

论 著

磁共振弥散加权成像及延迟强化技术评估缺血性心肌病预后的应用价值*

郑英杰¹ 耿建芳^{2,*} 付力博¹
杨 鹏¹ 许 珊¹

1.柳州市人民医院放射科

(广西 柳州 545006)

2.柳州市人民医院心血管内科

(广西 柳州 545006)

【摘要】目的 探讨磁共振弥散加权成像(DWI)及延迟强化技术(LGE-CMR)评估缺血性心肌病(ICM)预后的应用价值。**方法** 选择2018年6月-2021年6月在我院诊断为ICM的患者84例作为研究对象。根据LGE-CMR有无心肌延迟强化分为LGE阳性组和LGE阴性组。LGE阳性组再根据LGE阳性节段数分为瘢痕心肌节段数<6和瘢痕心肌节段数≥6两个亚组。分析比较LGE阳性组和阴性组患者心功能参数值及ADC值, LGE阳性两个亚组患者延迟强化情况, 并分析比较LGE阳性组和阴性组患者不良心血管事件发生率。不良心血管事件发生的危险因素采用多因素Logistic回归分析。采用ROC曲线分析预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC、最佳诊断分界点、敏感度、特异度以及95%CI。**结果** LGE阳性组患者的心功能参数比LGE阴性组差, LGE阳性组患者的ADC值比LGE阴性组低, 且在LGE阳性组中瘢痕心肌节段数≥6亚组的患者心功能参数和ADC值进一步降低($P<0.05$)。瘢痕心肌节段数<6亚组患者瘢痕质量、瘢痕质量百分比、灰区质量和灰区质量百分比均小于瘢痕心肌节段数≥6亚组患者($P<0.05$)。LGE阳性组发生不良心血管事件的概率高于LGE阴性组($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示LVEF、ADC值和瘢痕质量是不良心血管事件发生的危险因素。LVEF、ADC值和瘢痕质量联合预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC为0.875(95%CI: 0.775-0.976, $P<0.001$)。**结论** DWI及LGE-CMR可对ICM患者进行诊断及预后危险分层, 可为治疗方案的制定提供参考。

【关键词】 磁共振; 扩散加权成像;

延迟强化技术; 缺血性心肌病; 预后

【中图分类号】 R542.2; R445.2**【文献标识码】** A**【基金项目】** 广西壮族自治区卫生健康委员会
自筹经费科研课题(Z-B20221314)**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2024.07.024

The Application Value of Diffusion Weighted Magnetic Resonance Imaging and Late Gadolinium Enhancement in Evaluating the Prognosis of Ischemic Cardiomyopathy*

ZHENG Ying-jie¹, GENG Jian-fang^{2,*}, FU Li-bo¹, YANG Peng¹, XU Shan¹.

1.Department of Radiology, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou 545006, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

2.Department of Cardiovascular Medicine, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou 545006, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of diffusion weighted magnetic resonance imaging (DWI) and late gadolinium enhancement (LGE-CMR) in evaluating the prognosis of ischemic cardiomyopathy (ICM). **Methods** 84 patients diagnosed with ICM in our hospital from June 2018 to June 2021 were selected as the study subjects. Divided into LGE positive group and LGE negative group based on the presence or absence of myocardial delayed enhancement in LGE-CMR. The LGE positive group was further divided into two subgroups according to the number of LGE positive segments < 6 and the number of cicatricial segments ≥ 6. The cardiac function parameter values and ADC values of patients in the LGE positive and negative groups were analyzed and compared, and the delayed reinforcement of patients in the two LGE positive subgroups were analyzed and compared, and the incidence of adverse cardiovascular events in the LGE positive and negative groups were analyzed and compared. The risk factors of adverse cardiovascular events were analyzed by multivariate Logistic regression analysis. ROC curve analysis was used to predict the AUC, optimal diagnostic cut-off point, sensitivity, specificity, and 95%CI of adverse cardiovascular events in ICM patients. **Results** The cardiac function parameters of patients in the LGE positive group were worse than those in the LGE negative group, and the ADC values of patients in the LGE positive group were lower than those in the LGE negative group. In the LGE positive group, the cardiac function parameters and ADC values of patients with scar myocardial segments ≥ 6 were further reduced ($P<0.05$). Scar mass, scar mass percentage, gray area mass and gray area volume percentage in scar myocardia number < 6 subgroup were lower than those in scar myocardia number ≥ 6 subgroup ($P<0.05$). The probability of adverse cardiovascular events in LGE positive group was higher than that in LGE negative group ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that LVEF, ADC and scar quality were risk factors for adverse cardiovascular events. The AUC of LVEF, ADC value and scar mass combined to predict adverse cardiovascular events in ICM patients was 0.875 (95%CI: 0.775-0.976, $P<0.001$). **Conclusion** DWI and LGE-CMR can stratify the diagnosis and prognosis of ICM patients, which can provide reference for the formulation of treatment plan.

