

急性心肌梗死患者不同 CSI 对血清 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平的影响及与心脏超声特点的相关性研究*

梁微¹ 张尧平¹ 刘佳¹ 赵高芳¹ 陈秀琼²

(1. 四川绵阳四〇四医院医学超声科, 四川 绵阳 621000; 2. 剑阁县人民医院检验科, 四川 广元 628300)

【摘要】 目的 探究急性心肌梗死(AMI)患者不同声学造影积分指数(CSI)对血清肌钙蛋白 I(cTnI)、心脏型脂肪酸结合蛋白(H-FABP)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)水平的影响及与心脏超声特点的相关性研究。方法 选取 2019 年 3 月—2021 年 3 月四川绵阳四〇四医院收治的 90 例 AMI 患者,患者均接受心肌声学造影检查(MCE),并以检查结果作为患者心肌灌注水平的评价标准,根据患者的 CSI 将所有患者分为 A 组(CSI \geq 0.75, $n=50$)和 B 组(CSI $<$ 0.75, $n=40$)。所有患者均进行心脏超声检查,检测患者血清 cTnI、H-FABP、CK-MB 等心肌损伤标志物水平,并探究患者心脏超声特点与心肌灌注水平间的相关性。结果 B 组 LA、LVD 值高于 A 组, E、A、E/A、LVEF 值低于 A 组($P<0.05$), 两组间 LVMI 比较差异无统计学意义($P>0.05$)。B 组患者的 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平均高于 A 组患者($P<0.05$)。经相关性分析可知患者 LA、LVD、LVEF 水平与心肌灌注水平呈负相关($P<0.05$), E、E/A 与患者心肌灌注水平呈正相关($P<0.05$)。结论 AMI 患者心脏超声特点与心肌灌注水平具有一定相关性, CSI 评分越低, 患者的 LA、LVD、LVEF 水平越高, E、E/A 值越低, 患者的心肌损伤标志物水平越高。

【关键词】 急性心肌梗死; 心肌灌注水平; 心脏超声; 相关性

【中图分类号】 R541; R816.2 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 12. 028

The influence of different CSI on serum cTnI, H-FABP, CK-MB levels in patients with acute myocardial infarction and its correlation with cardiac ultrasound characteristics

LIANG Wei¹, ZHANG Yaoping¹, LIU Jia¹, ZHAO Gaofang¹, CHEN Xiuqiong²

(1. Department of Medical Ultrasound, Mianyang 404 Hospital, Mianyang 621000, Sichuan, China;

2. Department of Laboratory, Jiange People's Hospital, Guangyuan 628300, Sichuan, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the effects of different contrast acoustic scores (CSI) on serum troponin I (cTnI), cardiac fatty acid binding protein (H-FABP) and creatine kinase isoenzyme (CK-MB) levels in patients with acute myocardial infarction (AMI) and their correlation with cardiac ultrasound characteristics. **Methods** Ninety patients with AMI admitted to our hospital from March 2019 to March 2021 were selected. All patients received myocardial contrast acoustic examination (MCE), and the examination results were used as the evaluation criteria for the myocardial perfusion level of patients. According to the patients' CSI, all patients were divided into group A (CSI \geq 0.75, $n=50$) and group B (CSI $<$ 0.75, $n=40$). All patients underwent cardiac ultrasound examination to detect the levels of serum markers of myocardial injury such as cTnI, H-FABP and CK-MB, and to explore the correlation between the characteristics of cardiac ultrasound and the level of myocardial perfusion. **Results** There were statistical differences in LA, LVD, LVEF, E, A, E/A between the two groups, and the values of LA, LVD in group B were higher than those in group A, and the values of E, A, E/A, LVEF were lower than those in group A ($P<0.05$), but there was no statistically significant difference in LVMI between the two groups ($P>0.05$). There were statistical differences in the levels of cTnI, H-FABP and CK-MB between the two groups, and the levels in group B were higher than those in group A ($P<0.05$). Correlation analy-

基金项目:2020 年绵阳市卫健委科研课题(202053)

引用本文:梁微,张尧平,刘佳,等.急性心肌梗死患者不同 CSI 对血清 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平的影响及与心脏超声特点的相关性研究[J].

