

# 左心室整体功能指数对急性心肌梗死患者预后的预测价值\*

林青青<sup>1</sup> 柴大军<sup>2</sup> 赵文香<sup>2</sup> 张海琳<sup>2</sup> 林艺敏<sup>1</sup> 林晓燕<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨左心室整体功能指数(LVGFI)对接受经皮冠状动脉介入(PCI)治疗的急性心肌梗死(AMI)患者发生主要不良心血管事件(MACE)的预测价值,并比较其与左心室射血分数(LVEF)的预测效能。方法:回顾性收集2020年12月—2022年6月于我院确诊并行PCI治疗的AMI患者209例,所有患者均在术后48h内行常规心脏超声,并计算LVGFI。随访PCI术后1年MACE发生情况。采用多因素Cox回归分析评估LVGFI与临床结局的相关性,应用受试者工作特征(ROC)曲线比较LVGFI及LVEF对MACE的预测价值。结果:随访期间共有43例(20.6%)患者发生MACE。MACE组LVGFI水平显著低于非MACE组( $P<0.001$ )。Cox回归分析结果显示,调整混杂因素后LVGFI仍是预测MACE的独立因子( $HR=0.796,95\%CI:0.642\sim 0.989,P<0.001$ )。ROC曲线结果显示,LVGFI和LVEF预测MACE的曲线下面积(AUC)分别为0.822、0.745,灵敏度分别为88.6%、67.5%,特异度分别为62.8%、74.4%。Kaplan-Meier生存分析表明,LVGFI $<22.37\%$ 组患者生存率低于LVGFI $\geq 22.37\%$ 组(log rank  $P<0.001$ )。结论:LVGFI是AMI患者PCI术后发生MACE的独立预测因子,且较LVEF表现出更好的预测性能。

**[关键词]** 左心室整体功能指数;急性心肌梗死;主要不良心血管事件;左心室射血分数

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1439.2024.05.007

**[中图分类号]** R542.2 **[文献标志码]** A

## The prognostic value of left ventricular global function index in patients with acute myocardial infarction

LIN Qingqing<sup>1</sup> CHAI Dajun<sup>2</sup> ZHAO Wenxiang<sup>2</sup> ZHANG Hailin<sup>2</sup>  
LIN Yimin<sup>1</sup> LIN Xiaoyan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Ultrasound,<sup>2</sup>Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital, Fujian Medical University, Fuzhou, 350005, China)

Corresponding author: LIN Xiaoyan, E-mail: 239670029@qq.com

**Abstract Objective:** To investigate the predictive value of the left ventricular global function index(LVGFI) for major adverse cardiovascular events(MACE) in patients with acute myocardial infarction(AMI) undergoing percutaneous coronary intervention(PCI), and to compare its predictive efficacy with left ventricular ejection fraction(LVEF). **Methods:** Two hundred and nine AMI patients who underwent PCI in our hospital from December 2020 to June 2022 were included. All patients underwent routine cardiac ultrasound within 48 hours after the procedure, and LVGFI values were calculated. The occurrence of MACE within one year after PCI surgery was followed up. The Multiple factor Cox regression analysis was used to evaluate the correlation between LVGFI and clinical outcomes. The receiver working characteristic curve(ROC) was used to analyse the predictive value of LVGFI and LVEF on MACE. **Results:** Forty-three patients(20.6%) occurred MACE during the follow-up period. The LVGFI level in the MACE group was significantly lower than that in the non-MACE group( $P<0.001$ ). Cox regression analysis showed that LVGFI was still an independent factor for predicting MACE( $HR=0.796,95\%CI:0.642-0.989,P<0.001$ ). The ROC curve analysis showed that the AUC of LVGFI and LVEF in predicting MACE were 0.822 and 0.745, the sensitivities were 88.6% and 67.5%, and the specificities were 62.8% and 74.4%, respectively. Kaplan-Meier survival analysis showed that the survival rate of the LVGFI $<22.37\%$  group was lower than that of the LVGFI $\geq 22.37\%$  group(log rank  $P<0.001$ ). **Conclusion:** LVGFI is an independent predictor of MACE in AMI patients after PCI, and shows better predictive performance compare with LVEF.

