMAR M, SADHASIVAM S. Chitosan/Hyaluronic acid/Alginate and an assorted polymers loaded with honey, plant, and marine compounds for progressive wound healing-Know-how [J]. *Int J Biol Macromol*, 2021, 186:656-685.
- [34] RIBEIRO D M L, CARVALHO JÚNIOR A R, VALE DE MACEDO G H R, et al. Polysaccharide-based formulations for healing of skin-related wound infections: lessons from animal models and clinical trials [J]. *Biomolecules*, 2019, 10(1):63.
- [35] DOBRINČIĆ A, BALBINO S, ZORIĆ Z, et al. Advanced technologies for the extraction of marine brown algal polysaccharides [J]. *Mar Drugs*, 2020, 18(3):168.
- [36] KOTHALE D, VERMA U, DEWANGAN N, et al. Alginate as promising natural polymer for pharmaceutical, food, and biomedical applications [J]. *Curr Drug Deliv*, 2020, 17(9):755-775.
- [37] HANDA M, MAHARANA S K, PAL K, et al. Biocompatible nanomaterials for burns [J]. *Curr Pharm Biotechnol*, 2022, 23(12):1514-1526.

(收稿日期:2024-03-06 修回日期:2024-09-16)

(编辑:唐 璞)