Keywords: Magnetic Resonance; Diffusion Weighted Imaging; Late Gadolinium Enhancement; Ischemic Cardiomyopathy; Prognosis

缺血性心肌病(ICM)是由于心肌细胞发生不同程度的损伤引起心肌纤维化并导致一系列心功能障碍的综合征, 而心肌纤维化和瘢痕形成是ICM中病理改变最明显的特征, 且与患者的治疗和预后密切相关^[1-3]。心力衰竭和左心室射血分数(LVEF)降低的患者存在与心肌疤痕组织相关的危及生命的室性心律失常的风险^[4], 而ICM常常会引起心力衰竭和LVEF降低。目前临床对ICM的诊断多依靠心电图、冠脉CTA成像、心肌酶、超声心动图等评估患者病情, 但这些检测敏感性有限, 特异性不高, 而心内膜活检有创且临床应用范围有限。因此如何通过简单、高效、无创的检查方法对ICM患者进行准确诊断并行危险分层评估尤为重要。晚期钆增强心脏磁共振(LGE-CMR)能够识别和表征心肌瘢痕。通过超声心动图确定的LVEF代表了对左心室收缩功能的整体评估; 然而它并不能反映心肌瘢痕组织的组成。LGE-CMR的信号强度可以区分瘢痕内的2个区域: 核心区域(致密瘢痕)和异质性组织或梗死周围灰色区, 其中包含存活的心肌细胞与纤维组织^[5]。特别是梗死周围的灰色区可能会导致室性心律失常(VA)的发生。部分研究表明, 心肌瘢痕组织的存在、数量和异质性与VA等不良心血管事件的发生有关, 多预后不良^[6-7]。通过LGE-CMR评估的梗死周围灰色区, 可以识别有VA等不良心血管事件风险的ICM患者。此外, 扩散加权成像(DWI)可对ICM心肌灌注、水肿及心肌梗死情况进行判别。基于此, 本研究旨在探讨分析DWI及LGE-CMR评估ICM患者预后的临床价值, 从而对ICM患者进行危险分层, 为治疗方案的制定提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择2018年6月至2021年6月在我院诊断为ICM的患者84例作为研究对象, 男性47例, 女性37例, 年龄55-81岁, 平均(64.2±5.3)岁。根据LGE-CMR有无心肌延迟强化分为LGE阳性组和LGE阴性组。LGE阳性组再根据LGE阳性节段数分为瘢痕心

【第一作者】郑英杰, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 医学影像诊断。E-mail: yingjiesu@163.com

【通讯作者】耿建芳, 女, 副主任医师, 主要研究方向: 心血管病诊治。E-mail: 18078208091@163.com

肌节段数<6和瘢痕心肌节段数≥6两个亚组。纳入标准：有急/慢性心肌梗死、经皮冠状动脉介入治疗(PCI)或冠状动脉搭桥术(CABG)的病史；均行冠脉造影或冠脉CT血管成像检查明确有血管病变且临床确诊为ICM的患者。排除标准：持续VA病史，无窦性心律，以及CMR或正电子发射断层扫描(PET)的禁忌症(如幽闭恐怖症或植入心脏装置)；有先天性心脏病患者。本研究得到我院伦理委员会批准，患者自愿参与本研究。