**Key words** left ventricular global function index; acute myocardial infarction; major adverse cardiovascular event; left ventricular ejection fraction

\*基金项目:福建省卫健委科技计划项目(No:2022CXB006)

<sup>1</sup>福建医科大学附属第一医院超声医学科(福州,350005)

<sup>2</sup>福建医科大学附属第一医院心内科

通信作者:林晓燕,E-mail:239670029@qq.com

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是急性冠状动脉(冠脉)闭塞引起的一种心肌坏死,已成为人类住院和死亡的主要病因之一<sup>[1]</sup>。尽管近年来经皮冠脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)的发展有效改善了 AMI 患者心肌血流灌注,但仍有部分患者出现主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE),影响预后<sup>[2]</sup>。因此,及时发现与 AMI 患者不良预后相关因素,对改善预后、更好地指导治疗具有重要意义。

研究表明,AMI 患者的心肌损伤伴随着左心室功能和心肌结构的显著改变<sup>[3]</sup>。左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)是迄今为止评价心功能最常用的超声心动图指标。然而,LVEF 仅关注心功能状态,不能全面反映左心室大小及质量等结构信息,重要的是,左心室质量和其他左心室结构参数已被证明与心肌梗死的预后相关<sup>[4]</sup>。这些局限性促使人们寻找新的左心室功能综合指标,其中,左心室整体功能指数(left ventricular global function index, LVGFI)是最有前途的指标之一<sup>[5]</sup>。该指标包含心功能和形态学信息,可反映不同程度左心室重构时的心脏表现,已被证明是预测健康人群及特殊人群(如 ST 段抬高型心肌梗死患者)发生 MACE 的可靠指标<sup>[6-7]</sup>。但由于 LVGFI 尚未被常规测量或报道,其预测价值是否优于 LVEF 尚有争议<sup>[7]</sup>。本研究旨在探讨 LVGFI 对 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 的预测价值,并比较其与 LVEF 的预测效能,为临床早期预测和防治 AMI 后 MACE 的发生提供参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

回顾性纳入 2020 年 12 月—2022 年 6 月在福建医科大学附属第一医院内科住院的 AMI 患者 209 例,其中,男 176 例,女 33 例,年龄 28~94 岁,平均年龄(62.5±11.4)岁。纳入标准:①符合《第四次心肌梗死全球统一定义(2018)》<sup>[8]</sup>;②均于入院 24 h 内行 PCI 治疗。排除标准:①既往有冠脉支架植入术或冠脉旁路移植手术史;②既往有先天性心脏病、心肌病、瓣膜性心脏病等其他心脏疾病;③合并血液系统疾病、风湿免疫系统疾病、恶性肿瘤;④合并严重肝肾功能不全;⑤相关临床资料缺失。本研究经福建医科大学附属第一医院医学伦理委员会批准(No: 闽医大附一伦理医技审[2015]084-2 号)。

### 1.2 资料收集

病史资料采集:查阅病例,记录患者入院时的病史,包括年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、心率、ST 段抬

高型心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)、Killip 分级、病变血管数、发病至 PCI 时间、罪犯血管,以及实验室参数,包括 N 末端 B 型利钠肽前体(N-terminal B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)、心肌肌钙蛋白 I(cardiac troponin I, cTnI)。

### 1.3 超声心动图检查

采用 Philips IE Elite 超声诊断仪,配备 S5-1 探头(频率 1.0~5.0 MHz),统一由一位有经验的超声医师进行测定。所有患者于 PCI 术后 48 h 内行超声心动图图像采集和分析,测量室间隔厚度(interventricular septal thickness, IVST)、左心室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPWT)。采用 Devereux 公式计算左心室质量(left ventricular mass, LVM)及左心室质量指数(left ventricular mass index, LVMI);双平面法获得左心室舒张末期容积(left ventricular end-diastolic volume, LVEDV)、左心室收缩末期容积(left ventricular end-systolic volume, LVESV)及 LVEF,所有参数均测量 3 次取平均值。

