

心脏磁共振在冠状动脉非阻塞性心肌梗死中的应用价值

曾道兵, 常婵, 赵新湘

【摘要】 目的:探讨心脏磁共振(CMR)多序列成像在冠状动脉非阻塞性心肌梗死(MINOCA)中的应用价值。**方法:**筛选出临床拟诊为急性心肌梗死(AMI)并接受冠状动脉造影(CAG)或冠状动脉CTA检查,同时符合欧洲心脏病协会(ESC)诊断标准的21例MINOCA患者,所有患者在冠状动脉检查后一周内完成CMR检查。CMR检查包括心脏形态、首过心肌灌注、磁共振延迟增强(LGE)扫描。根据LGE结果分析心肌梗死节段的分布;冠状动脉狭窄程度与心肌梗死节段数的相关性。根据心肌首过灌注结果,将MINOCA患者左心室节段分为灌注缺损、灌注降低、灌注正常节段,并与LGE检测的心梗透壁程度进行对照,分析不同透壁程度与不同灌注类型间的相关性。**结果:**21例MINOCA患者共84个心肌节段发生心肌梗死,61.9%的心肌梗死发生于前壁、前间壁和下间壁。相对于无明显狭窄的冠状动脉,冠状动脉轻度狭窄者所支配的心肌发生MINOCA的概率更大($OR=1.924, 95\%CI=1.165\sim3.177, P=0.012$)。不同灌注类型与心梗透壁程度的Kendall等级相关分析结果显示,心肌首过灌注量越低,心肌梗死透壁程度越高(等级相关系数 $\tau_b=-0.819, P=0.025$)。**结论:**MINOCA多发生于前壁及间壁;轻度狭窄的冠状动脉所支配的心肌发生MINOCA的概率更大;MINOCA患者不同的心肌灌注状态与心梗透壁程度具有显著的相关性。

【关键词】 冠状动脉; 非阻塞; 心肌梗死; 心脏磁共振

【中图分类号】 R541.4; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)02-0180-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.02.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of cardiac magnetic resonance in myocardial infarction with non-obstructive coronary arterie

ZENG Dao-bing, CHANG Chan, ZHAO Xin-xiang. PET Centre, Shiyan Taihe Hospital, Hubei 442000, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of cardiac magnetic resonance (CMR) multi-sequence imaging in the diagnosis of non-obstructive coronary artery infarction (MINOCA), and to provide evidence for the diagnosis of MINOCA. **Methods:** Twenty-one patients with MINOCA who were clinically diagnosed as acute myocardial infarction (AMI) and underwent coronary angiography (CAG) or coronary CTA examination and simultaneously met the diagnostic criteria of the European heart association (ESC) were selected, and CMR was completed within one week. CMR mainly includes cardiac morphology, first-pass myocardial perfusion, and delayed-enhanced scanning. The distribution of myocardial infarction segments was analyzed according to LGE results. The correlation between the severity of coronary artery stenosis and the number of myocardial infarction segments was also calculated. According to the results of myocardial first-pass perfusion, the left ventricular segments of patients with MINOCA were divided into perfusion defect, reduced perfusion and normal perfusion segments, and were compared with the degree of myocardial infarction permeability detected by LGE to analyze the correlation between different degree of myocardial infarction permeability and different perfusion types. **Results:** 21 MINOCA patients of 84 myocardial segments suffered from myocardial infarction, and 61.9% of the myocardial infarction occurred in the anterior and an-inferior walls. MINOCA was more likely to occur in the myocardium dominated by mild coronary artery stenosis than in those without obvious coronary artery stenosis ($OR=1.924, 95\%CI=1.165\sim3.177, P=0.012$). Kendall's rank

作者单位: 442000 湖北·十堰市太和医院(湖北医药学院附属医院)PET中心、呼吸与危重症医学科(曾道兵, 常婵); 650018 云南昆明, 昆明医科大学第二附属医院放射科(赵新湘)

作者简介: 曾道兵(1987-), 男, 湖北十堰人, 硕士, 主治医师, 主要从事心血管疾病的影像研究工作。

通讯作者: 赵新湘, E-mail: zhaoxinxiang06@126.com

基金项目: 云南省联合专项重点项目(2017FE468-178); 十堰市太和医院院级课题(2019JJXM014)

correlation analysis was used to analyze the correlation between different myocardial perfusion and transmural degree of myocardial infarction. The grade correlation coefficient τ_b was 0.819 ($P=0.025$).