1.2 MRI检查 MRI图像采集采用Philips Achieva 3.0T MRI仪器。患者进行呼吸训练后取仰卧位，在5~7秒钟的呼气末屏气状态下完成所有图像的采集。扫描序列：(1)半傅立叶采集快速自旋回波：扫描范围包括主动脉弓上至心底部，全面评价心脏各房室大小、室壁厚度、房室大血管连接关系、血管壁结构等。(2)稳态进动快速成像序列行左心室短轴位、两腔心、四腔心、左室流出道层面电影成像。(3)弥散加权成像扫描：对同层面多个低b值(0、20、60、100、150、200s/mm²)DWI序列扫描。(4)延迟扫描：心肌灌注扫描结束后迅速以2mL/s速率追加(0.1-0.15)mmol/kg，同时追加20ml生理盐水，5-10min后，采用反转恢复梯度回波序列(2DMDE序列)，行心肌延迟左心室短轴位、标准二腔心及四腔心轴面成像扫描。检查时间约1h。

1.3 图像分析 通过电影图像可获得每个患者的心功能参数值(LVEF、LVEDV、LVESV、SI、LVEDD)；通过DWI扫描获得的ADC图像进行病灶区域勾画，从而获得相应区域ADC值；利用LGE图像可获得延迟强化相关数据(瘢痕心肌节段数、瘢痕质量、瘢痕质量百分比、灰区质量和灰区质量百分比)。在LGE图像上观察到信号强度为同一层图像上正常心肌信号强度的5倍标准差区域，即定义为瘢痕区域。在LGE图像上观察到信号强度为同一层图像上正常心肌信号强度2-3倍标准差区域，即定义为灰区。瘢痕质量百分比为瘢痕质量占正常心肌质量的百分比，灰区质量百分比为灰区质量占正常心肌质量的百分比。

1.4 随访 患者出院后对患者进行随访，随访方式为电话、门诊、微信等，随访问隔为3个月/次，随访截止时间为2022年12月31日。随访时间终点为患者发生心力衰竭或再入院、VA、心源性猝死、心脏移植等不良心血管事件。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0统计分析软件。LGE阳性组和阴性组患者心功能参数值及ADC值、LGE阳性两个亚组患者延迟强化情况情况采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较采用t检验，多组间比较采用单因素方差分析。LGE阳性组和阴性组患者不良心血管事件发生情况采用例数和百分比表示，组间比较采用卡

方检验。不良心血管事件发生的危险因素采用多因素Logistic回归分析。采用ROC曲线分析预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC、最佳诊断分界点、敏感度、特异度以及95%CI。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 LGE阳性组和阴性组患者心功能参数值及ADC值比较 LGE阳性组36例，LGE阴性组48例。LGE阳性组的LVEF、SI和ADC值低于LGE阴性组，而LVEDV、LVESV和LVEDD高于LGE阴性组($P<0.05$)。在LGE阳性组中，瘢痕心肌节段数≥6亚组LVEF、SI和ADC值低于瘢痕心肌节段数<6亚组，而LVEDV、LVESV和LVEDD高于瘢痕心肌节段数<6亚组($P<0.05$)。见表1。

2.2 LGE阳性组患者延迟强化情况比较 瘢痕心肌节段数<6亚组17例和瘢痕心肌节段数≥6亚组19例。瘢痕心肌节段数<6亚组患者瘢痕质量、瘢痕质量百分比、灰区质量和灰区质量百分比均小于瘢痕心肌节段数≥6亚组患者($P<0.05$)。见表2。

2.3 ICM患者不良心血管事件发生情况比较 LGE阴性组患者共发生7例(14.58%)不良心血管事件，其中7例均为心力衰竭或再入院。LGE阳性组共发生13例(36.11%)不良心血管事件，其中心力衰竭或再入院6例(见图1-2)，VA 4例，心源性猝死2例，心脏移植1例。在LGE阳性组瘢痕心肌节段数<6亚组共发生5例不良心血管事件，瘢痕心肌节段数≥6亚组共发生8例不良心血管事件。LGE阳性组发生不良心血管事件的概率高于LGE阴性组($\chi^2=5.255, P=0.022$)。

