

## 心肌声学造影超声心动图对STEMI患者PCI术后 并发心力衰竭的预测价值

陈媛媛<sup>1</sup>, 朱春雨<sup>2</sup>

(周口市中心医院 1.超声科; 2.RICU, 河南 周口 466000)

**摘要:** **目的** 研究心肌声学造影超声心动图(MCE)对ST段抬高型心肌梗死(STEMI)患者经皮冠状动脉介入术(PCI)后并发心力衰竭(HF)的预测价值。**方法** 选取2019年12月至2022年12月周口市中心医院收治的STEMI患者140例,均行PCI术,根据术后30d是否发生HF将其分为HF组(36例)、无HF组(92例)。比较两组一般资料及MCE定量参数A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值;采用Logistic回归模型分析STEMI患者PCI术后并发HF的影响因素;绘制受试者工作特征曲线(ROC)曲线分析A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值单独及联合预测STEMI患者PCI术后并发HF的效能。**结果** 与无HF组比较, HF组年龄较大,糖尿病史百分率及冠脉Gensini积分、血清肌酸激酶同工酶(CK-MB)水平较高,发病至梗死血管开通时间较长, A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值均较低( $P < 0.05$ ); Logistic回归模型显示,年龄、冠脉Gensini积分、发病至梗死血管开通时间、A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值是STEMI患者PCI术后并发HF的影响因素( $P < 0.05$ ); ROC曲线显示,与A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值单独检验比较,三者联合检验的灵敏度升高( $\chi^2 = 4.600, P = 0.032; \chi^2 = 6.821, P = 0.009; \chi^2 = 8.036, P = 0.005$ ); A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值预测STEMI患者PCI术后并发HF的曲线下面积(AUC)分别为0.834(95%CI: 0.758~0.894)、0.773(95%CI: 0.691~0.842)、0.802(95%CI: 0.722~0.867),三者联合的AUC为0.908(95%CI: 0.844~0.952); Pairwise算法检验显示,与A值、 $\kappa$ 值、 $A \times \kappa$ 值单独检验比较,三者联合检验的AUC升高( $Z = 2.295, P = 0.022; Z = 3.468, P = 0.001; Z = 2.774, P = 0.006$ )。**结论** MCE定量参数对STEMI患者PCI术后并发HF具有较高的预测价值。

**关键词:** ST段抬高型心肌梗死; 心肌声学造影超声心动图; 经皮冠状动脉介入术; 心力衰竭

**中图分类号:** R542.2+2

## Predictive value of myocardial contrast echocardiography for heart failure after PCI in STEMI patients

CHEN Yuanyuan<sup>1</sup>, ZHU Chunyu<sup>2</sup>

(1. Department of Ultrasound; 2. RICU, Zhoukou Central Hospital, Zhoukou, Henan 466000, China)

**Abstract:** **[Objective]** To study the predictive value of myocardial contrast echocardiography (MCE) for heart failure (HF) after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). **[Methods]** A total of 140 STEMI patients admitted to Zhoukou Central Hospital from December 2019 to December 2022 were selected, all of whom underwent PCI, and were divided into HF group (36 cases) and non-HF group (92 cases) according to whether HF occurred within 30 d after surgery. The general data and MCE quantitative parameters A value,  $\kappa$  value,  $A \times \kappa$  value of the two groups were compared. Logistic regression model was used to analyze the influencing factors of HF after PCI in STEMI patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the efficacy of A value,  $\kappa$  value,  $A \times \kappa$  value alone and combined in predicting HF after PCI in STEMI patients. **[Results]** Compared with non-HF group, the age in HF group was older ( $P < 0.05$ ), the percentage of diabetes history, coronary Gensini score and serum creatine kinase-MB (CK-MB) level were higher ( $P < 0.05$ ), the time from onset to infarction vessel opening was longer ( $P < 0.05$ ), and the A,  $\kappa$  and  $A \times \kappa$  were lower ( $P < 0.05$ ). Logistic regression model showed that age, coronary Gensini score, opening time from onset to infarction vessel, A,  $\kappa$  and  $A \times \kappa$  were the influencing factors of HF after PCI in STEMI patients ( $P < 0.05$ ). ROC curve showed that, compared with the separate test of A value,  $\kappa$  value and  $A \times \kappa$  value, the sensitivity of the combined test was increased ( $\chi^2 = 4.600, P = 0.032, \chi^2 = 6.821, P = 0.009, \chi^2 = 8.036, P = 0.005$ ), the AUCs of A

