

论 著

FT-CMRI技术评估ST抬高型急性心肌梗死PCI术后微循环障碍的临床价值*

董欣欣^{1,2} 钱丽霞^{3,*}

1.山西医科大学影像学院(山西太原 030012)

2.临汾市中心医院医学影像科

(山西临汾 041000)

3.山西医科大学第三临床医学院 山西白求

恩医院(山西医学科学院)放射科

(山西太原 030012)

【摘要】目的 探讨心脏磁共振特征追踪技术(FT-CMRI)技术评估ST段抬高型急性心肌梗死(STEMI)经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后微循环障碍的临床价值。方法 回顾性分析2021年9月至2023年1月70例在我院行PCI术的STEMI患者一般资料,均在术后 6.1 ± 2.2 天内行CMR检查,MR延迟增强高信号梗死心肌未出现低信号区,定义为微循环正常组($n=37$),将MR延迟增强高信号梗死心肌中出现低信号区域定义为微循环障碍组($n=33$),对比两组一般资料,分析影响患者术后出现微循环障碍的危险因素,并给予心脏特征追踪技术(FT-CMRI)检查,探讨FT-CMRI技术在STEMI患者PCI术后微循环障碍中的应用价值。结果 微循环障碍组左心室射血分数明显低于微循环正常组($P<0.05$);微循环障碍组LS、RS、CS均明显低于微循环正常组($P<0.05$);微循环障碍组LGE面积、透壁性心肌梗死率明显高于微循环正常组($P<0.05$);LS、RS、CS、LGE面积联合在STEMI患者PCI术后微循环障碍中诊断敏感度为93.33%,特异度为98.71%,AUC为0.995,其中特异度及AUC值高于单项诊断($P<0.05$);梗死合并微循环障碍节段LS、RS、CS明显低于梗死、水肿节段,LGE面积高于梗死、水肿节段($P<0.05$);梗死节段LS、RS、CS明显低于水肿节段,LGE面积高于水肿节段($P<0.05$);相关性分析发现,LS、RS、CS与STEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死呈显著负相关($P<0.05$),而LGE面积与STEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死呈正相关($P<0.05$)。结论 FT-CMRI参数的监测,可为STEMI患者PCI术后微循环障碍评估提供客观依据,LS、RS、CS还可作为微循环障碍合并心肌梗死评估的有效指标。

【关键词】心脏磁共振特征追踪技术; ST抬高型; 急性心肌梗死; 经皮冠状动脉介入治疗; 微循环; 障碍

【中图分类号】R322.1+1

【文献标识码】A

【基金项目】山西省卫生计生委科研课题计划项目(2017199)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.019

Clinical Value of FT-CMRI in Evaluating Microcirculation Disorders in Patients with ST-elevation Myocardial Infarction After PCI*

DONG Xin-xin^{1,2}, QIAN Li-xia^{3,*}.

1.School of Imaging, Shanxi Medical University, Taiyuan 030012, Shanxi Province, China

2.Department of Medical Imaging, Linfen Central Hospital, Linfen 041000, Shanxi Province, China

3.The Third Clinical School of Shanxi Medical University, Department of Radiology, Shanxi