Conclusion: MINOCA was mainly located in the anterior and interior wall; coronary artery with mild stenosis has greater probability of MINOCA formation. In patients with MINOCA, there is a significant correlation between the different myocardial perfusion status and the transmural degree of myocardial infarction.

【Key words】 Coronary artery; Non-obstructive; Myocardial infarction; Cardiac magnetic resonance

冠状动脉非阻塞性心肌梗死 (myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries, MINOCA) 是一种由多种病因引起的疾病, 虽然临床诊断符合急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI), 但冠状动脉造影 (coronary arteriography, CAG) 显示狭窄程度不足 50%。2016 年 5 月, 欧洲心脏病学会 (ESC) 提出 MINOCA 的概念, 并阐述其定义、诊断标准、发病机制和诊疗建议等^[1]。

ESC 工作组发布的文件明确指出: MINOCA 发病率相对较低, 在 AMI 中仅占 1%~13%, 初步评估尚不能明确者, 推荐常规行心脏磁共振 (cardiac magnetic resonance, CMR) 检查^[1]。目前有关 MINOCA 的 CMR 研究不多见, 其特征尚不完全明确。本文拟探讨 CMR 多序列成像在 MINOCA 患者中的应用价值, 以提高对该病的认知和诊断准确性, 减少主要心脏不良事件发生, 改善预后水平。

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2016 年 5 月~2018 年 12 月在昆明医科大学第二附属医院和十堰市太和医院心内科住院治疗、拟诊 AMI 接受 CAG 或冠状动脉 CTA、并在冠状动脉检查后 1 周内接受 CMR 检查的患者。MINOCA 诊断标准为^[1]: ①符合 AMI 诊断标准; ②CAG 或 CTA 显示为非阻塞性冠状动脉 (狭窄程度 < 50%), 包括正常冠状动脉 (狭窄程度 < 30%) 和轻度冠状动脉狭窄 (30% < 狭窄程度 < 50%); ③无急性发作的明确病因: CAG 或 CTA 未显示符合患者临床表现的病因, 有必要进一步评估。排除标准: ①既往心肌梗病史, 经皮冠状动脉介入治疗 (PCI) 或冠状动脉旁路移植术 (CABG) 病史; ②肺栓塞、心肌炎、心肌病、高血压性心脏病、风湿性心脏病、先天性心脏病、充血性心力衰竭等心脏疾病史; ③肾小球滤过率 < 30 mL/min/1.73m²; ④存在 CMR 禁忌症或因为研究者判断的原因导致实验对象缺乏合理性。经筛选, 21 例患者纳入本研究。

2. CAG 或冠状动脉 CTA 检查

所有患者均进行 CAG 或冠状动脉 CTA 检查。

由两名医师采用双盲法评价所有直径 ≥ 1.5 mm 的冠状动脉节段, 意见一致时为最终结论, 如二者意见分歧, 则由第三位医师判定并协商达成一致意见。为保证较小血管的评价准确性, 采用目测法评价冠状动脉狭窄程度, 狭窄程度分为五级: I 级, 无狭窄; II 级, 轻度狭窄 (< 50%); III 级, 中度狭窄 (50%~74%); IV 级, 重度狭窄 (75%~99%); V 级, 闭塞 (100%)。