value,  $\kappa$  value and  $A \times \kappa$  value in predicting HF after PCI in STEMI patients were 0.834 (95% CI: 0.758 - 0.894), 0.773 (95% CI: 0.691 - 0.842) and 0.802 (95% CI: 0.722 - 0.867), respectively, and the AUC of the combination of the three was 0.908 (95% CI: 0.844 - 0.952). Pairwise algorithm test showed that compared with A value,  $\kappa$  value and  $A \times \kappa$  value alone, the AUC of the combination of the three increased ( $Z=2.295, P=0.022, Z=3.468, P=0.001, Z=2.774, P=0.006$ ). **【Conclusion】** MCE quantitative parameters have a high predictive value for HF after PCI in STEMI patients.

**Keywords:** ST-segment elevation myocardial infarction; myocardial contrast echocardiography; percutaneous coronary intervention; heart failure

ST 段抬高型心肌梗死 (ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI) 是因冠脉闭塞或急性狭窄导致的心肌缺血性坏死, 致残率及病死率高, 临床预后不良<sup>[1]</sup>。经皮冠状动脉介入术 (percutaneous coronary intervention, PCI) 是 STEMI 患者目前的首选治疗方式, 可及时开通梗死血管、挽救心肌组织, 从而改善预后, 但术后仍有部分患者并发心力衰竭 (heart failure, HF)<sup>[2-3]</sup>。调查显示, 我国急性心肌梗死相关病死率呈上升趋势, 占 HF 病因的 23.1%<sup>[4]</sup>。因此, 观察 STEMI 患者 PCI 术后心肌循环情况, 预测 HF 发生风险并及时预防具有重要意义。目前常规二维超声及冠脉造影是评价 STEMI 患者心肌循环情况的常用方式, 但前者主观性强、准确率低, 后者有创且费用高, 均难以作为常规检查方式。心肌声学造影超声心动图 (myocardial contrast echocardiography, MCE) 是近年来对心肌微循环灌注进行定量评价的新型无创检测方式, 通过将含有微泡的造影剂经冠脉或周围静脉注入, 观察心肌节段对应的微泡信号显影, 对局部血流灌注情况进行定性及定量了解, 已被证实在评估急性心肌梗死患者治疗后心肌微循环功能中的价值<sup>[5-6]</sup>。但目前尚无关于 MCE 对 STEMI 患者 PCI 后并发 HF 预测价值的研究。本研究于 STEMI 患者 PCI 术后进行 MCE 检查, 并评估其对 HF 发生的预测价值。报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

样本量估算: 本研究选取 24 个研究变量, 根据样本量为研究变量的 5~10 倍, 并假设研究对象的脱落率为 10%, 则需最少样本量 134 例。选取 2019 年 12 月至 2022 年 12 月周口市中心医院收治的 STEMI 患者 140 例, 其中男 75 例, 女 65 例; 年龄 42~78 岁, 平均 (63.57 ± 7.33) 岁。本次研究经院伦理委员会批准, 患者及家属均知情同意。

### 1.2 纳入、排除及剔除标准

纳入标准: ①符合《急性冠脉综合征急诊快速诊治指南》中 STEMI 诊断标准<sup>[7]</sup>, 经临床表现观察、心电图检测等方式确诊; ②年龄 >18 岁; ③在时间窗内行 PCI 治疗; ④治疗依从。