西部医学,2024,36(12):1863-1867. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 12. 028

sis showed that the levels of LA, LVD and LVEF were negatively correlated with the level of myocardial perfusion, while E and E/A were positively correlated with the level of myocardial perfusion. **Conclusion** There is a correlation between cardiac ultrasound characteristics and myocardial perfusion level in AMI patients, the lower the CSI score, the higher LA, LVD, LVEF levels, and lower E and E / A values, and the higher the level of myocardial injury markers.

【Key words】 Acute myocardial infarction; Myocardial perfusion level; Cardiac ultrasound; Correlation

急性心肌梗死 (Acute myocardial infarction, AMI) 是由于心肌灌注水平快速下降导致的心肌缺血坏死, 具有较高的死亡率, 及时诊断并有效干预是延长患者生存期及改善生活质量的关键^[1-2]。肌钙蛋白 I (Cardiac troponin I, cTnI)、心脏型脂肪酸结合蛋白 (Heart fatty acid-binding protein, H-FABP) 及肌酸激酶同工酶 (Creatine kinase isoenzyme, CK-MB) 是临床用于 AMI 诊断及预后评估的常用指标物^[3-5]。上述指标物水平在心肌损伤早期就会出现变化, 在诊断 AMI 中的敏感度及特异度较为理想, 但其易受检测条件等因素的影响, 为了提高诊断准确率往往需要联合其他方式。心脏超声作为一种具有易操作性、无创性、经济性特点的重要检查手段, 在 AMI 的诊断和评估中具有重要价值^[6-7]。研究表明^[8], 心肌微循环受损程度决定了患者预后情况, 可以将检测微循环作为诊断的重点。心肌声学造影 (Myocardial contrast echocardiography, MCE) 是临床近年来常用的影像学技术, 其可以显示直径小于 10 μm 的微血管, 反映心肌微循环^[9-10]。临床常依据声学造影积分指数 (Contrast Sonography Index, CSI) 评分对患者心肌灌注情况进行区分及分析^[11]。但有关心脏超声与 MCE 的相关性研究相对较少, 基于上述研究基础, 本研究依据心肌造影超声心动图 (Myocardial echocardiography, MCE) 检查出的 CSI 评分结果对患者进行分组, 探究 AMI 患者心脏超声特点与心肌灌注水平的相关性, 以期为临床提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 3 月—2021 年 3 月四川绵阳四〇四医院收治的 90 例 AMI 患者, 患者均接受 MCE 检查, 并以检查结果作为患者心肌灌注水平的评价标准, 根据患者的 CSI 评分将所有患者分为 A 组 (CSI ≥ 0.75 , $n=50$) 和 B 组 (CSI < 0.75 , $n=40$)。纳入标准: ①所有患者均符合中华医学会心血管分会关于 AMI 的诊断标准^[12]: 临床表现为胸痛及胸骨后部不适, 患者心电图检查提示心肌缺血或心肌损伤, 并伴有肌钙蛋白 T (Troponin T, cTnT) 和 cTnI 的升高, 且患者经冠状动脉造影或超声心动图证实存在心肌损伤或心肌梗死。②患者年龄大于 18 岁。③患者无精神疾病, 神志清醒, 具有基本沟通能力。④患

者均为首次发病。⑤患者临床资料完整。排除标准: ①患者存在凝血功能障碍或其他血液系统疾。②患者患有其他心脏疾病, 或患者存在既往心脏手术史。③患者存在严重的心率失常, 包括患者存在心房颤动、心室颤动、严重心动过缓、持续性心动过速等, 伴有可能由上述心率失常带来的晕厥、眩晕、胸痛、呼吸困难等症状。本研究所有患者均知情同意。