3. CMR 检查

采用飞利浦 Achieva 3.0T TX 磁共振扫描仪 (梯度场强 80 mT/m, 梯度切换率 200 mT/m/ms), 磁共振兼容胸前心电图门控技术。检查流程: 定位→心脏平扫→心脏电影→注射对比剂→心肌灌注扫描→注射对比剂→磁共振延迟增强 (late gadolinium enhancement, LGE) 扫描。注射器为磁共振兼容的双筒高压注射器, 对比剂为钆喷酸葡胺 (Gd-DTPA)。扫描序列及参数: 快速梯度回波序列 (fastcard gradient echo train, FGREET) 完成长轴位四腔心和二腔心扫描及左心室短轴位 (心底层面不含流出道、乳头肌层面和心尖层面) 扫描; 定位扫描采用真实稳态进动快速成像 (true fast imaging with steady state precession, True FISP) 序列 (TR 400 ms, TE 1.08 ms, 层厚 6 mm, 视野 311 mm × 340 mm); 电影序列 (TR 39.76 ms, TE 1.22 ms, 层厚 8 mm, 视野 276 mm × 340 mm) 进行动态电影屏气扫描, 一个心动周期采集 25 帧图像。心肌首过灌注的对比剂剂量为 0.1 mmol/kg, 流率为 5 mL/s。心肌灌注完成后, 以流率 2 mL/s、剂量 0.1 mmol/kg 进行对比剂追加注射, 对比剂注射完后, 给予等量 0.9% 生理盐水, 8~15 min 开始延迟扫描。

4. 心肌首过灌注曲线绘制及分析

通过飞利浦公司的 EWS 工作站自带的心脏后处理软件对左室基底部、中间部、心尖部的 16 个节段 (17 节段除外) 进行后处理分析, 绘制各节段的时间-信号强度曲线。各节段灌注曲线特点为灌注正常、灌注减低和灌注缺损。灌注正常的心肌节段有明显波峰、节段峰值信号强度大于对应层面血池信号强度的 40%; 灌注减低的心肌信号强度波峰低于灌注正常的心肌节段、节段峰值信号强度在对应层面血池信号强度的

25%~40%间;灌注缺损的心肌信号强度波峰低于灌注减低的心肌节段、节段峰值信号强度小于血池信号强度的25%。

根据美国心脏学会(AHA)描述的左心室短轴位与冠状动脉血管分布的对应关系,将左心室划分为17个节段:节段1~6为基底层(Basal);节段7~12为中间层(Mid);节段13~16为心尖层(Apical);节段17为心尖段(Apex)。心肌梗死透壁程度分级及评分:正常:0级,记0分;Ⅰ级:0<透壁程度≤25%,记1分;Ⅱ级:25%<透壁程度≤50%,记2分;Ⅲ级:50%<透壁程度≤75%,记3分;Ⅳ级:75%<透壁程度≤100%,记4分。

5. 统计学分析

应用SPSS 17.0 统计学分析软件。计数资料以率或百分比表示,计量数据符合正态分布采用均数±标准差表示。方差齐性时,两组间比较采用成组*t*检验,多组间比较先采用单因素方差分析,如存在差异再采用LSD-*t*检验进行两组间比较;方差不齐时采用秩和检验。率或构成比的比较用 χ^2 检验。等级资料与等级资料之间的相关性采用 Kendall 等级相关分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 心肌梗死节段

21 例 MINOCA 患者的 357 个左室心肌节段中,5 个节段异常强化位于心肌肌壁间,排除 MINOCA 的可能,最终认定 84 个发生心肌梗死。61.9%(52/84)的心肌梗死发生在前壁、前间壁、下间壁。心尖段 3 个节段、心尖层面 16 个节段、中间层面 34 个节段、基底层 31 个节段发生 MINOCA,阳性率依次为 14.29%(3/21)、19.05%(16/84)、26.98%(34/126)、24.60%(31/126)。

2. 冠状动脉狭窄程度与心梗节段的对应结果

Pearson χ^2 检验分析结果显示,冠状动脉轻度狭窄和无狭窄所对应的心肌梗死发生概率(31.67% vs 19.41%)存在统计学差异($\chi^2 = 6.652, P = 0.01$)。相对于无明显狭窄冠状动脉,轻度狭窄所支配的心肌发生 MINOCA 的概率更大(OR = 1.924, 95% CI = 1.165~3.177, $P = 0.012$, 表 1)。