Bethune Hospital (Shanxi Academy of Medical Sciences), Taiyuan 030012, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the clinical value of feature tracking cardiac magnetic resonance imaging (FT-CMRI) in evaluating microcirculation disorders in patients with ST-elevation myocardial infarction (STEMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** Retrospective analysis of the general data of 70 patients with STEMI who underwent PCI in our hospital from September 2021 to January 2023. All patients underwent CMR examination within 6.1 ± 2.2 days after operation. No low-signal area was found in the delayed enhanced high-signal infarcted myocardium, which was defined as the normal microcirculation group ($n=37$). The low-signal area in the delayed enhanced high-signal infarcted myocardium was defined as the microcirculation disorder group ($n=33$). General data of the two groups were comparatively analyzed to screen the risk factors for microcirculation disorders after operation. The application value of FT-CMRI in evaluating microcirculation disorders in patients with STEMI after PCI was discussed. **Results** Left ventricular ejection fraction, LS, RS and CS in the microcirculation disorder group were significantly lower than those in the normal microcirculation group ($P<0.05$). LGE area and transmural myocardial infarction rate in the microcirculation disorder group were significantly larger/higher than those in the normal microcirculation group ($P<0.05$). The sensitivity, specificity and AUC of the combination of LS, RS, CS and LGE area in the diagnosis of microcirculation disorders in patients with STEMI after PCI were 93.33%, 98.71% and 0.995. The specificity and AUC were higher than those of single diagnosis ($P<0.05$). The LS, RS and CS of segments with microcirculation disorders, segments with infarction and segments with edema segments increased in order, while LGE area decreased in order ($P<0.05$). Correlation analysis found that LS, RS and CS were negatively correlated with microcirculation disorder in patients with STEMI after PCI ($P<0.05$), while LGE area was positively correlated with microcirculation disorder ($P<0.05$). **Conclusion** Monitoring FT-CMRI parameters can provide an objective basis for the evaluation of microcirculation disorders in patients with STEMI after PCI. LS, RS and CS can be used as effective indicators for evaluating microcirculation disorders with myocardial infarction.

Keywords: Feature Tracking Cardiac Magnetic Resonance Imaging; ST-elevation; Acute Myocardial Infarction; Percutaneous Coronary Intervention; Microcirculation; Disorder

急性ST段抬高性心肌梗死(STEMI)发病率高,患者的首选治疗方案是及时快速的再灌注,目前再灌注治疗主要用的是PCI或溶栓(早期再灌注),治疗的目的是为了限制最终梗死面积,阻止心肌坏死跨壁进展,优化心肌挽救面积,从而改善预后,急性心肌梗死再灌注后可以减少梗死面积^[1];但罪犯血管再通后,微循环再灌注并不能完全保证,所以微循环障碍(MVO)就是心肌缺血灶中无血流灌注的区域,可见于部分急性大范围心肌缺血患者,晚期微循环阻塞,在延迟强化LGE高信号梗死灶内出现低信号,即“无复流”表现,提示预后不良^[2-3]。所以晚期微循环阻塞是心肌梗死后随访中左室功能及恶性重构较强的独立预测因子,更能反映严重的心脏微血管及心肌损害^[4]。常规临床把左室射血分数(LVEF)作为STEMI患者危险分度和治疗决策的重要预后和功能指标,但是常规LVEF评估无法观察心脏运动功能的细微变化,只反映了容积变化,所以其在判断梗死后预后的独立因子局限性较大^[5]。近些年来,心脏磁共振特征追踪技术(FT-CMRI)技术在STEMI再灌注后预后评估成为热点,许多研究均表明CMR在评估心肌梗死预后中的可行性及先进性,为个体化精准治疗与预防提供依据^[6-7]。因此本研究运用CMR在原有评估参数的基础上,应用特征性追踪技术,量化左心室运动功能,并探索其与MVO的相关性,探索不同程度心肌梗死心肌应变的受损程度及其左室局部功能的影响,进一步探讨FT-CMRI技术在STEMI患者PCI术后微循环障碍评估中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年9月至2023年1月70例就在我院行PCI术的ST抬高型急性心肌梗死(STEMI)患者一般资料。

纳入标准:受试者或其监护人自愿参加本研究并签署知情同意书;患者左前降支或回旋支近段或/和中段重度狭窄或闭塞(TIMI分级0-1级);急性心肌梗死起病24小时内行PCI术。排除标准:既往有心肌梗死病史接受过冠状动脉急性溶栓、介入治疗、搭桥手术治疗者;不能纠正的严重心律失常;存在主动脉夹层者;严重的肝肾功能障碍或存在严重消耗状态;发热/感染患者;合并肿瘤患者;有磁共振禁忌症者。患者均在术后

【第一作者】董欣欣,女,副主任医师,主要研究方向:心脏磁共振。E-mail: dongxx7771@163.com

【通讯作者】钱丽霞,女,主任医师,主要研究方向:神经影像、胸腹及骨关节影像。E-mail: chenxiangnver@163.com

6.1±2.2天内行CMR检查，将MR延迟增强高信号梗死心肌未出现低信号区，定义为微循环正常组(n=37)，将MR延迟增强高信号梗死心肌中出现低信号区域定义为微循环障碍组(n=33)。