1.2 方法 所有患者接受经静脉 MCE 检测, 使用 Philips iE33 型彩色多普勒诊断仪, 配备有造影剂心肌显像程序软件, 设置探头频率为 2.5~3.5 MHz。MCE 设置条件: 机械指数 1.02, R 波触发成像, 触发间隔为 10 个心动周期, 触发后成像 3 帧。存储时间为 20 s。经肘正中静脉快速推注 2.4 mL 造影剂 SonoVue 造影剂 (意大利博莱科国际有限公司), 于二腔心、心尖四腔心、左室短轴切面进行心肌显影, 连续采集图像, 见图 1。进行心肌造影计分 (Myocardial contrast score, MCS), 其中心肌回声均匀增强记为 1 分, 回声不均呈斑片状增强记为 0.5 分, 无心肌显像则为 0 分。计算与再血管化相关节段 MCS 之和除以节段数之和, 记为 CSI。患者取侧卧位, 采用飞利浦 IU22 彩色超声诊断仪行心脏超声检查, 探头频率 2~4 MHz。于左室长轴、左室系列短轴、心尖两腔切面分析心室运动状况, 测定相关参数。采集受试者 3 mL 空腹静脉血, 以 3 000 r/min 的速度离心 15 min, 取上层血清待测, 采用双抗体夹心酶联免疫吸附法检测 H-FABP 水平, 采用全自动生化仪检测 cTnI、CK-MB 水平。

1.3 观察指标 对所有患者均进行心脏超声检查, 记录患者的各项指标水平, 包括患者的左房前后径 (Left atrial anteroposterior diameter, LA)、左室舒张末期内径 (Left ventricular end-diastolic diameter, LVD)、左室重量指数 (Left ventricular mass index, LVMI)、左室射血分数 (Left ventricular ejection fraction, LVEF)、二尖瓣早期最大血流充盈速度 (Early maximum flow velocity across the mitral valve, E)、晚期最大血流充盈速度 (Late maximum flow velocity across the mitral valve, A) 和 E/A; 取患者外周静脉血, 以酶联免疫吸附法对患者血清中检测患者血清肌钙蛋白 I (Cardiac troponin I, cTnI)、心脏型脂肪酸结

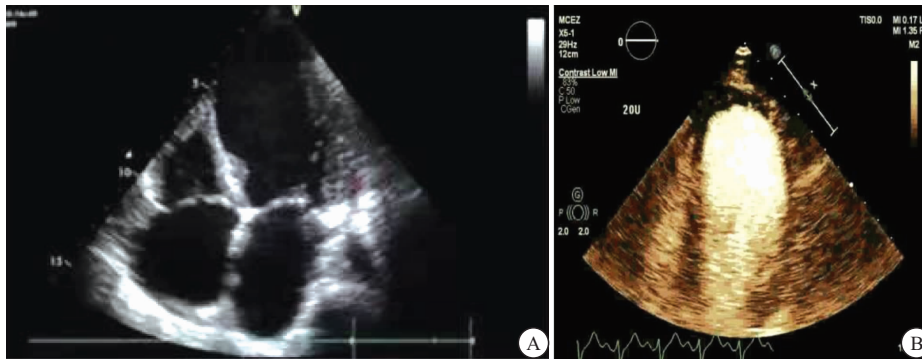


图 1 心肌声学造影图

Figure 1 Echocardiogram

注: A. 左室心尖圆钝, 室壁变薄; B. 心脏超声造影, 显示心尖部心肌灌注缺损。

合蛋白 (Heart-type fatty acid-binding protein, H-FABP)、肌酸激酶同工酶 (Creatine kinase-MB, CK-MB) 等心肌损伤标志物水平进行检测, 比较两组间差异。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 23.0 软件对数据进行处理, 符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 进行独立样本 t 检验; 对于患者的各项计数资料以 (%) 表示, 采用 χ^2 检验; 采用 Spearman 相关性分析对患者心脏超声特点与心肌灌注水平间的相关性进行探究。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较 两组间年龄、性别、家族史等一般资料比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