LVGFI 的计算根据 Mewton 等<sup>[5]</sup>发表的公式: $LVGFI = \frac{LVSV(mL)}{LVGV(mL)} \times 100\%$ ,其中左心室搏出量(left ventricular stroke volume, LVSV)定义为 LVEDV 与 LVESV 之差,左心室总容积(left ventricular global volume, LVGV)定义为左心室心腔平均容积 $[(LVEDV + LVESV)/2]$ 与心肌容积(LVM/心肌密度)之和,心肌密度取 1.05 g/mL。因此, LVGFI 根据以下公式计算,并以百分比表示:

$$LVGFI = \frac{LVEDV - LVESV}{[(LVEDV + LVESV)/2 + LVM/1.05]} \times 100\%$$

### 1.4 临床终点及患者随访

对所有纳入研究的患者进行 PCI 术后 12 个月的随访,包括院内和院外随访,出院后由经过培训的医生每 3 个月进行 1 次电话和(或)门诊随访。终点事件 MACE 定义为心源性死亡、心力衰竭、再发心肌梗死和非计划再次血运重建。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 26.0 和 R 4.3.0 软件进行统计分析。正态分布的连续性变量采用  $\bar{X} \pm S$  表示,组间比较采用 *t* 检验;非正态分布变量采用  $M(Q_1, Q_3)$  表示,组间比较采用非参数秩和检验;分类变量用百分数表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。运用 Cox 回归分析筛选 MACE 发生的独立预测因子。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线比较 LVGFI、LVEF 的预测效能。采用 Kaplan-Meier 生存曲线评估不同 LVGFI 水平的

AMI 患者的生存率,采用 log rank 检验进行组间比较。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 非 MACE 组与 MACE 组患者临床资料比较

随访期间共有 43 例 (20.6%) 患者发生 MACE,其中心力衰竭 21 例、再发心肌梗死 19 例、心源性死亡 3 例;MACE 组多为左前降支病变;与非 MACE 组相比,MACE 组的 STEMI 比例、Killip  $\geq 2$  级比例、NT-proBNP 及 cTnI 水平均高于非

MACE 组 (均  $P < 0.05$ );两组患者年龄、性别、BMI、SBP、DBP、心率、病变血管数、发病至 PCI 时间比较均差异无统计学意义。见表 1。

### 2.2 非 MACE 组与 MACE 组基线超声心动图参数比较

MACE 组患者 LVGFI、LVEF 和 LVSV 显著降低,LVESV、LVMI 显著升高 (均  $P < 0.05$ )。两组间 LVEDV、IVST 及 LVPWT 比较差异无统计学意义。见表 1。

表 1 非 MACE 组和 MACE 组临床资料及超声心动图参数比较

Table 1 Comparison of basic data and echocardiographic parameters between the non-MACE group MACE and MACE group

例 (%),  $\bar{X} \pm S, M(Q_1, Q_3)$

项目	非 MACE 组(166 例)	MACE 组(43 例)	P
年龄/岁	62.7 $\pm$ 10.9	61.7 $\pm$ 13.1	0.588
男性	136(81.9)	40(93.0)	0.123
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	25.0 $\pm$ 3.3	24.4 $\pm$ 3.0	0.313
SBP/mmHg	122.7 $\pm$ 17.5	118.6 $\pm$ 17.1	0.383
DBP/mmHg	73.5 $\pm$ 10.3	71.9 $\pm$ 12.1	0.463
心率/(次/min)	72.9 $\pm$ 11.2	76.2 $\pm$ 15.1	0.119
STEMI	66(39.8)	32(74.4)	<0.001
Killip $\geq 2$ 级	17(10.2)	25(58.1)	<0.001
病变血管数 $\geq 2$ 支	119(71.7)	35(81.4)	0.198
发病至 PCI 时间/h	4.8(3.0, 10.2)	5.1(3.4, 7.2)	0.490
罪犯血管			0.018
左前降支	68(41.0)	26(60.5)	
左回旋支	41(24.7)	3(7.0)	
右冠脉	57(34.3)	14(32.6)	
NT-proBNP/(pg/mL)	395.4(158.3, 1118.0)	968.5(382.5, 2325.0)	0.001
cTnI/(ng/mL)	0.6(0.1, 2.6)	2.3(0.7, 8.3)	<0.001
IVST/mm	1.0(0.9, 1.1)	1.1(0.9, 1.2)	0.051
LVPWT/mm	0.9 $\pm$ 0.1	1.0 $\pm$ 0.2	0.072
LVEDV/mL	116.0 $\pm$ 27.9	116.4 $\pm$ 31.4	0.927
LVESV/mL	44.4(35.3, 58.1)	55.6(41.0, 70.4)	0.010
LVSV/mL	63.9(56.1, 75.4)	55.2(49.0, 59.6)	<0.001
LVMI/(g/m <sup>2</sup> )	93.7 $\pm$ 20.4	107.1 $\pm$ 40.3	0.041
LVEF/%	57.8 $\pm$ 7.6	50.0 $\pm$ 9.7	<0.001
LVGFI/%	26.9 $\pm$ 3.7	21.3 $\pm$ 4.5	<0.001