表 1 冠状动脉狭窄程度与梗死心肌节段的对应结果

冠状动脉狭窄程度	LGE 检测的左室心肌活性结果		总数(个)
	梗死心肌节段数 n(%)	正常心肌节段数 n(%)	
0<狭窄≤50%	38(31.67)	82(68.33)	120
无狭窄	46(19.41)	191(80.59)	237
总计(个)	84	273	357

3. 心肌灌注结果及与心梗透壁程度对照

对 21 例 MINOCA 患者的 336 个心肌节段的首过灌注曲线进行分析:首过灌注正常心肌节段 235 个,异常心肌节段 101 个,其中灌注减低 62 个,灌注缺损 39 个。方差分析显示,不同类型灌注曲线的相对峰值信号强度差异具有统计学意义($P<0.001$,表 2);进一步行 LSD-*t* 检验进行两两比较显示,两两组间的相对峰值信号强度差异均具有统计学意义(P 均 <0.01),即不同灌注曲线的相对峰值信号强度排序为:灌注缺损<灌注减低<灌注正常。LGE 心肌活性结果:心肌梗死节段数为 81 个(17 节段未列入),其中透壁程度为Ⅰ级 41 个节段(50.6%)、Ⅱ级 21 个节段(25.9%)、Ⅲ级 10 个节段(12.3%)、Ⅳ级 9 个节段(11.2%,图 1~3)。心肌灌注与心梗透壁程度的 Kendall 等级相关分析结果显示,心肌首过灌注量越低,心肌梗死透壁程度越高(等级相关系数 $\tau_b = -0.819, P = 0.025$, 表 3)。

表 2 不同灌注曲线的相对峰值信号强度比较

曲线类型	相对峰值信号强度(%)	F 值	P 值
灌注减低	32.29±4.45	270.38	<0.001
灌注缺损	20.86±2.30		
灌注正常	45.04±3.35		

表 3 心肌灌注结果和心梗透壁程度对照 (个)

心肌灌注结果	心肌梗死透壁程度分级					
	0 级	Ⅰ 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级	合计
灌注正常节段	233	1	1	0	0	235
灌注减低节段	22	29	7	2	2	62
灌注缺损节段	0	11	13	8	7	39
合计	255	41	21	10	9	336

讨 论

临床上拟诊 AMI 的患者一般行 CAG 或冠状动脉 CTA 检查^[2],其目的是发现责任血管并进行经皮冠状动脉介入治疗(PCI),以减轻冠状动脉狭窄程度,然而,约 10% AMI 患者的冠状动脉未见明显阻塞^[3,4]。

冠状动脉非阻塞性心肌梗死(MINOCA)的潜在病因多样,其临床特点、流行病学、诊治方案及预后与冠状动脉阻塞性心肌梗死均存在一定差异^[5]。在欧洲心脏病协会(ESC)公布的文件中,MINOCA 的病因包括:冠状动脉痉挛、冠状动脉斑块破裂、冠状动脉血栓形成、冠状动脉夹层、Takotsubo 心肌病、Ⅱ型急性心肌梗死等^[1]。MINOCA 的常见病因是冠状动脉粥样硬化斑块破裂,斑块内出血、斑块溃疡及侵蚀均参与其中。国外学者利用冠状动脉血管内超声(IVUS)检查 MINOCA 患者的冠状动脉发现,40%患者存在斑块破裂或溃疡,如果采用分辨率更高的光学相干断层扫描技术(optical coherence tomography, OCT),斑块破裂