排除标准: ①合并感染性心内膜炎、心脏瓣膜病或先天性心脏病等心脏系统疾病者; ②合并结缔组织疾病、急性感染性疾病、自身免疫性疾病、胆道疾病、脂肪肝、溶血病或恶性肿瘤者; ③出血倾向或凝血功能异常者; ④抗凝治疗、抗血小板治疗禁忌证者; ⑤造影剂过敏者; ⑥肝、肾功能不全者; ⑦既往 PCI 史; ⑧HF 病史; ⑨近 30 d 创伤史、手术史。

剔除标准: ①随访期间失联者; ②研究期间主动退出者; ③治疗期间转院或主动放弃治疗者; ④治疗期间非 HF 原因死亡者。

### 1.3 MCE 检查

PCI 术后 48 h 行 MCE 检查<sup>[8]</sup>。采用 Vivid 7 Dimension 超声诊断仪 (美国 GE 公司), 设置 M3S 探头频率为 1.5~4.0 MHz。患者保持左侧卧位, 调整探头位置和角度, 获取最佳的左心室切面图像, 如左室长轴、短轴、四腔心等。将 59 mg SonoVue 造影剂加入 5 mL 生理盐水, 摇至形成均匀透明的微泡混悬液, 经肘部静脉推注 2.5 mL 造影剂, 继续推注 5 mL 生理盐水冲管。观察左心室心内膜缘影像及左心腔显影, 同时采集图像, 并间断进行高机械指数爆破 Flash 成像以破坏心肌中造影剂微泡, 记录 15 个心动周期。所有患者均获取满意的左室显影效果。经 EchoPAC 6.0 工作站处理动态图像, 选取 Flash 前后每个心动周期的舒张末期图像, 绘制再充盈曲线, 采用  $Y=A \times (1-e^{-\kappa t})+B$  指数方程进行曲线的拟合, 其中 A: 平台期峰值强度, 即心肌血容量;  $\kappa$ : 曲线上升斜率, 即心肌血流速度;  $A \times \kappa$ : 心肌血流量。

### 1.4 一般资料

收集一般资料，包括年龄、性别、体重指数 (body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史、冠心病家族史、贫血、糖尿病史、高血压史、高脂血症史、高尿酸血症史、脑卒中史、陈旧性心肌梗死、心律失常、前壁梗死、发病至梗死血管开通时间、冠状动脉 Gensini 积分、STEMI 时 Killip 心功能分级、血清肌酸激酶同工酶 (creatinase-MB, CK-MB)、血清心肌肌钙蛋白 T (cardiac troponin T, cTnT)、血清 N 末端-脑钠肽前体 (N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)。

### 1.5 HF 诊断

根据《急性心力衰竭诊断和治疗指南 (1)》中相关标准统计 STEMI 患者 PCI 术后 30 d 内 HF 发生情况<sup>[9]</sup>。诊断标准：患者表现为呼吸困难、面色苍白、咳嗽、水肿、喘息、烦躁，伴或不伴食欲不振、恶心、呕吐等；肺部听诊有啰音，静息状态下呼吸频率增加；心电图显示有心肌缺血性改变、病理性 Q 波，X 线检查显示肺淤血和肺水肿；心衰标志物 NT-proBNP 水平升高。将发生 HF 的患者纳入 HF 组，未发生 HF 的患者纳入无 HF 组。

### 1.6 统计学方法

用 SPSS 24.0 软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，用 *t* 检验；不符合正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 [ $M (P_{25}, P_{75})$ ] 表示，采用 Mann-Whitney *U* 检验；计数资料用 *n* (%) 表示，用  $\chi^2$  检验。用 Logistic 回归模型分析 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的影响因素。绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析 A 值、κ 值、A × κ 值单独及联合对 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的预测效能，并经 Pairwise 算法检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 HF 组、无 HF 组患者一般资料比较