2.4 不良心血管事件发生的危险因素分析 多因素回归分析结果显示，LVEF、ADC值和瘢痕质量是不良心血管事件发生的危险因素。提示LVEF、ADC值和瘢痕质量可以作为判断ICM患者发生不良心血管事件的独立预测指标。见表3。

2.5 LVEF、ADC值和瘢痕质量预测ICM患者发生不良心血管事件的价值评估 ROC曲线分析结果显示，LVEF预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC为0.719(95%CI: 0.571-0.868, $P=0.017$)，敏感度和特异度分别为69.2%和72.3%；ADC值预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC为0.665(95%CI: 0.510-0.819, $P=0.043$)，敏感度和特异度分别为64.1%和67.6%；瘢痕质量预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC为0.710(95%CI: 0.559-0.860, $P=0.022$)，敏感度和特异度分别为69.7%和73.8%；LVEF、ADC值和瘢痕质量联合预测ICM患者发生不良心血管事件的AUC为0.875(95%CI: 0.775-0.976, $P<0.001$)，敏感度和特异度分别为72.3%和76.7%。见图3。

表1 LGE阳性组和阴性组患者心功能参数值及ADC值比较

组别	n	LVEF	LVEDV(mL)	LVESV(mL)	SI	LVEDD(mm)	ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)
LGE阴性组	48	0.37±0.08	91.52±6.85	56.34±5.02	1.60±0.13	55.49±5.38	0.916±0.025
LGE阳性组 瘢痕心肌节段数<6	17	0.26±0.07*	122.60±31.57*	93.06±18.75*	1.43±0.11*	68.15±6.07*	0.837±0.021*
瘢痕心肌节段数≥6	19	0.17±0.05* [⊗]	165.94±34.26* [⊗]	139.52±24.82* [⊗]	1.31±0.07* [⊗]	77.53±5.91* [⊗]	0.716±0.018* [⊗]
F值		55.659	79.121	218.403	47.015	112.601	528.217
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：与LGE阴性组比较，* $P<0.05$ ；与瘢痕心肌节段数<6亚组比较，[⊗] $P<0.05$ 。

表2 LGE阳性组患者延迟强化情况比较

组别	n	瘢痕质量(g)	瘢痕质量百分比(%)	灰区质量(g)	灰区质量百分比(%)
LGE阳性组 瘢痕心肌节段数<6	17	29±4	28±5	38±8	35±6
瘢痕心肌节段数≥6	19	37±5	33±6	45±10	41±7
t值		5.259	2.698	2.301	2.744
P值		<0.001	0.011	0.027	0.010

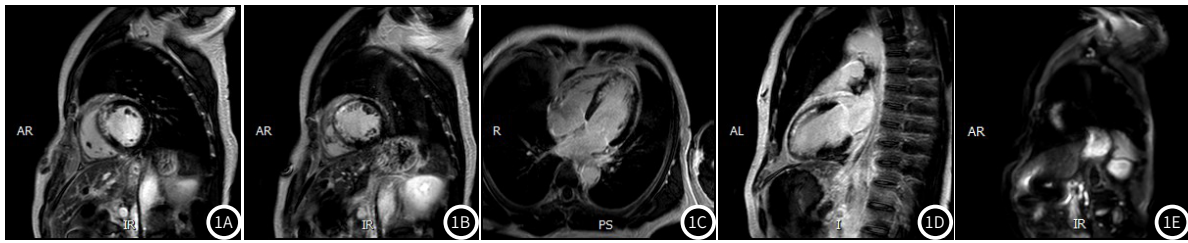


图1A-图1E 男性, 58岁, 持续性胸痛不适入院, 心电图提示前壁急性心肌梗死, LGE-CMR图像(1A-1D)显示左室前壁、前室间隔、下室间隔、心尖部心内膜下及心肌壁延迟强化; DWI图像(1E)显示病灶呈高信号, 提示心肌细胞毒性水肿。患者出院后1年因再次心力衰竭入院治疗。