1.2 方法

1.2.1 CMR检查前准备 若受试者存在幽闭恐惧症，应给予适当的镇静剂，如受试者存在体内植入物，按2017年磁共振成像安全管理中国专家共识2017版进行评估；常规磁共振检查前一般性准备；CMR检查前特殊性准备：留置套管针；连接心电门控，保证获得稳定可靠的心电门控信号；连接呼吸监测。

1.2.2 检查方法 患者取仰卧位，使用GE signa 1.5T磁共振扫描仪，采用心脏专用线控线圈(8CH Cardiac Coil)结合心电门控(ECG)、呼吸门控(Respiratory gating)在患者呼气末屏气时对数据进行采集。主要扫描序列：心室短轴位、两腔心、左室三腔心、四腔心层面平衡稳态自由进动序列心脏电影成像、Triple IR序列心室短轴及延迟对比增强扫描(LGE)。其中心脏电影序列参数设置：2.84msTR，1.25msTE，180°反转角，6.0mm层厚，1.4mm×1.8mm分辨率。LCE应用ECG触发的反转恢复快速梯度回波序列，将Gd-DTPA对比剂注射在静脉，0.15mmol/kg的剂量，在延迟10-30min内开始扫描，参数设置：904msTR，1.98msTE，20°反转角，6.0mm层厚，1.4mm×1.9mm分辨率。

1.3 观察指标 (1)收集患者一般临床资料：年龄、男性、身体素质指数、基础病、心功能分级、犯罪血管、左心室舒张末期容积、左心室收缩末期容积、左心室舒张末期径、球囊扩张距起病时间、术中慢血流情况、左心室射血分数。(2)对比两组透壁性

心肌梗死率及CMRI参数[LGE面积、径向应变力(RS)、环向应变力(CS)、纵向应变力(LS)]。(3)心脏(基底段、中间段及心尖部)节段，将其分为梗死合并微循环障碍、梗死、水肿三部分，观察各段RS、CS、LS、LGE面积。并分析上述参数与微循环障碍合并心肌梗死相关性。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0软件，对于连续变量，符合正态分布的数据，以($\bar{x} \pm s$)表示，采用方差分析或t检验，分类数据采用卡方检验，并采用ROC曲线分析CMRI参数在STEMI患者PCI术后微循环障碍中的诊断效能，采用Spearman相关性分析CMRI参数与心肌梗死相关性，P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线临床特征比较 两组年龄、男性、身体素质指数、基础病、心功能分级、犯罪血管、左心室舒张末期容积、左心室收缩末期容积、左心室舒张末期径、球囊扩张距起病时间、术中慢血流情况比较无显著差异(P>0.05)，但微循环障碍组左心室射血分数明显低于微循环正常组(P<0.05)，见表1。

2.2 两组CMRI参数及透壁性心肌梗死率比较 微循环障碍组LS、RS、CS均明显低于微循环正常组(P<0.05)；微循环障碍组LGE面积、透壁性心肌梗死率明显高于微循环正常组(P<0.05)，见表2。

2.3 CMRI参数在STEMI患者PCI术后微循环障碍中的评估价值 LS、RS、CS、LGE面积联合在STEMI患者PCI术后微循环障碍中诊断敏感度为93.33%，特异度为98.71%，AUC为0.995，其中特异度及AUC值高于单项诊断(P<0.05)，见表3、图1。