140 例 STEMI 患者脱落 12 例，其中无法取得联系 7 例，治疗期间转院 3 例，主动退出 2 例，其余 128 例患者并发 HF 36 例 (28.13%) 纳入 HF 组，92 例纳入无 HF 组。与无 HF 组比较，HF 组年龄较大，糖尿病史百分率及冠脉 Gensini 积分、血清 CK-MB 水平较高，发病至梗死血管开通时间较长，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

一般资料	HF 组( <i>n</i> =36)	无 HF 组( <i>n</i> =92)	<i>t/χ<sup>2</sup></i>	<i>P</i>
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	66.95±7.48	63.01±7.05	2.794	0.006
性别[ <i>n</i> (%)]				
男	23(63.89)	47(51.09)	1.711	0.191
女	13(36.11)	45(48.91)		
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	24.19±1.33	23.85±1.20	1.398	0.165
吸烟史[ <i>n</i> (%)]	16(44.44)	25(27.17)	3.545	0.060
饮酒史[ <i>n</i> (%)]	11(30.56)	21(22.83)	0.824	0.364
冠心病家族史[ <i>n</i> (%)]	4(11.11)	8(8.70)	0.178	0.673
贫血[ <i>n</i> (%)]	7(19.44)	12(13.04)	0.839	0.360
糖尿病史[ <i>n</i> (%)]	10(27.78)	10(10.87)	5.611	0.018
高血压史[ <i>n</i> (%)]	17(47.22)	34(36.96)	1.138	0.286
高脂血症史[ <i>n</i> (%)]	10(27.78)	19(20.65)	0.750	0.387
高尿酸血症史[ <i>n</i> (%)]	4(11.11)	6(6.52)	0.757	0.384
脑卒中史[ <i>n</i> (%)]	4(11.11)	8(8.70)	0.178	0.673
陈旧性心肌梗死[ <i>n</i> (%)]	7(19.44)	12(13.04)	0.839	0.360
心律失常[ <i>n</i> (%)]	8(22.22)	12(13.04)	1.654	0.198
前壁梗死[ <i>n</i> (%)]	9(25.00)	16(17.39)	0.953	0.329
发病至梗死血管开通时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	98.56±14.58	82.33±11.63	6.594	<0.001
冠脉 Gensini 积分( $\bar{x} \pm s$ , 分)	60.15±6.59	56.30±7.27	2.763	0.007
Killip 心功能分级[ <i>n</i> (%)]				
I、II	13(36.11)	42(45.65)	0.961	0.327
III、IV	23(63.89)	50(54.35)		

续表 1 两组患者一般资料比较

一般资料	HF 组(n=36)	无 HF 组(n=92)	$t/\chi^2$	P
血清 CK-MB( $\bar{x} \pm s$ , ng/mL)	2.78±0.98	2.53±0.39	2.072	0.040
血清 cTnI( $\bar{x} \pm s$ , ng/mL)	2.39±0.52	2.27±0.63	1.015	0.312
血清 NT-proBNP( $\bar{x} \pm s$ , ng/L)	2854.63±471.15	2730.14±385.52	1.540	0.126

## 2.2 HF 组、无 HF 组患者 MCE 定量参数比较

与无 HF 组比较, HF 组 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值均较低, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 两组 MCE 定量参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	A/dB	$\kappa/(s^{-1})$	$A \times \kappa/(dB/s)$
HF 组	36	6.95±0.95	0.53±0.10	4.38±1.05
无 HF 组	92	8.43±1.27	0.65±0.13	5.70±1.08
t		6.328	4.987	6.265
P		<0.001	<0.001	<0.001