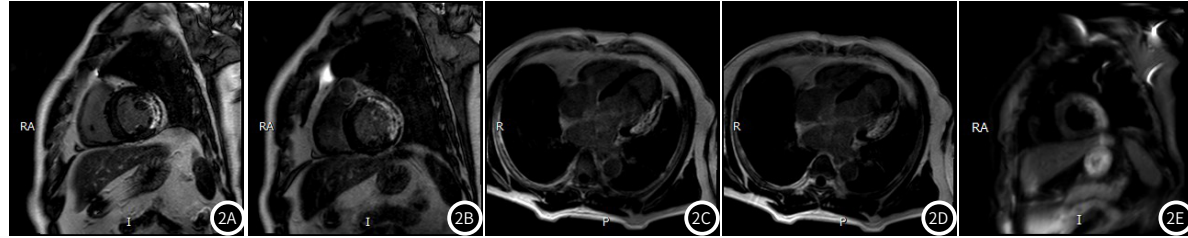


图2A-图2E 男, 61岁, 反复胸痛7天、再发加重8小时入院。LGE-CMR图像(2A-2D)显示左室壁前壁、前侧壁、下侧壁延迟强化改变, 提示前降支及旋支病变所致心肌梗死。DWI图像(2E)显示前壁、前侧壁、下侧壁呈高信号, 提示心肌细胞毒性水肿。患者出院后1年半因再次心力衰竭入院治疗。

表3 不良心血管事件发生的危险因素分析

变量	回归系数	OR值	P值
LVEF	1.264	4.386	0.021
LVEDV	-0.125	0.864	0.436
LVESV	-0.195	0.847	0.329
SI	-0.005	0.896	0.521
LVEDD	-0.152	0.796	0.135
ADC值	0.528	1.635	0.030
瘢痕质量	1.942	7.105	<0.001
瘢痕质量百分比	-0.234	0.748	0.201
灰区质量	-0.076	0.943	0.276
灰区质量百分比	-0.115	0.649	0.364

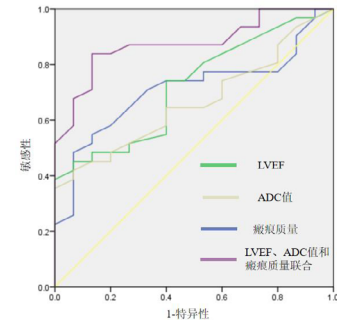


图3 LVEF、ADC值和瘢痕质量预测ICM患者发生不良心血管事件的ROC曲线分析

3 讨论

ICM患者的VA等不良心血管事件是导致其发病和死亡的重要原因, 由于单独应用LVEF已被证明不能充分测量诱发VA的潜在心肌表型, CMR成像已成为识别致心律失常的重要工具^[8-9]。本研究通过DWI及LGE-CMR联合应用于ICM患者发生不良心血管事件的预测价值中, 以期对ICM患者进行危险分层, 从而为治疗方案的制定提供参考。