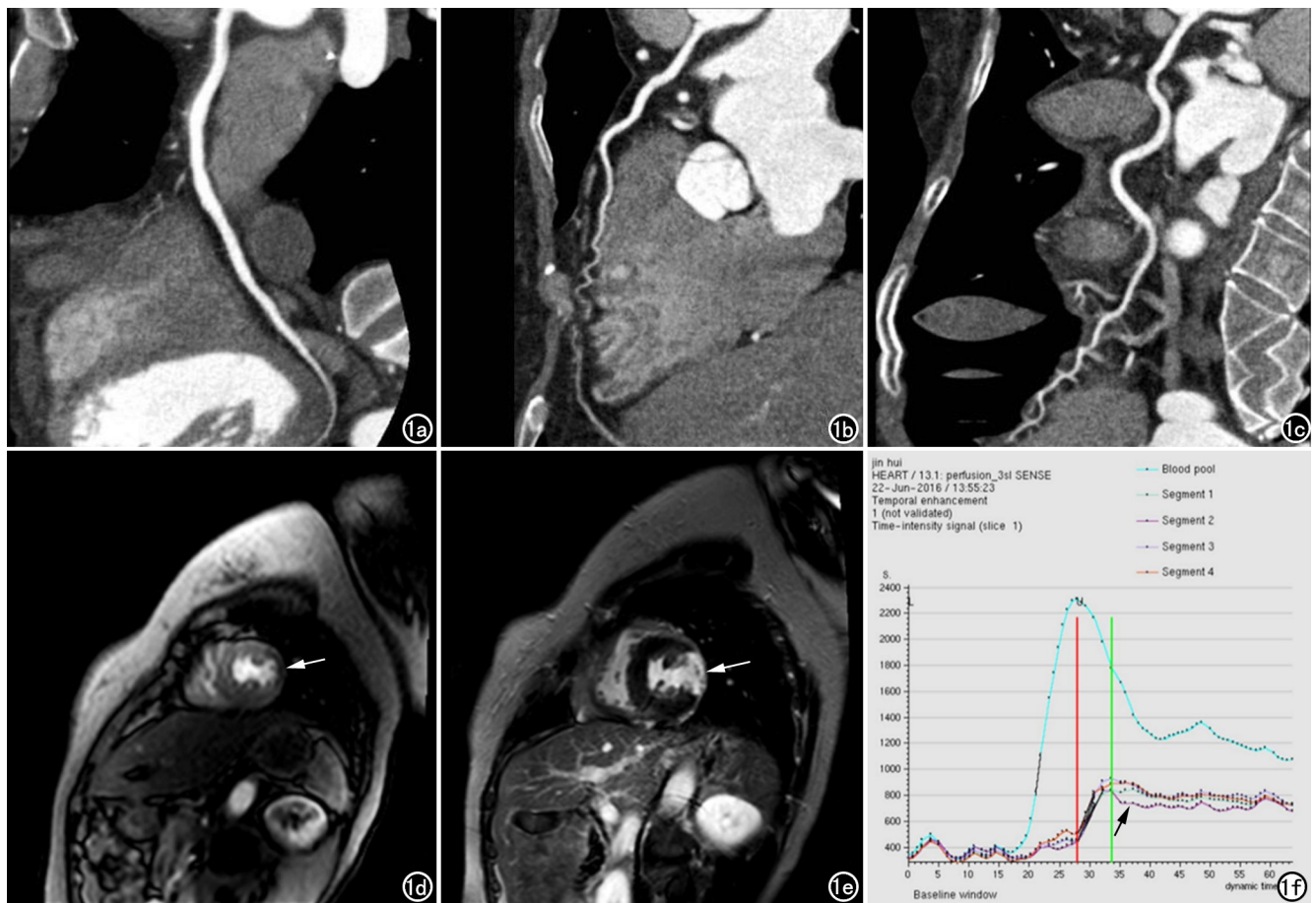


图1 患者,女,48岁,反复胸痛2d,临床拟诊为AMI。a) 冠状动脉CTA示右冠状动脉(RCA)无明显狭窄; b) 冠状动脉CTA示左前降支(LAD)无明显狭窄; c) 冠状动脉CTA示左回旋支(LCX)无明显狭窄; d) 心肌首过灌注图示左室心尖部灌注缺损(箭); e) 延迟增强示左室心尖部侧壁(第16节段)透壁性心肌梗死(箭); f) 首过灌注时间-信号强度曲线示左室心尖部第16节段峰值信号强度减低(箭)。