## 2.3 Logistic 回归模型分析 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的影响因素

对 HF 组、无 HF 组差异存在统计学意义的临床资料及 MCE 定量参数进行赋值, 年龄 (实际值)、糖尿病史 (否=0, 是=1)、冠脉 Gensini 积分 (实际值)、发病至梗死血管开通时间 (实际值)、血清 CK-MB (实际值), 以 HF (否=0, 是=1) 为因变量行 Logistic 回归模型分析。当方差膨胀因子 (variance inflation factor, VIF) 值 > 10 时, 认为自变量存在共线性, 保留主变量、排除其余共线性变

量。结果显示, 年龄、冠脉 Gensini 积分、发病至梗死血管开通时间、A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值是 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的影响因素, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

## 2.4 MCE 定量参数对 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的预测价值

将 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值中任一项指标预测 HF 阳性即认为三者联合预测阳性, 将三项指标预测 HF 均为阴性认为三者联合预测阴性。将预测 HF 的约登指数最大时对应的指标值记为最佳截断点。与 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值单独检验比较, 三者联合检验的灵敏度升高, 差异有统计学意义 ( $\chi^2=4.600$ ,  $P=0.032$ ;  $\chi^2=6.821$ ,  $P=0.009$ ;  $\chi^2=8.036$ ,  $P=0.005$ ); 三者单独检验与联合检验的特异度比较, 差异无统计学意义 ( $\chi^2=0.037$ ,  $P=0.848$ ;  $\chi^2=0.151$ ,  $P=0.697$ ;  $\chi^2=1.023$ ,  $P=0.312$ ); Pairwise 算法检验显示, 与 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值单独检验比较, 三者联合检验的曲线下面积 (AUC) 升高, 差异有统计学意义 ( $Z=2.295$ ,  $P=0.022$ ;  $Z=3.468$ ,  $P=0.001$ ;  $Z=2.774$ ,  $P=0.006$ )。见表 4、图 1。

表 3 Logistic 回归模型分析 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的影响因素

变量	$\beta$	$S_b$	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
年龄	0.557	0.220	6.404	0.011	1.746	1.134~2.688
冠脉 Gensini 积分	1.288	0.547	5.547	0.019	3.626	1.241~10.593
发病至梗死血管开通时间	1.513	0.314	23.180	<0.001	4.539	2.452~8.403
A 值	0.787	0.172	21.001	<0.001	2.198	1.569~3.078
$\kappa$ 值	1.204	0.386	9.743	0.002	3.332	1.565~7.095
$A \times \kappa$ 值	1.351	0.388	12.161	<0.001	3.863	1.807~8.255
常数项	-9.552	1.384	47.643	<0.001	0.000	-

表 4 MCE 定量参数单独及联合检验对 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的预测价值

指标	最佳截断点	灵敏度/%	特异度/%	AUC	95%CI
A 值	7.42 dB	72.22(26/36)	82.61(76/92)	0.834	0.758~0.894
$\kappa$ 值	0.53 $s^{-1}$	66.67(24/36)	83.70(77/92)	0.773	0.691~0.842
$A \times \kappa$ 值	4.96 dB/s	63.89(23/36)	86.96(80/92)	0.802	0.722~0.867
三者联合	-	91.67(33/36)	81.52(75/92)	0.908	0.844~0.952



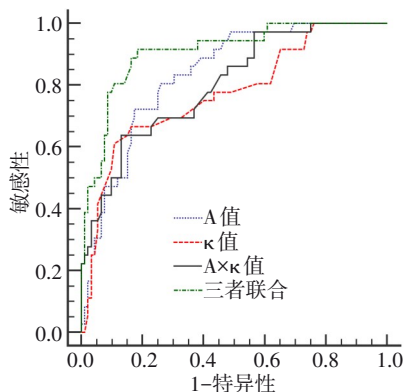


图 1 MCE 定量参数预测 STEMI 患者 PCI 术后  
并发 HF 的 ROC 曲线

### 3 讨论

HF 发生后机体会通过激活神经内分泌、心肌重构等代偿机制暂时改善循环状态，加剧心脏负担及损伤，导致 HF 持续进展<sup>[10-11]</sup>。STEMI 后冠脉发生微循环堵塞，心肌组织微血管密度降低而发生微循环障碍。PCI 后冠脉血流得以恢复，但无法彻底改善心肌微循环障碍，易引发 HF。本研究 PCI 后 STEMI 患者 HF 发生率为 28.13%，与陈祥洲等<sup>[12]</sup>的研究结论 28.00% 基本一致，但稍高于赵晓静等<sup>[13]</sup>的 24.40%，分析原因与患者遗传易感性、生活环境存在差异有关。