LGE-CMR依赖于静脉注射钆螯合物到心肌, 这是一种生物学上的惰性示踪剂, 在细胞外空间自由分布, 但不穿过完整的细胞膜。由于细胞外体积的增加和较慢的洗脱动力学, 在洗脱后期坏死、纤维化、浸润和炎症区域有相对积累, 钆缩短了T₁弛豫时间, 它产生了更亮的信号强度, 并且该技术在ICM和非ICM心肌瘢痕检测中都具有较高敏感性和可重复性^[10-12]。LGE技术可以评价ICM患者病灶的纤维化程度、病灶范围及病灶形状。ICM患者在心肌缺血范围越大时, 其纤维化程度则会更加严重, 心肌壁会变薄, 心功能也会逐渐降低^[13]。本研究显示LGE阳性组患者的心功能参数比LGE阴性组差, ADC值比LGE阴性组低, LGE阳性组中瘢痕心肌节段数≥6亚组的患者心功能参数和ADC值进一步降低; 表明LGE阳性的患者其心肌纤维化比LGE阴性者严重、范围更广, 且瘢痕心肌节段数越多的患者, 其严重程度及范围也会更大, 相应心功能也更差。LGE-CMR是目前评价体内瘢痕大小的标准技术, 梗死心肌组织内的组织异质性主要位于梗死周围区域, 可用LGE-CMR进行量化。瘢痕组织的核心区域由纤维组织构成, 在LGE图像上具有较高的信号强度; 而异质区域除坏死心肌外还包含大量存活心肌细胞, 与瘢痕核心相比呈相对低信号^[14-15]。具有相对低信号的LGE区域, 称为灰色区域, 代表从正常心肌向瘢痕过渡的区域, 作为LGE-CMR组织异质性的测量, 灰区范围已被证明可以预测ICM患者的VA等不良心血管事件^[16-17]。郭丹玲等^[18]研究显示, 心肌瘢痕质量可以更全面地对心肌梗死等ICM患者进行有效筛查及风险分层。同时, 也有研究显示基于LGE-CMR而非心电图的心肌瘢痕特征, 改善了接受植入式心律转复除颤器治疗的ICM患者VA发生的风险分层^[19-20]。本研究显示, LGE阳性组发生不良心血管事件的概率高于LGE阴性组, 瘢痕心肌节段数<6亚组患者瘢痕质量、瘢痕质量百分比、灰区质量和灰区容积百分比均小于瘢痕心肌节段数≥6亚组患者, 表明LGE-CMR心肌瘢痕的特征可以作为不良心血管事件发生的预测指标, 预测ICM患者的预后情况。DWI主要通过常规序列中前后施加一对大小和方向都相同的扩散敏感梯度脉冲, 消除扩散的水分子信号, 保留静态质子的信号得到DWI影像, 从而可以识别心肌水肿^[21]。

多因素Logistic回归分析结果显示, LVEF、ADC值和瘢痕质量是不良心血管事件发生的危险因素, 且LVEF、ADC值和瘢痕质量联合预测ICM患者发生不良心血管事件的预测效能最优。因此, 为了提高对ICM患者发生不良心血管事件的预测价值, 通过DWI及LGE-CMR的联合应用可以作为一种良好的筛选指标, 有效识别出ICM患者可能会发生不良心血管事件的高危患者, 从而对其进行危险分层。

综上所述, DWI及LGE-CMR可对ICM患者进行预后评估及危险分层, 可为治疗方案的制定提供参考。

(参考文献下转第89页)

段。然而,宝石能谱CT对高心率及肥胖患者的支架成像效果还有待进一步的研究。本研究结果显示,高分辨重建模式组不仅主观评分上获得了更高的评价,还在客观评估指标上如支架内径与内腔的清晰度上实现了显著提升,这无疑为支架术后的复查与随访工作提供了更为精细和可靠的影像依据。因此认为,高分辨重建模式所展现出的清晰成像能力,有助于医生更准确地评估支架的置入状态及血管壁情况,从而为患者提供更加个性化和精准的治疗方案^[16]。综上所述,宝石能谱CT高分辨重建模式能够明显提高支架的成像能力,能够清楚的显示支架内特点,提供临床诊断满意的图像质量,具有较高的应用前景^[17-18]。