### 2.3 AMI 患者发生 MACE 的影响因素

以是否发生 MACE 作为终点指标,将 STEMI、Killip  $\geq 2$  级、罪犯血管、NT-proBNP、cTnI、LVESV、LVSV、LVMI、LVEF、LVGFI 纳入 Cox 生存分析。多因素 Cox 回归分析显示,调整多因素后,LVGFI 与 Killip  $\geq 2$  级仍是 MACE 发生的独立危险因素。见表 2。

### 2.4 LVGFI 与 LVEF 的预测效能评估

ROC 曲线分析显示,LVGFI、LVEF 预测 MACE 的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.822、0.745,截断值分别为 22.37%、56.67%,灵敏度分

别为 88.6%、67.5%,特异度分别为 62.8%、74.4%。表明 LVGFI 对 MACE 的预测价值较 LVEF 更高。见图 1。

### 2.5 不同 LVGFI 水平患者的 Kaplan-Meier 生存分析

根据截断值,将患者分为 LVGFI < 22.37% 与 LVGFI  $\geq 22.37\%$  两组,Kaplan-Meier 分析显示,在 12 个月的随访期间,LVGFI < 22.37% 组生存率低于 LVGFI  $\geq 22.37\%$  组 (log rank  $P < 0.001$ )。见图 2。

表 2 PCI 术后 MACE 发生影响因素的 Cox 回归分析

Table 2 Influencing factors of MACE after PCI analyzed by Cox regression analysis

参数	单因素		多因素	
	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P
STEMI	3.76(1.89~7.46)	<0.001	1.153(0.510~2.608)	0.733
Killip $\geq$ 2 级	7.26(3.94~13.36)	<0.001	2.659(1.229~5.751)	0.013
罪犯血管	0.76(0.53~1.09)	0.132		
NT-proBNP	2.44(1.46~4.06)	0.001	0.978(0.756~1.102)	0.225
cTnI	1.08(1.03~1.12)	0.001	1.034(0.983~1.087)	0.197
LVESV	1.02(1.01~1.03)	0.005	0.982(0.926~1.041)	0.534
LVSV	0.95(0.93~0.98)	<0.001	1.007(0.944~1.074)	0.841
LVMi	1.02(1.01~1.02)	0.001	0.999(0.977~1.023)	0.959
LVEF	0.93(0.90~0.95)	<0.001	0.971(0.828~1.140)	0.721
LVGFI	0.78(0.73~0.83)	<0.001	0.796(0.642~0.989)	<0.001