本研究结果中，与无 HF 组比较，HF 组 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值降低，且经 Logistic 回归模型显示 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值是 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的影响因素。MCE 是一种利用超声造影剂增强心肌血流和灌注可视化的超声检查技术，可评估心肌微循环的功能和结构，反映心肌灌注情况，从而为诊断心肌缺血、心肌梗死及心肌重构等疾病提供有价值的信息。MCE 过程中使用的造影剂是由微泡组成的液体颗粒，经超声脉冲破坏后进入心肌组织的再充盈过程。由于微泡与红细胞血流动力学特征相似，因此心肌信号强度与微泡浓度密切相关。根据灌注函数公式可获得定量参数 A、 $\kappa$ 、 $A \times \kappa$  值，分别表示心肌血容量、血流速度及血流量，三者值越小表明心肌血容量及血流量越少，血流速度越慢，冠脉循环越差。在关正宇等<sup>[14]</sup>研究中，MCE 可定量评价 PCI 后 STEMI 患者心肌微循环，从而评估 2 型糖尿病合并 STEMI 患者 PCI 后左心室收缩及舒张功能。ZHANG 等<sup>[15]</sup>学者也表明了相似的观点。此外，韦舒静等<sup>[16]</sup>认为，MCE 可作为一种无创、简单并

可靠的影像学方法，评价尼可地尔治疗冠脉慢血流患者改善冠脉微循环的疗效，提示 MCE 在评估冠脉微循环中具有一定价值。本研究 ROC 曲线显示，A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值三者联合对 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的预测价值高于单独预测。MCE 定量参数的获取受限于获取图像质量的优劣，单个检测结果的准确性仍需要提升。多个参数联合检测可有效减少图像质量的干扰，对 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的预测价值也更高。

本研究还发现，年龄、冠脉 Gensini 积分、发病至梗死血管开通时间同样是 STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的影响因素，分析原因为：年龄较大的患者心肌细胞凋亡数量较多，缺血预适应对心肌的保护作用较弱，导致血管开通早期易发生心肌缺血再灌注损伤，扩大梗死面积，加重心肌损伤，HF 发生风险增加，但其为 STEMI 患者 PCI 术后预后的传统影响因素<sup>[17]</sup>；冠脉 Gensini 积分越高，患者冠脉病变越严重，病情越复杂，PCI 后支架内再狭窄、HF 等心血管不良事件发生风险也更高，但研究认为其预测心肌梗死的灵敏度、特异度均较低，预测效能不佳<sup>[18]</sup>；梗死血管开通延迟将加重心功能损伤，胸痛维持时间长，患者面临着更高的 HF 发生风险，但 STEMI 接诊流程复杂，发病至梗死血管开通时间易受院内制度、心肌损伤标志物检测时间及接诊医院经验等多种因素的影响。因此本研究未将年龄、冠脉 Gensini 积分及发病至梗死血管开通时间纳入 ROC 曲线。

综上所述，STEMI 患者 PCI 术后并发 HF 的患者 MCE 定量参数 A 值、 $\kappa$  值、 $A \times \kappa$  值低于无 HF 患者，三者联合检验对 HF 发生预测效能较高，可为临床预防及诊疗提供一定参考。本研究仍存在不足，在筛查出高危患者如何对患者实施有效的干预以降低 STEMI 患者 PCI 术后 HF 发生率尚不清楚，应作为后续研究的重点。