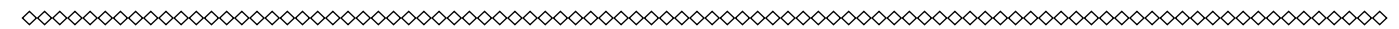
参考文献

- [1]陈伟,杨晓培,马丽.CTA成像在冠心病筛查中的应用价值及其疾病相关危险因素 Logistic回归分析[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(5):54-56.
- [2]李智群.动态心电图联合CTA对冠心病心肌缺血诊断价值的研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(5):11-13.
- [3]Vallejo E.Evaluation of coronary stent restenosis with multislice computed tomography[J].Archivos De Cardiologia De México,2011,81(1):11-12.
- [4]陈晓洋,涂良珍.冠心病PCI术后再狭窄的临床分析[J].心血管康复医学杂志,2011,20(4):361-364.
- [5]郭端,宋连英.64排冠脉CT血管造影诊断冠状动脉狭窄的价值[J].影像研究与医学应用,2018,2(24):199-200
- [6]王涛,苏洁,于子腾,等.64排螺旋CT冠状动脉成像在心脏血管性病变诊断中的应用价值[J].影像研究与医学应用,2020,4(20):206-207.

- [7]段晓培.64排螺旋CT冠状动脉CTA及冠状动脉造影结果比较分析[J].黑龙江医药,2019,32(3):678-680.
- [8]蒋仕淑,张文英,洪敏昌,等.64排螺旋CT冠状动脉CTA在诊断冠心病中的应用价值[J].医药前沿,2019,9(17):87.
- [9]韦铭敬.CTA和MRA在冠状动脉性疾病中的应用对比[J].影像研究与医学应用,2019,3(12):110-111.
- [10]程燕妮,杨建华,付兵.CTA对T2DM合并冠心病患者冠脉狭窄的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(4):56-58
- [11]Yang WJ,Zhang H,Xiao H,et al.High-definition computed tomography for coronary artery stents imaging compared with standard-definition 64-row multidetector computed tomography[J].J Computed assist tomograph,2012(36):295-300.
- [12]高玉杰,王杰,丁国成.宝石能谱CT追踪冻结技术对改善中等心率冠状动脉成像图像质量的作用[J].医学综述,2017,23(21):267-268
- [13]王利良,林朋,韦宏,等.宝石能谱CT评估冠状动脉介入治疗术后支架内成像质量的研究[J].现代生物医学进展,2019,19(5):890-893.
- [14]沈松鹤,赵森,朱鸢翔,等.宝石能谱CT心脏高清与非高清扫描方式对冠状动脉支架显示清晰度的影响[J].医学影像学杂志,2018,28(9):1452-1456.
- [15]Maintz D,Seifarth H,Raupach R,et al.64-slice multidetector coronary CT angiography:in vitro evaluation of 68 different stents[J].Eur Radiol,2006(16):818-826.
- [16]荆铁群,郭春峰.能谱CT对冠状动脉支架内再狭窄的诊断效果分析[J].现代医学影像学,2018,27(1):146-147.
- [17]海念,王发成,陈光辉,等.64层螺旋CT冠状动脉成像质量控制及临床应用[J].福建医药杂志,2009,31(4):115-117.
- [18]陈奕男,秦将均,覃群,等.宝石能谱CT冠脉成像在隐匿型冠心病冠状动脉粥样斑块性质判断中的价值[J].现代生物医学进展,2016,16(11):2159-2161.

(收稿日期:2023-10-09)

(校对编辑:韩敏求)



(上接第79页)