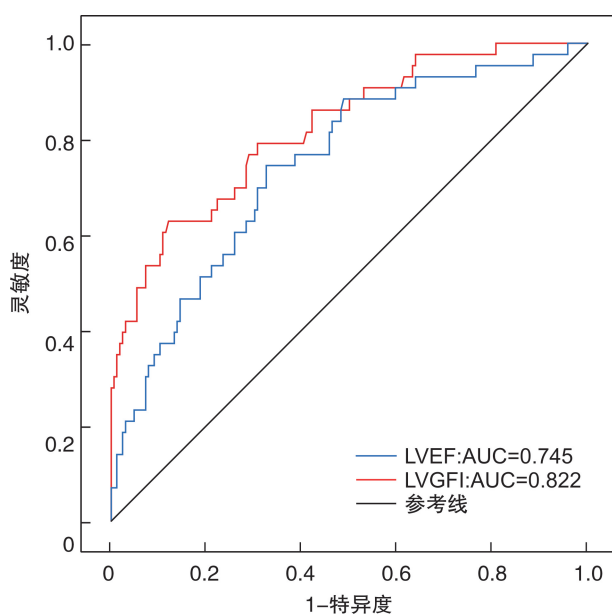
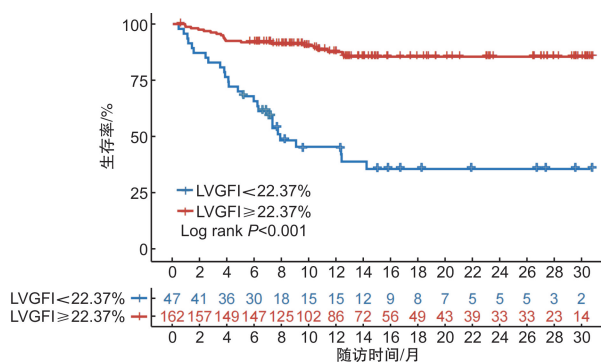


图 1 LVGFI 及 LVEF 预测 MACE 发生的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curves for MACE occurrence predicting by LVGFI and LVEF

图 2 LVGFI < 22.37% 与 LVGFI  $\geq$  22.37% 患者的 Kaplan-Meier 生存曲线Figure 2 Kaplan-Meier survival curves in groups with LVGFI < 22.37% or LVGFI  $\geq$  22.37%

### 3 讨论

本研究发现 AMI 经 PCI 治疗后发生 MACE 的患者 48 h 内的 LVGFI 水平明显低于非 MACE 患者。其次, LVGFI 是预测 MACE 发生的独立危险因素, 与 LVEF 相比, LVGFI 在预测 MACE 方面表现出更好的性能。

尽管近年来随着 PCI 再灌注技术的发展, AMI 患者病死率显著降低, 但 MACE 发生率仍然较高, 严重影响预后。及时识别高危患者, 预防 MACE 发生, 已成为临床医生面临的新挑战。LVEF 是迄今为止评价心功能最重要的指标, 被广泛用于危险分层, 但其在预测 MACE 的预后方面存在争议, 尤其是在 LVEF 保留的患者中<sup>[9]</sup>。此外, LVEF 没有完全考虑左心室心肌本身的重塑过程, 而任何左心室病理性重塑都与不良预后密切相关。事实上, 在本研究中, LVEF 及 LVMi 仅在单因素分析中显示出对 MACE 的预测价值, 而在多因素分析中不显著, 这一结果表明, 对不良结局的全面预测需要的不仅仅是单一的结构或功能测量。因此, 结合了左心室功能与结构的 LVGFI 能够合理、全面地描述心脏性能, 可能是一个改善结果预测的新参数。

LVGFI 最初由 Mewton 等<sup>[5]</sup> 提出, 是首个全面整合左心室大小和质量以及整体收缩功能信息的新指标。在 Mewton 等的研究中, LVGFI 在预测健康个体不良心血管事件方面的表现优于 LVEF。随后, 一项急性冠脉综合征(ACS) 患者预后的研究也支持了这一点<sup>[10]</sup>。在本研究中, MACE 组 48 h 内的 LVGFI 较非 MACE 组显著降低, 这可能是由于 LVGFI 与心肌梗死后心肌损伤程度密切相关, LVGFI 受损的患者往往具有较大的梗死面积以及较少的心肌保留, 导致预后较差。较大的梗死区与每搏输出量降低相关, 而心肌梗死后左室容积增加导致不良重塑, 从而影响 LVGFI。此外, 多因素 Cox 回归分析显示, LVGFI 是与