表1 两组基线临床特征比较

特征		微循环障碍组(n=33)	微循环正常组(n=37)	χ^2/t	P
年龄(岁)		52.68±7.49	53.17±6.22	0.299	0.766
男性(例)		21	18	1.588	0.208
身体素质指数(kg/m²)		22.37±4.51	22.19±4.28	0.171	0.865
基础病	高血压	15	13	0.774	0.379
	糖尿病	9	9	0.079	0.778
	吸烟	25	15	2.727	0.099
	脑缺血	5	1	3.449	0.063
心功能分级	I级	22	28	2.567	0.463
	II级	6	4		
	III级	1	3		
	IV级	4	2		
犯罪血管	RCA	10	11	1.071	0.585
	LCX	4	2		
	LAD	19	24		
左心室舒张末期容积(mL)		110.57±20.36	113.48±21.46	0.580	0.564
左心室收缩末期容积(mL)		65.26±7.69	64.18±7.11	0.610	0.544
左心室舒张末期内径(cm)		4.92±0.51	4.97±0.53	0.401	0.690
左心室射血分数(%)		51.22±7.15	60.25±7.49	5.144	<0.001
球囊扩张距起病时间(h)		5.26±0.71	5.33±0.65	0.431	0.668
术中慢血流(%)		8	5	1.328	0.249

注：LAD，左前降支；RCA，右冠状动脉；LCX左回旋支。

表2 两组CMRI参数及透壁性心肌梗死率比较

参数	微循环障碍组 (n=33)	微循环正常组 (n=37)	χ^2/t	P
LS(%)	7.96±0.82	13.26±2.57	11.336	<0.001
RS(%)	18.25±2.69	28.49±6.22	8.750	<0.001
CS(%)	11.97±3.45	19.26±2.33	10.458	<0.001
LGE面积(%)	38.21±4.19	16.33±2.58	26.618	<0.001
透壁性心肌梗死(例, %)	45(100)	15(60.00)	17.027	<0.001

表3 CMRI参数在STEMI患者PCI术后微循环障碍中的评估价值

参数	敏感度	特异度	AUC	SE	95%CI
LS(%)	84.44	96.00	0.911	0.037	0.818~0.966
RS(%)	95.56	88.00	0.940	0.039	0.857~0.983
CS(%)	88.89	88.00	0.948	0.024	0.868~0.987
LGE面积(%)	95.66	92.00	0.935	0.033	0.850~0.980
联合	93.33	98.71	0.995	0.005	0.938~1.000

2.4 各心肌节段CMRI参数分析 检查70例患者按基底段、中间段、心尖段将左心室分为210个心肌节段，其中梗死合并微循环障碍、梗死、水肿各49节段、87节段、48节段，梗死合并微循环障碍者LS、RS、CS明显低于梗死、水肿者，LGE面积高于梗死、水肿者($P<0.05$)；梗死者LS、RS、CS明显低于水肿者，LGE面积高于水肿者($P<0.05$)，见表4。

2.5 CMRI参数与心肌梗死相关性分析 相关性分析发现，LS、RS、CS与STEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死呈显著负相关($P<0.05$)，而LGE面积与TEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死呈正相关($P<0.05$)，见表5、图2。

2.6 图例说明 患者，男，71岁，急性心肌梗死7日行CMR检查。

表4 各心肌节段CMRI参数分析

参数	梗死合并微循环障碍 (n=49)	梗死 (n=87)	水肿(n=48)	F/t	P
LS(%)	5.09±0.63	8.27±2.33 ^①	12.36±2.49 ^{①②}	150.132	<0.001
RS(%)	11.33±2.69	20.58±4.17 ^①	31.16±8.22 ^{①②}	172.206	<0.001
CS(%)	8.33±1.17	12.33±2.95 ^①	17.46±2.58 ^{①②}	38.851	<0.001
LGE面积(%)	42.36±5.87	12.24±2.19 ^①	0	42.943	<0.001

注：与梗死合并微循环障碍比，^① $P<0.05$ ；与梗死比，^② $P<0.05$ 。

表5 相关性参数

参数	r	P
LS(%)	-0.825	<0.05
RS(%)	-0.778	<0.05
CS(%)	-0.794	<0.05
LGE面积(%)	0.936	<0.05