或溃疡的检出率会更高,但目前这项技术尚未推广应用^[3,6,7]。

阻塞性心肌梗死(MI)多发生于左心室,约40%~50%发生于左心室前壁、心尖部及室间隔前2/3;约30%~40%发生于左心室后壁、室间隔后1/3及右心室大部;约15%~20%见于左室侧壁^[8]。本组MINOCA患者的LGE心肌活性结果显示,MINOCA患者的MI多位于左室间壁、侧壁,与阻塞性MI的多发位置无显著差异。本研究结果亦显示,冠状动脉轻度狭窄和冠状动脉无狭窄所对应的MI发生概率(31.67% vs 19.41%)具有统计学差异($\chi^2 = 6.652$, $P = 0.01$)。相对于无明显狭窄冠状动脉,轻度狭窄所支配的心肌发生MINOCA的概率更大。既往有关MINOCA的病因机制研究发现,斑块破裂或溃疡的冠状动脉分支在CAG时会显示轻度狭窄^[6],结合本研究结果,更说明冠状动脉斑块破裂、溃疡或血栓自溶可能是MINOCA的主要原因^[9]。

本研究结果显示,MINOCA患者心肌梗死透壁程

度以I级为主,即多为心内膜下心肌梗死。Reynolds等^[6]的研究亦发现,MINOCA多表现为心内膜下心肌梗死或透壁心梗,以心内膜下心肌梗死更多见,其原因可能是:冠状动脉痉挛、斑块破裂或血栓自溶等具有瞬时性,待这些因素解除后冠状动脉又恢复血供或侧支循环供血,使心肌缺血面积不会继续扩大。本组MINOCA患者的心肌首过灌注异常节段数多于心肌梗死节段数,即心肌灌注异常范围大于心肌梗死范围,其原因是心肌各节段的信号强度取决于首过灌注量,而后者与该节段心肌的微循环状态密切相关,MI发生后,除梗死核心区微循环障碍外,周围区也可能存在局部微循环异常,所以灌注异常区不仅包括梗死核心区,还包括周边的梗死危险区。在LGE扫描上,梗死核心区表现为明显高信号,但灌注异常节段没有出现高信号,说明梗死危险区虽然心肌存活但存在微循环障碍,提示心肌首过灌注与LGE扫描不仅能评估心肌活性,还能发现存在微循环障碍的心肌节段,对于临床评估MINOCA的预后具有重要意义。