2.2 两组患者心脏超声检查结果比较 B 组 LA、LVD 值高于 A 组, E、A、E/A、LVEF 值低于 A 组 ($P <$

表 1 两组患者一般资料比较 $[(\bar{x} \pm s), n(\times 10^{-2})]$

Table 1 Comparison of general data between the two groups

项目	A 组 ($n=50$)	B 组 ($n=40$)	t/χ^2	P
年龄 (岁)	48.57 ± 10.57	49.56 ± 11.23	0.435	0.664
性别			0.020	0.887
男	23(46.00)	19(47.50)		
女	27(54.00)	21(52.50)		
家族史			0.009	0.924
有	22(44.00)	18(45.00)		
无	28(56.00)	22(55.00)		
吸烟史	12(24.00)	11(27.50)	0.143	0.705
高血压病	15(30.00)	16(40.00)	0.984	0.321
高脂血症	13(26.00)	12(30.00)	0.177	0.674
糖尿病	9(18.00)	8(20.00)	0.058	0.810
心功能分级			3.737	0.053
≤ III 级	21(42.00)	25(62.50)		
> III 级	29(58.00)	15(27.50)		

0.05), 两组间 LVMI 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

表 2 两组患者心脏超声检查结果比较 $(\bar{x} \pm s)$

Table 2 Comparison of cardiac ultrasound findings between the two groups

组别	n	LA(cm)	LVD(cm)	LVMI(g/m ²)	LVEF (%)	E(m/s)	A(m/s)	E/A
A 组	50	2.91 ± 0.23	4.79 ± 0.23	90.03 ± 7.45	54.12 ± 6.45	0.67 ± 0.11	0.74 ± 0.13	0.98 ± 0.21
B 组	40	3.15 ± 0.34	4.98 ± 0.28	92.13 ± 7.89	51.23 ± 6.35	0.52 ± 0.15	0.68 ± 0.11	0.77 ± 0.20
t		-3.820	-3.535	-1.286	2.127	5.288	2.371	4.841
P		<0.001	0.001	0.202	0.036	<0.001	0.020	<0.001

2.3 两组 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平比较 B 组患者的 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平均高于 A 组患者 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 两组 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平比较 $(\bar{x} \pm s)$

Table 3 Comparison of cTnI, H-FABP, and CK-MB levels between the two groups

组别	n	H-FABP(ng/mL)	cTnI (μ g/L)	CK-MB(U/L)
A 组	50	3.46 ± 0.65	0.89 ± 0.09	69.32 ± 12.12
B 组	40	5.87 ± 0.45	1.56 ± 0.54	78.78 ± 16.45
t		-20.732	-7.761	-3.037
P		<0.001	<0.001	0.003

2.4 心脏超声特点与心肌灌注水平间的相关性 对患者的心脏超声特点与心肌灌注水平进行相关性分析, 可知患者 LA、LVD、LVEF 水平与心肌灌注水平呈负相关 ($P < 0.05$), E、E/A 与患者心肌灌注水平呈正相关, 见表 4。

3 讨论

AMI 是一种死亡率较高的心血管疾病, 尽早发现并干预是延长患者生存期的重要环节。心肌微循环障碍会加重心肌缺血症状。MCE 是临床常用于评估

表 4 心脏超声特点与心肌灌注水平间的相关性

Table 4 Correlations between cardiac ultrasound characteristics and myocardial perfusion levels

项目	LA	LVD	LVEF	E	A	E/A
心肌灌注水平	r -0.509	-0.511	-0.221	0.517	0.194	0.422
	P <0.001	<0.001	0.037	<0.001	0.067	<0.001

心肌灌注情况的方法,在检查时经静脉注入声诺维造影剂,当微气泡通过心肌微血管床时,会显示心肌显影结果^[13]。心脏超声是临床诊断和评估 AMI 的常用方法。目前较少有研究探究 AMI 患者的心脏超声特点与心肌灌注水平之间的相关性,本研究基于此问题进行探究。