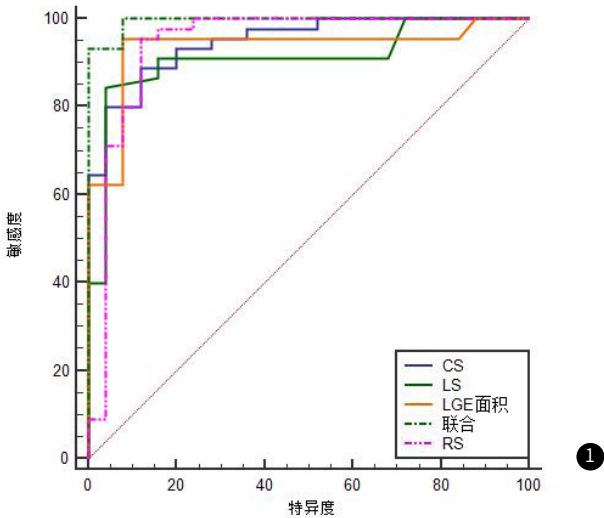


图1 CMRI参数在STEMI患者PCI术后微循环障碍诊断ROC曲线

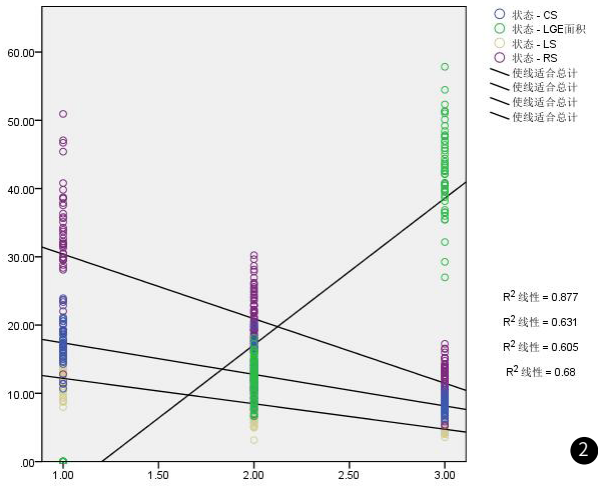
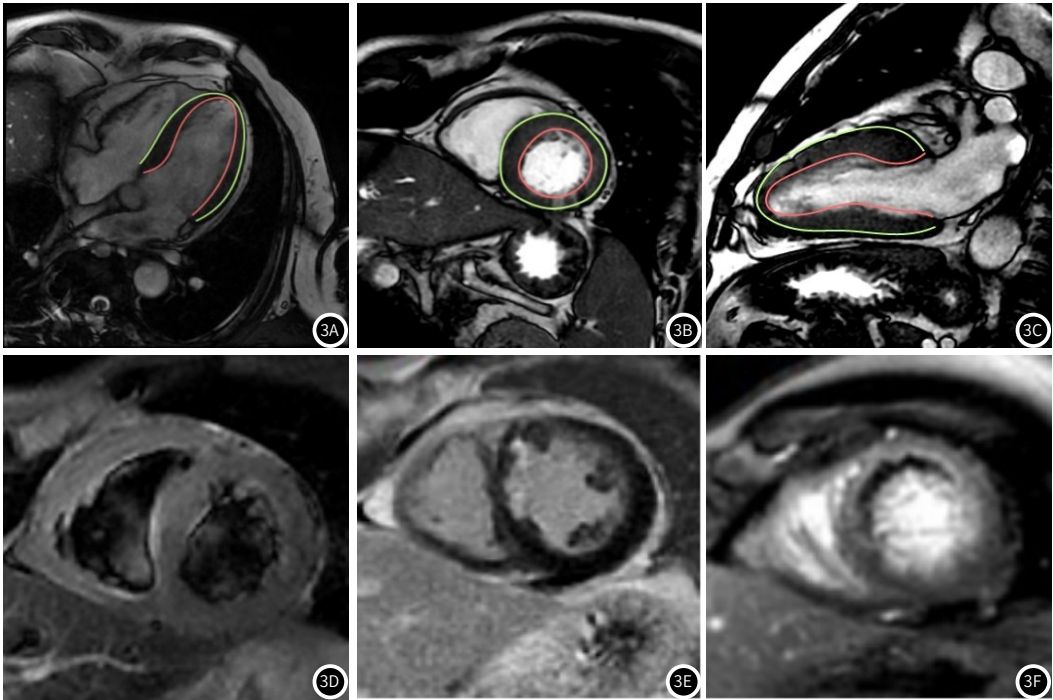
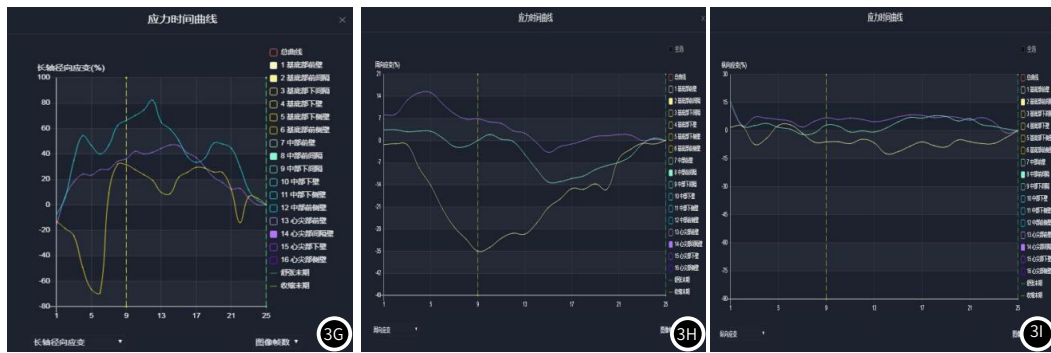