参考文献

- [1]刘晓虎,杨智,付兵,等.心脏磁共振T1Mapping技术中ECV值在评价缺血性心肌病心肌纤维化中的应用[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1480-1482.
- [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]沈小程,胡纳,付泉水,等.应用增强心血管磁共振成像对缺血性心肌病的诊断价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(3):72-73,76.
- [4]Acosta J,Fernández-Armenta J,Borràs R,et al.Scar characterization to predict life-threatening arrhythmic events and sudden cardiac death in patients with cardiac resynchronization therapy:the GAUDI-CRT study[J].JACC Cardiovasc Imaging,2018,11(4):561-572.
- [5]聂伟霞,高立,李涯,等.心脏磁共振DWI序列对肥厚型心肌病心肌纤维化诊断价值及与NT-ProBNP相关性分析[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(1):80-82.
- [6]Linhart M,Doltra A,Acosta J,et al.Ventricular arrhythmia risk is associated with myocardial scar but not with response to cardiac resynchronization therapy[J].Europace,2020,22(9):1391-1400.
- [7]Paiman EHM,Androulakis AFA,Shahzad R,et al.Association of cardiovascular magnetic resonance-derived circumferential strain parameters with the risk of ventricular arrhythmia and all-cause mortality in patients with prior myocardial infarction and primary prevention implantable cardioverter defibrillator[J].J Cardiovasc Magn Reson,2019,21(1):28.
- [8]Wu KC.Sudden cardiac death substrate imaged by magnetic resonance imaging:from investigational tool to clinical applications[J].Circ Cardiovasc Imaging,2017,10(7):e005461.
- [9]Acosta J,Fernández-Armenta J,Borràs R,et al.Scar characterization to predict life-threatening arrhythmic events and sudden cardiac death in patients with cardiac resynchronization therapy:the GAUDI-CRT study[J].JACC Cardiovasc Imaging,2018,11(4):561-572.
- [10]Satoh H,Sano M,Suwa K,et al.Distribution of late gadolinium enhancement in various types of cardiomyopathies:significance in differential diagnosis,clinical features and prognosis[J].World J Cardiol,2014,6(7):585-601.
- [11]Venlet J,Tao Q,de Graaf MA,et al.RV tissue heterogeneity on CT:a novel tool to identify the VT Substrate in ARVC[J].JACC Clin Electrophysiol,2020,6(9):1073-1085.
- [12]Ota S,Orii M,Nishiguchi T,et al.Implications of multiple late gadolinium enhancement lesions on the frequency of left ventricular reverse remodeling and prognosis in patients with non-ischemic cardiomyopathy[J].J Cardiovasc Magn Reson,2021,23(1):32.

- [13]刘晓虎,杨智,付兵,等.心脏磁共振T1Mapping技术中ECV值在评价缺血性心肌病心肌纤维化中的应用[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1480-1482.
- [14]Disertori M,Rigoni M,Pace N,et al.Myocardial fibrosis assessment by LGE is a powerful predictor of ventricular tachyarrhythmias in ischemic and nonischemic LV dysfunction:a meta-analysis[J].JACC Cardiovasc Imaging,2016,9(9):1046-1055.
- [15]Kim C,Park CH,Kim DY,et al.Semi-quantitative scoring of late gadolinium enhancement of the left ventricle in patients with ischemic cardiomyopathy:improving interobserver reliability and agreement using consensus guidance from the Asian Society of Cardiovascular Imaging-practical tutorial (ASCI-PT) 2020[J].Korean J Radiol,2022,23(3):298-307.
- [16]Daimee UA,Sung E,Engels M,et al.Association of left ventricular tissue heterogeneity and intramyocardial fat on computed tomography with ventricular arrhythmias in ischemic cardiomyopathy[J].Heart Rhythm,2022,3(3):241-247.
- [17]Tülümen E,Rudic B,Ringlaga H,et al.Extent of peri-infarct scar on late gadolinium enhancement cardiac magnetic resonance imaging and outcome in patients with ischemic cardiomyopathy[J].Heart Rhythm,2021,18(6):954-961.
- [18]郭丹玲,胡红杰,赵振华,等.心肌瘢痕对慢性心肌梗死后恶性室性心律失常发生的预测价值[J].浙江大学学报(医学版),2019,48(5):511-516.
- [19]Noordman ABP,Maass AH,Groenveld H,et al.Myocardial scar characterization and future ventricular arrhythmia in patients with ischemic cardiomyopathy and an implantable cardioverter-defibrillator[J].Front Cardiovasc Med,2021,8:708406.
- [20]Rijnierse MT,van der Lingen ACJ,de Haan S,et al.Value of CMR and PET in predicting ventricular arrhythmias in ischemic cardiomyopathy patients eligible for ICD[J].JACC Cardiovasc Imaging,2020,13(8):1755-1766.
- [21]余刘玉.心脏磁共振成像评估急性心肌梗死后心肌水肿的研究进展[J].心血管病学进展,2018,39(4):579-583.

(收稿日期:2023-06-29)

(校对编辑:韩敏求)