MACE 风险独立相关的预测因子,并且相较于 LVEF 在预测 MACE 方面表现出更优越的诊断性能。这些结果强调了利用 LVGFI 整合心脏重塑的左心室结构成分来评估左心室心脏功能和长期预后的优势,与 LVEF 相比,包含不良心肌重构结构成分的左室功能指标可能具有更大的预后价值。

虽然 LVGFI 最初衍生自心脏磁共振(CMR),但与 CMR 相比,超声心动图具有更大的临床适用性,通过使用超声心动图中的标准参数可轻松计算 LVGFI,无需额外的测量和技术,这使得 LVGFI 在临床诊断实践中广泛应用成为可能。在本研究中,当 LVGFI < 22.37% 时, MACE 发生率显著提高,这一临界值与既往同样使用超声心动图评估 LVGFI 的研究结果相近<sup>[10-11]</sup>,但略低于 Reinstadler 等<sup>[7]</sup>的研究队列(22.37% vs 29%),主要原因如下:首先,Reinstadler 等<sup>[7]</sup>的研究应用 CMR 获取 LVGFI,两种成像方式的不同可能是造成 LVGFI 差异的原因;其次,本研究人群为亚洲人,而 Reinstadler 等<sup>[7]</sup>的研究人群为白种人,这种结果偏差提示 LVGFI 可能受到成像模式以及患者种族的影响,今后还需进行更深入的大型队列研究。

本研究的不足之处在于样本量少,且为回顾性单中心研究,研究结果可能存在偏倚;此外,由于持续的重构过程,LVGFI 可能随着再灌注后的时间而改变;因此今后需要在梗死后的不同时间点和使用不同的无创成像技术进一步研究,以证实 LVGFI 的临床价值。

综上所述,LVGFI 是预测 AMI 患者 PCI 术后发生 MACE 有力的独立预测因子,其预测性能可能优于 LVEF,可作为心血管疾病患者筛查、监测及风险分层的新参数。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Di Chiara A, Clagnan E, Valent F. Epidemiology and mortality in an Italian region after the adoption of the universal definition of myocardial infarction[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2020, 21(1):34-39.
- [2] 徐芳,徐俊杰,吴春苑,等.左室心肌做功对急性心肌梗死患者急诊 PCI 术后 MACE 发生的预测价值[J]. *临床心血管病杂志*, 2022, 38(12):960-966.
- [3] Frantz S, Hundertmark MJ, Schulz-Menger J, et al.

Left ventricular remodelling post-myocardial infarction: pathophysiology, imaging, and novel therapies [J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(27):2549-2561.

- [4] Karuzas A, Rumbinaite E, Verikas D, et al. Accuracy of three-dimensional systolic dyssynchrony and sphericity indexes for identifying early left ventricular remodeling after acute myocardial infarction[J]. *Anatol J Cardiol*, 2019, 22(1):13-20.
- [5] Mewton N, Opdahl A, Choi EY, et al. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging—a novel marker for assessment of cardiac performance for the prediction of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis [J]. *Hypertension*, 2013, 61(4):770-778.
- [6] Nwabuo CC, Moreira HT, Vasconcellos HD, et al. Left ventricular global function index predicts incident heart failure and cardiovascular disease in young adults: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(5):533-540.
- [7] Reinstadler SJ, Klug G, Feistritz HJ, et al. Prognostic value of left ventricular global function index in patients after ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17(2):169-176.
- [8] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(18):2231-2264.
- [9] Stiermaier T, Backhaus SJ, Lange T, et al. Cardiac Magnetic Resonance Left Ventricular Mechanical Uniformity Alterations for Risk Assessment After Acute Myocardial Infarction [J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8(16):e011576.
- [10] Kapustina AY, Minushkina LO, Alekhin MN, et al. Left ventricular global function index as a predictor of adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome [J]. *Kardiologija*, 2021, 61(8):23-31.
- [11] Doganay B, Celebi OO. Prognostic role of the left ventricular global function index in predicting major adverse cardiovascular events in acute coronary syndrome patients [J]. *Biomark Med*, 2023, 17(1):5-16.

(收稿日期:2023-12-08)