图2 CMRI参数与心肌梗死相关性图





3 讨论

急性ST段抬高性心肌梗死(STEMI)的治疗主要是PCI,目前PCI已取得了显著进展,但有部分患者即使在成功开通罪犯血管后依旧会出现心力衰竭、心室重构等不良心血管事件,预后欠佳^[8]。目前CMR成为STEMI PCI术后中评估心肌损害程度的金标准,LVEF和LGE是评估左室功能及左室纤维化程度最常用的传统指标,其价值在临床已被广泛证实^[9]。心肌应变参数是心肌在指定方向上从舒张末期到收缩末期单位长度变化的百分比^[10],近年来,超声应用心肌应变参数对心功能评估价值已被许多心脏疾病中得到研究证实,但无法对心肌微血管、心肌损害程度进行评估,MRI应用心肌应变参数对于STEMI患者再灌注治疗后预后评估研究较少,缺少统一的标准;CMR较超声相比,CMR心肌应变参数可以早期识别亚临床心肌运动异常,更早指导治疗^[11];同时可以预测不良心脏事件,指导预后。

冠状动脉微循环障碍主要是因血管再通术、心肌缺血引起,在急性期后,微循环障碍在心肌形成瘢痕时,逐渐表现为纤维化,微循环的出现,意味着心肌梗死的加重^[12-13]。在本研究中发现,微循环障碍组左心室射血分数明显低于微循环正常组,可能是因为STEMI患者在PCI术后左心室结构及功能受到左前降支病变的影响,导致心功能受损。FT-CMR技术中心肌应变作为新兴技术参数,可以无创定量评估整体心脏运动及功能^[14],而其在心肌梗死中的应用,文献报道较少。微循环障碍组LS、RS、CS均明显低于微循环正常组;微循环障碍组LGE面积、透壁性心肌梗死率明显高于微循环正常组,且本研究发现心肌应变参数(LS、RS、CS)联合LGE面积在STEMI患者PCI术后微循环障碍中诊断特异性及AUC值高于单项诊断,在本研究中,CS对STEMI患者PCI术后微循环障碍诊断效能明显高于LS、RS,与晏乘曦^[15]等研究结果相似,分析心内膜向心外膜波前延伸即为心肌缺血表现,而心肌纤维纵向分布在心内膜,环向在心肌中层,在径向维度中,心内膜及心外膜距离较小,较难察觉细微径向长度的改变,因此径向应变力则会受到噪声影响^[16-17]。STEMI患者在PCI术治疗后,心血管不良事件的发生率依旧较高,所以心肌梗死后心肌结构变化至关重要。在本研究中,将70例患者210个左心室心肌节段(基底段、中间段、心尖段)分为梗死合并微循环障碍、梗死、水肿节段,梗死合并微循环障碍节段LS、RS、CS明显低于梗死、水肿节段,LGE面积高于梗死、水肿节段;梗死节段LS、RS、CS明显低于水肿节段,LGE面积高于水肿节段,且相关性分析发现,LS、RS、CS与STEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死呈显著负相关,而LGE面积与STEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死呈正相关,提示对STEMI患者PCI术后FT-CMR参数进行监测,可为术后微循环障碍合并心肌梗死评估提供客观依据。