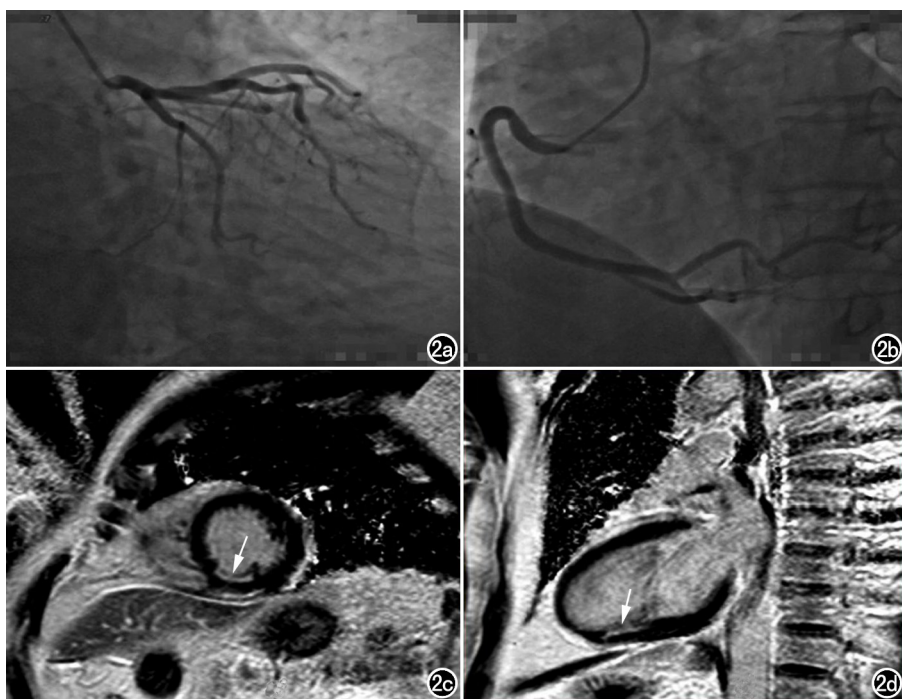


图2 患者,男,74岁,胸痛1d,动态心电图提示部分导联ST段改变,超声心动图未见明显异常,临床拟诊为AMI。a)CAG示LAD及LCX均未见明显狭窄;b)CAG示RCA轻度狭窄(狭窄程度 $<50\%$);c)左室短轴位延迟增强示左室下壁心肌梗死(箭);d)左室长轴位延迟增强示左室心尖部下壁心梗(箭),为心内膜下心肌梗死,透壁程度为I级。

本研究的心肌灌注与心梗透壁程度的 Kendall 等级相关分析结果显示,心肌首过灌注量越低,心肌梗死透壁程度越高(等级相关系数 $\tau_b = -0.819$, $P =$