以往临床通过静息状态下 MCS 评分来判断心肌存活情况,以 2 分为分界点,单独使用该评分的敏感性 & 特异性有待提高。再血管化相关节段 MCS 之和除以节段数之和,记为 CSI,CSI 能够更好地评判存活心肌。借助一定方法使得冠状动脉扩张,引起相应研究节段血流增加、氧耗量减低、内皮细胞损伤降低,存活心肌与非存活心肌再灌注情况及梗死状态存在差异。本研究结合 MCE 评价结果、根据 CSI 评分将患者分为两组,本研究结果显示,B 组 LA、LVD、LVEF 值高于 A 组,E、A、E/A 值则低于 A 组。提示 AMI 患者心脏超声特点与心肌灌注水平具有一定相关性,CSI 评分越低,患者的 LA、LVD、LVEF 水平越高,E、E/A 值越低。心室重构是引起 AMI 心功能损伤的重要原因,心脏超声可以准确显示心室重构现象,且与患者预后有明显关系^[14-15]。CSI 值低于正常值的 AMI 患者的心室壁承受的牵引力及压力负荷发生重置及改变,导致梗死区域向外扩展,而未梗死区域的心室壁被明显牵拉,此时造成心室壁不规则波动,心室重构变得更加严重,心脏超声检测出的 LA、LVD、LVEF 减少,E、A、E/A 值升高。心肌灌注异常会对心脏整个泵注功能造成影响。因此,对于 CSI 值低的患者要尽快恢复心肌血流灌注^[16]。本研究中利用心脏超声观察了心室重构相关参数,对梗死区域的状态及心室结构、室壁运动进行反映。而 MCE 可分析心肌缺血的区域及程度,通过造影剂微泡弥散的速度来定量分析心肌血流速度,进而对心肌微循环血流灌注进行定量反映^[17-18]。本研究得出 MCE 测得的心肌灌注水平与心脏超声特点具有一定相关性,两种方式均可对 AMI 的诊断及评估提供参考。当心肌微循环受损时,粥样斑块引起远端微血管栓塞,导致“无复流”或“慢血流”,MCE 可评估冠脉微循环情况,反映心肌微血管的完整性及血流灌注情况。

cTnI、H-FABP、CK-MB 是临床常用的心肌细胞

损伤标志物,其水平变化可被用于诊断 AMI 并评估患者预后^[19-20]。本研究发现,两组间 cTnI、H-FABP、CK-MB 水平比较存在统计学差异,且 B 组患者的各水平均高于 A 组患者($P < 0.05$)。提示心肌灌注情况不佳,上述指标水平也存在显著变化。CSI 评分越低者,心肌灌注量越不足,势必会影响心肌细胞结构及功能,造成心肌细胞受损,患者体内 H-FABP 大量合成,并释放进入血液中。cTnI 及 CK-MB 也会被释放出来,因而在外周血中检测出上述指标水平显著增加^[21]。

心脏超声再评估心肌节段性运动及心功能方面的效果较好,且此方案无创、安全,在临床被广泛应用^[22-23]。其中 LVEF 随 AMI 患者心功能恶化而降低,E、A、E/A 值随之增高。MCE 具有分辨率高、检查方便、可床旁检查等优势,被认为是心肌微循环血流灌注评估的有效手段。进一步经相关性分析可知患者 LA、LVD、LVEF 水平与心肌灌注水平呈负相关,E、E/A 与患者心肌灌注水平呈正相关。可见 AMI 患者心脏超声特点与心肌灌注水平具有一定相关性,CSI 评分越低,患者的 LA、LVD、LVEF 水平越高,E、E/A 值越低,患者的心肌损伤标志物水平越高。

4 结论

AMI 患者心脏超声特点与心肌灌注水平具有一定相关性,CSI 评分越低,患者的 LA、LVD、LVEF 水平越高,E、E/A 值越低,患者的心肌损伤标志物水平越高。