综上所述,FT-CMR参数及LGE面积的记录可为STEMI患者PCI术后微循环障碍诊断提供客观依据,另外LS、RS、CS参数的变化还与STEMI患者PCI术后微循环障碍合并心肌梗死有关。

参考文献

- [1]方倩.PCI联合冠脉内注射重组人尿激酶原溶栓对急性心肌梗死患者的预后影响研究[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30 (2): 39-40.
- [2]梁雪娇,杨丽,赵雪利,等.老年ST段抬高型急性心肌梗死患者PCI术后无复流的临床分析[J]. 中国分子心脏病学杂志, 2022, 22 (3): 4644-4648.
- [3]张瑜,王晓慧,王莹.256排CT冠状动脉造影在诊断心肌梗死患者冠脉血管病程度及心功能的临床价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022 (2): 69-71, 148.
- [4]王岚,马玉良,王伟民,等.急性ST段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后冠状动脉微循环障碍及其对心功能影响的研究[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2022, 30 (1): 33-37.
- [5]刘瑞霞,范晓英.血小板-淋巴细胞比值预测急性ST段抬高型心肌梗死患者直接PCI术后心血管不良事件的价值[J]. 中华保健医学杂志, 2020, 22 (5): 506-508.
- [6]马敏,贺勇.心血管磁共振对STEMI患者直接PCI术后的预后评估[J]. 临床心血管病杂志, 2019, 35 (8): 717-720.
- [7]Xu J, Yang W, Zhao S, et al. State-of-the-art myocardial strain by CMR feature tracking: clinical applications and future perspectives[J]. Eur Radiol, 2022, 32 (8): 5424-5435.
- [8]李利霞,吴鹏宇,陈伟刚,等.红细胞分布宽度对急性ST段抬高型心肌梗死患者PCI术后院内主要不良心脏事件的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2020, 28 (3): 237-241.
- [9]张玉晓.血清Myo, cTnI, IL-8, ICAM-1水平检验辅助诊断心肌梗死的价值分析[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29 (7): 33-34.
- [10]杨映霞,汪芳,尹刚,等.基于心脏磁共振特征追踪技术的中国正常人左心房功能的定量研究[J]. 第二军医大学学报, 2019, 40 (3): 250-256.
- [11]郭歌,尹慧敏,邓湘宁,等.应用心脏磁共振特征追踪技术评价篮球和举重运动员心肌应变[J]. 中国运动医学杂志, 2020, 39 (5): 358-362.
- [12]张都生,吴志勇,林峰,等.老年冠心病患者PCI术后发生冠状动脉微循环损伤的影响因素[J]. 山东医药, 2020, 60 (33): 31-34.
- [13]王岚,马玉良,王伟民,等.急性前壁ST段抬高型心肌梗死后冠状动脉微循环障碍对患者远期心功能及预后的影响[J]. 中国循环杂志, 2022, 37 (2): 136-141.
- [14]刘雅婷,赵甲或,刘丽,等.微循环障碍对ST段抬高心肌梗死直接经皮冠状动脉介入治疗后患者左心室舒张功能的影响[J]. 中国临床医生杂志, 2022, 50 (4): 426-429.
- [15]晏乘曦,常堂,任美吉,等.心肌应变力检测急性心肌梗死再灌注术后微循环障碍:基于特征追踪心脏MRI[J]. 放射学实践, 2020, 35 (8): 1025-1029.
- [16]王佳丽,孔堂,孙小伶,等.磁共振对急性ST段抬高型心肌梗死介入术后左心功能改善的预测价值[J]. 磁共振成像, 2022, 13 (2): 87-90.
- [17]杨曼纯,白小欣,蔡军.高分辨磁共振成像观察血管内治疗后基底动脉斑块进展:一例病例报告[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (1): 175-176.

(收稿日期: 2023-03-07)

(校对编辑: 孙晓晴)