0.025),表明心肌梗死透壁程度与心肌首过灌注量密切相关。心肌首过灌注缺损节段常提示MI的发生,随着心肌梗死透壁程度的增加,相应节段微循环障碍

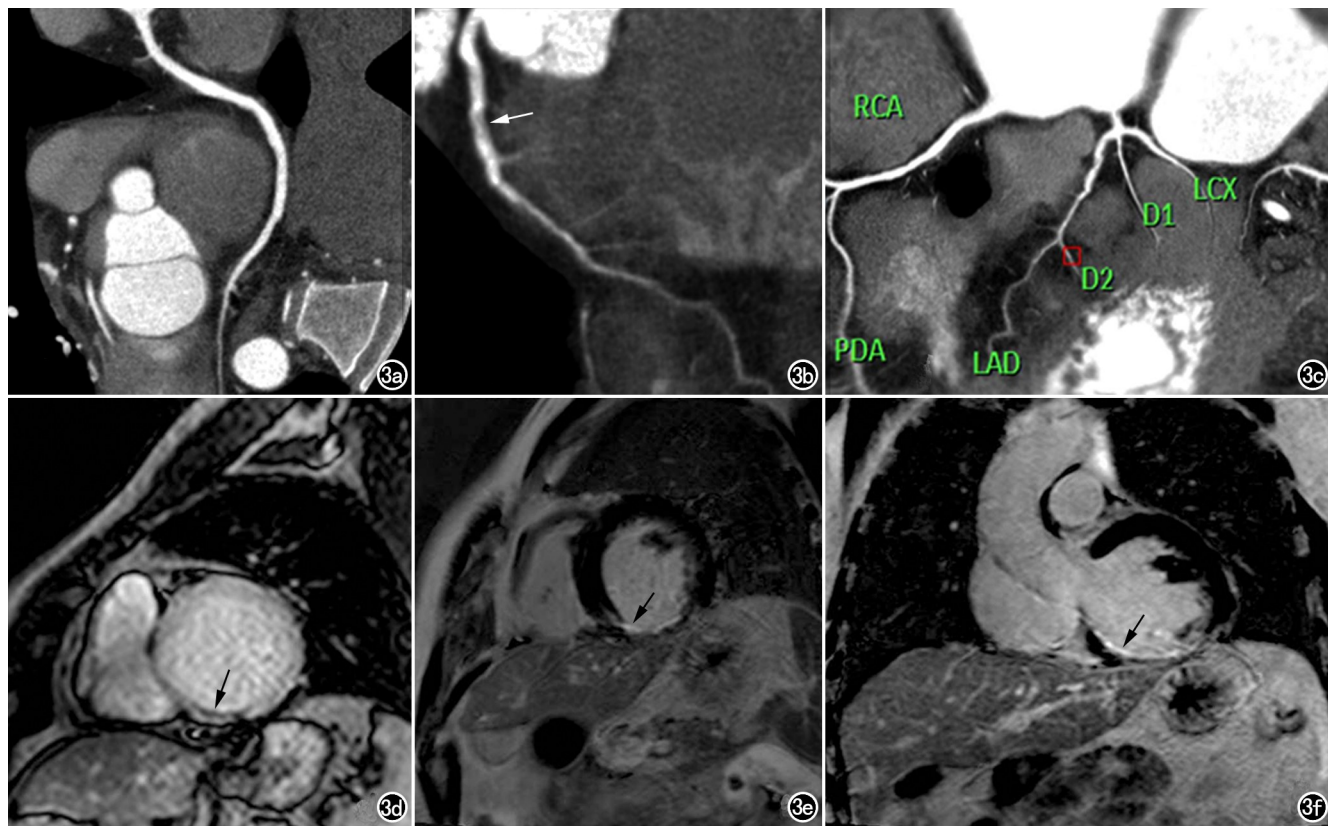


图3 患者,男,58岁,胸痛6h入院,急诊心电图提示II、III、aVF导联ST段改变,临床拟诊为AMI。a)冠状动脉CTA示RCA未见明显狭窄;b)冠状动脉CTA示LAD近段见小条状软斑块(箭),管腔轻度狭窄(狭窄程度 $<50\%$);c)冠状动脉CTA示LCX未见明显狭窄;d)心肌首过灌注图像示左室中间部下壁心肌灌注减低(箭);e)左室短轴位延迟增强示左室下壁心肌梗死(箭);f)左室冠状位延迟增强示左室下壁心内膜下心肌梗死(箭)。

越严重,能到达的血流越少,首过灌注量越少,心肌细胞缺血缺氧越严重。当透壁程度 $>50\%$ 时,梗死区的微循环遭受严重破坏,血流能达到的可能性较小,故在心肌首过灌注图像上表现为灌注缺损区。

参考文献:

- [1] Agewall S, Beltrame JF, Reynolds HR, et al. ESC working group position paper on myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries[J]. Eur Heart J, 2017, 38(3): 143-153.
- [2] 冉玲平, 黄璐, 赵培君, 等. RSNA 2016 心脏 MRI/CT[J]. 放射学实践, 2017, 32(1): 3-7.
- [3] Agewall S, Daniel M, Eurenus L, et al. Risk factors for myocardial infarction with normal coronary arteries and myocarditis compared with myocardial infarction with coronary artery stenosis[J]. Angiology, 2012, 63(7): 500-503.
- [4] Baccouche H, Mahrholdt H, Meinhardt G, et al. Diagnostic synergy of non-invasive cardiovascular magnetic resonance and invasive endomyocardial biopsy in troponin-positive patients without coronary artery disease[J]. Eur Heart J, 2009, 30(23): 2869-2879.
- [5] Brolin EB, Brismar TB, Collste O, et al. Prevalence of myocardial bridging in patients with myocardial infarction and nonobstructed coronary arteries[J]. Am J Cardiol, 2015, 116(12): 1833-1839.
- [6] Reynolds HR, Srichai MB, Iqbal SN, et al. Mechanisms of myocardial infarction in women without angiographically obstructive coronary artery disease[J]. Circulation, 2011, 124(13): 1414-1425.
- [7] Ouldzein H, Elbaz M, Roncalli J, et al. Plaque rupture and morphological characteristics of the culprit lesion in acute coronary syndromes without significant angiographic lesion: analysis by intravascular ultrasound[J]. Ann Cardiol Angeiol (Paris), 2012, 61(1): 20-26.
- [8] Gehani AA, al-Mulla AW, Chaikhouni A, et al. Myocardial infarction with normal coronary angiography compared with severe coronary artery disease without myocardial infarction: the crucial role of smoking[J]. J Cardiovasc Risk, 2001, 8(1): 1-8.
- [9] Pasupathy S, Tavella R, Beltrame JF. The what, when, who, why, how and where of myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA)[J]. Circ J, 2016, 80(1): 11-16.

(收稿日期: 2019-02-20 修回日期: 2019-08-30)

欢迎订阅 2020 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 35 周年。2018 年 8 月, 《放射学实践》杂志再次入选北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。这是继 1999 年之后的第 4 次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目: 论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 每册 25 元, 全年定价 300 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 69378385

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: <http://www.fsxsj.net>

编辑部地址: 430199 武汉市蔡甸区中法新城同济医院专家社区别墅 C 栋