### 参考文献

- [1] BOYTSOV SA, SHAKHNOVICH RM, ERLIKH AD, et al. Registry of acute myocardial infarction. REGION-MI - Russian registry of acute myocardial infarction[J]. Kardiologiya, 2021, 61(6): 41-51.
- [2] DEL BUONO MG, MORONI F, MONTONE RA, et al. Ischemic cardiomyopathy and heart failure after acute myocardial infarction [J]. Curr Cardiol Rep, 2022, 24(10): 1505-1515.
- [3] JENČA D, MELENOVSKÝ V, STEHLIK J, et al. Heart failure after myocardial infarction: incidence and predictors[J]. ESC Heart Fail, 2021, 8(1): 222-237.

- [4] The Writing Committee of the Report on Cardiovascular Health and Diseases in China. 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(6): 521-545.
- [5] 王岚, 王玉良, 王伟民, 等. 心肌声学造影评估急性心肌梗死患者血运重建后冠状动脉微循环障碍的研究[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(10): 985-990.
- [6] 刘佳琪, 刘楠楠, 焦晓芳, 等. 心肌声学造影定量评估急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后心肌微循环功能效果[J]. 临床军医杂志, 2022, 50(5): 478-481.
- [7] 中国医师协会急诊医师分会, 国家卫健委能力建设与继续教育中心急诊学专家委员会, 中国医疗保健国际交流促进会急诊急救分会. 急性冠脉综合征急诊快速诊治指南(2019)[J]. 中国急救医学, 2019, 39(4): 301-308.
- [8] 李臻, 谷红丽, 李锦丽. 心肌声学造影对急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后心肌灌注及预后的评估价值[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(3): 193-198.
- [9] 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. 急性心力衰竭诊断和治疗指南(1)[J]. 中国医刊, 2010, 45(8): 85-89.
- [10] HEIDENREICH PA, BOZKURT B, AGUILAR D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: executive summary: a report of the American college of cardiology/american heart association joint committee on clinical practice guidelines[J]. Circulation, 2022, 145(18): e876-e894.
- [11] CRESPO-LEIRO MG, BARGE-CABALLERO E. Advanced heart failure: definition, epidemiology, and clinical course[J]. Heart Fail Clin, 2021, 17(4): 533-545.
- [12] 陈祥洲, 胡正, 陈静. IL-6 水平对 STEMI 患者接受直接 PCI 术后 30 天新发心衰的预测价值[J]. 微循环学杂志, 2022, 32(4): 31-36.
- [13] 赵晓静, 代江娜, 赵秋兰. 生长停滞特异性基因 6 蛋白可预测老年急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后发生心力衰竭[J]. 内科急重症杂志, 2022, 28(6): 500-503.
- [14] 关正宇, 洪林巍, 张光华, 等. 心肌声学造影超声心动图评估经皮冠状动脉介入治疗后合并 2 型糖尿病 ST 段抬高心肌梗死患者心肌功能及微循环[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(1): 32-36.
- [15] ZHANG JC, MA MW, LI HJ, et al. Early diagnosis of coronary microvascular dysfunction by myocardial contrast stress echocardiography[J]. Math Biosci Eng, 2023, 20(5): 7845-7858.
- [16] 韦舒静, 张亚龙, 万年峰, 等. 心肌声学造影在尼可地尔治疗冠脉慢血流患者改善冠脉微循环的临床疗效应用[J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(9): 1000-1003.
- [17] 姚靖, 靳祺, 李思雪, 等. ST 段抬高型急性心肌梗死患者行 PCI 治疗近期预后影响因素分析[J]. 临床误诊误治, 2023, 36(2): 57-61.
- [18] 吕慧清, 田刚, 张华, 等. 红细胞膜总胆固醇联合 Gensini 评分对经皮冠状动脉介入术后急性冠脉综合征患者近期预后的评估价值研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2021, 29(6): 46-50, 62.

(张咏 编辑)