【参考文献】

- [1] VLASTOS D, IKONOMIDIS I, ANDREADOU I, *et al.* Vascular conditioning prevents adverse left ventricular remodelling after acute myocardial infarction; a randomised remote conditioning study[J]. *Basic Res Cardiol*, 2021,116(1):9-13.
- [2] MARC B, MATHIEU M, THIBAUT T, *et al.* Cardiac magnetic resonance diagnosis of septal acute myocardial infarction secondary to first septal perforator occlusion causing complete atrioventricular block[J]. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, 2021,22(11):e162.
- [3] 李傲航,田媛媛,高琰,等. H-FABP 和 RDW 及 NT-proBNP 水平应用于急性非 ST 段抬高型心肌梗死诊断的价值分析[J]. *中华全科医学*, 2021, 19(11):1908-1911.
- [4] MOON M G, YOON C H, LEE K, *et al.* Evaluation of Heart-type Fatty Acid-binding Protein in Early Diagnosis of Acute Myocardial Infarction[J]. *J Korean Med Sci*, 2021,36(8):e61.
- [5] LI F, ZHAO A, LI Z, *et al.* Multifunctionalized Hydrogel Beads for Label-Free Chemiluminescence Imaging Immunoassay of Acute Myocardial Infarction Biomarkers[J]. *Anal Chem*, 2022, 94(5):2665-2675.
- [6] 江雪,柏晓玲,逢锦,等. 基于风险评估需求筛选 PCI 术后心梗再梗或复发的预测变量[J]. *重庆医学*, 2022, 51(5): 769-773,778.

- [7] SUCATO V, TESTA G, PUGLISI S, *et al.* Myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA): Intracoronary imaging-based diagnosis and management[J]. *J Cardiol*, 2021, 77(5):444-451.
- [8] MA H, DAI X, YANG X, *et al.* Clinical and imaging predictors of impaired myocardial perfusion in symptomatic patients after percutaneous coronary intervention: insights from dynamic CT myocardial perfusion imaging. [J]. AME Publishing Company, 2021, 11(7):3327-3337.
- [9] WANG Y, ZHAO X X, ZHOU P, *et al.* Residual SYNTAX score in relation to culprit-plaque characteristics and cardiovascular risk in acute myocardial infarction; an optical coherence tomography study[J]. *European Heart Journal*, 2021, 6(5):22-24.
- [10] LYU W Y, QIN C Y, WANG X T, *et al.* The application of myocardial contrast echocardiography in assessing microcirculation perfusion in patients with acute myocardial infarction after PCI[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1):233-235.
- [11] WANG J, YANG M, YANG Z, *et al.* Long-Term Prognostic Value of Myocardial Viability by Myocardial Contrast Echocardiography in Patients after Acute Myocardial Infarction: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(10):1429-1432.
- [12] 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, 《中国循环杂志》编辑委员会. 急性心肌梗死诊断和治疗指南 [J]. *中华心血管病杂志*, 2001, 29(12):710-725.
- [13] FRANTZ S, HUNDERTMARK M J, 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.
- [14] 程建中, 王佩佩, 周海霞, 等. 三维超声斑点追踪成像预测急性心肌梗死患者介入术后主要心脏不良事件的价值[J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2022, 57(3):383-387.
- [15] ZHOU Y X, HU Y G, CAO S, *et al.* Prognostic value of myocardial contrast echocardiography in acute anterior wall ST-segment elevation myocardial infarction with successful epicardial recanalization [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2022, 10(8):1007-1009.
- [16] LIN Y, GUAN X, REN K, *et al.* Low-dose dobutamine stress myocardial contrast echocardiography for the evaluation of myocardial microcirculation and prediction of overall cardiac function recovery[J]. *Exp Ther Med*, 2020, 20(2):1315-1320.
- [17] 侯海文, 郝汇聪, 韩晓娟, 等. 心肌声学造影评估心肌灌注状态在急性心肌梗死患者诊断及 PCI 术后疗效评估中的应用价值 [J]. *解放军医药杂志*, 2022, 34(10):12-15.
- [18] 邓容, 李广权, 苟甜甜, 等. 血清 D-二聚体、纤维蛋白原检测联合血栓弹力图对急性心肌梗死预后的评估价值 [J]. *西部医学*, 2022, 34(7):1056-1060.
- [19] 肖春红, 刘茉莉, 申良红, 等. 超声心动图联合 H-FABP 在心肌梗死患者左心功能评估中的应用价值 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2021, 20(17):1834-1838.
- [20] 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.
- [21] SHI Z, XU Z, HU J, *et al.* Ascorbic acid-mediated organic photoelectrochemical transistor sensing strategy for highly sensitive detection of heart-type fatty acid binding protein [J]. *Biosens Bioelectron*, 2022, 201(8):e113958.
- [22] 靳文英, 朱天刚, 王岚, 等. 急性心肌梗死患者介入术后早期超声心肌灌注评分与心功能的相关性 [J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(4):398-401.
- [23] 陈亚南, 郭秋红, 姜涛, 等. 冠心舒通胶囊对急性 ST 段抬高型心肌梗死急诊介入术后微循环功能以及预后的影响 [J]. *实用医学杂志*, 2021, 37(5):671-675.

(收稿日期:2023-08-11;修回日期:2023-10-24;编辑:黎仕娟)

(上接第 1862 页)

- [13] ANDREASEN L A, TABOR A, NØRGAARD L N, *et al.* Why we succeed and fail in detecting fetal growth restriction: a population-based study[J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2021, 100(5):893-899.
- [14] MARTÍN-PALUMBO G, DUQUE ALCORTA M, ATANASOVA V B, *et al.* Prenatal prediction of very late onset small-for-gestational age newborns in low-risk pregnancies[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(25):9816-9820.
- [15] JONES S L, AVIRAM A, PORTO L, *et al.* Uterine artery Doppler to predict growth restriction in cases of abnormal first trimester analytes[J]. *Placenta*, 2021, 106:22-24.
- [16] 李坤, 褚翠雯, 陶均佳. 腹部超声子宫动脉血流参数预测孕早期先兆流产及胎儿生长受限价值 [J]. *中国计划生育学杂志*, 2022, 30(8):1823-1826.
- [17] HE B, HU C, ZHOU Y. First-trimester screening for fetal growth restriction using Doppler color flow analysis of the uterine artery and serum PAPP-A levels in unselected pregnancies [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 34(23):3857-3861.
- [18] GAIRABEKOVA D, ROSMALEN J V, DUVEKOT J J. Outcome of early-onset fetal growth restriction with or without abnormal umbilical artery Doppler flow [J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2021, 100(8):1430-1438.
- [19] 张帅, 谢惠婷. 多普勒超声检测脐动脉、大脑中动脉血流参数在胎儿生长受限诊断中的价值 [J]. *检验医学与临床*, 2021, 18(11):1604-1606.
- [20] CODY F, MULLERS S, FLOOD K, *et al.* Correlation of maternal body mass index with umbilical artery Doppler in pregnancies complicated by fetal growth restriction and associated outcomes [J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2021, 154(2):352-357.
- [21] 马楠, 陈静, 李媛媛. 彩色多普勒血流参数对胎儿生长受限的诊断价值 [J]. *影像科学与光化学*, 2021, 39(4):556-559.
- [22] YU X, YAO Y, WANG D, *et al.* Prediction of fetal growth restriction or fetal umbilical arterial/venous blood flow index evaluated by ultrasonic doppler under intelligent algorithm [J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022:7451185.
- [23] 符建, 杨月华, 陈亮, 等. 子宫动脉和脐动脉血流动力学参数对晚发型胎儿宫内生长受限的预测价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 2021, 37(9):1035-1039.

(收稿日期:2023-04-12;修回日期:2024-05-10;编辑:黎仕娟)