

心脏磁共振评估心肌纤维化的临床价值

孟德品

昭通市第一人民医院 云南 昭通 657000

摘要: **目的:** 探究心脏磁共振 (CMR) 技术评估心肌纤维化的临床应用价值。**方法:** 回顾性分析150例确诊为不同心脏疾病且行CMR检查的患者资料, 用LGE、T1mapping及ECV等技术评估心肌纤维化, 并分析其与临床指标、心脏功能参数及预后的相关性。**结果:** 150例患者中, LGE可清晰显示心肌纤维化特征; T1mapping及ECV值在不同心脏疾病患者间差异显著, 且与心肌纤维化程度正相关; CMR评估指标与患者心功能分级、心律失常发生率及不良心血管事件 (MACE) 风险密切相关。**结论:** CMR技术 (LGE、T1mapping及ECV) 为心肌纤维化无创评估提供可靠手段, 对心脏疾病诊断、病情评估及预后判断有重要临床价值。

关键词: 心脏磁共振; 心肌纤维化; 延迟钆增强; T1mapping; 细胞外容积分数; 临床价值

1 引言

心肌纤维化是多种心脏疾病发生发展的关键病理基础, 可致心肌结构重塑、功能恶化, 引发心律失常、心衰甚至猝死等严重不良心血管事件 (MACE)。早期准确评估心肌纤维化程度对心脏疾病诊断、治疗及预后判断意义重大。目前, 心肌活检是诊断“金标准”, 但因有创、操作复杂且有并发症风险, 临床应用受限。心脏磁共振 (CMR) 作为无创多参数影像检查技术, 具有高空间分辨率、软组织对比度好、可多平面成像等优势, 在评估心肌纤维化方面价值独特。延迟钆增强 (LGE) 可直观显示心肌纤维化特征; T1mapping能定量测量心肌纵向弛豫时间 (T1值), 反映微观结构变化; 细胞外容积分数 (ECV) 结合T1mapping及血细胞比容等信息, 可更准确评估心肌细胞外基质含量, 为定量评估提供新方法^[1]。本研究旨在探讨CMR技术评估心肌纤维化的临床价值, 为心脏疾病精准诊疗提供依据。

2 资料与方法

2.1 研究对象

回顾性收集2020年1月至2023年6月在本院因心脏疾病就诊并接受CMR检查的患者资料。纳入标准: (1) 经临床症状、体征、心电图、超声心动图、冠状动脉造影等临床检查确诊为心脏疾病, 包括缺血性心肌病、扩张型心肌病、肥厚型心肌病等; (2) 完成CMR检查, 包括LGE、T1mapping序列扫描, 且图像质量满足分析要求; (3) 临床资料完整。排除标准: (1) 对钆对比剂过敏; (2) 严重肾功能不全 (估算肾小球滤过率 $< 30\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$); (3) 体内有金属植入物 (如心脏起搏器、金属支架等), 影响CMR检查; (4) 妊娠期或哺乳期女性。最终纳入患者150例, 其中男性85例, 女性65例, 年龄35-78岁, 平均

(56.8 ± 10.2) 岁。其中缺血性心肌病患者60例, 扩张型心肌病患者50例, 肥厚型心肌病患者40例。

2.2 CMR检查方法

采用西门子3.0T磁共振扫描仪, 配备心脏专用相控阵线圈。患者取仰卧位, 连接心电图门控装置。扫描序列包括: (1) 常规电影序列: 采用平衡稳态自由进动 (bSSFP) 序列, 获取左心室短轴、两腔心、四腔心及左心室流出道长轴位电影图像, 用于评估心脏功能及室壁运动情况; (2) LGE序列: 在注射钆对比剂 (钆贝葡胺, 剂量为 $0.15\text{mmol}/\text{kg}$) 后10-15min, 采用相位敏感反转恢复 (PSIR) 序列进行扫描, 获取左心室短轴位LGE图像, 以明确心肌纤维化的部位、范围及形态; (3) T1mapping序列: 采用改良Look-Locker反转恢复 (MOLLI) 序列, 在注射钆对比剂前及注射后15min分别获取左心室短轴位基底段、中间段及心尖段T1mapping图像, 测量心肌组织的T1值。

2.3 图像分析

由两位经验丰富的心脏磁共振诊断医师采用盲法对图像进行分析。使用专业图像分析软件 (cvi42) 进行测量: (1) LGE图像: 手动勾画左心室心肌轮廓, 计算LGE阳性区域面积占左心室心肌总面积的百分比, 作为LGE范围; (2) T1mapping图像: 在左心室短轴位基底段、中间段及心尖段各选取3个感兴趣区 (ROI), 避开心肌内血管及伪影区域, 测量心肌组织的T1值, 取平均值作为该患者的心肌T1值^[2]。同时, 采集患者静脉血, 测定血细胞比容 (Hct), 根据公式 $\text{ECV} = (1 - \text{Hct}) \times (\Delta R1_{\text{myo}} / \Delta R1_{\text{blood}})$ 计算ECV值, 其中 $\Delta R1_{\text{myo}}$ 为心肌组织注射对比剂前后R1值 ($R1 = 1/T1$) 的变化量, $\Delta R1_{\text{blood}}$ 为血液注射对比剂前后R1值的变化量。

2.4 临床资料收集

收集患者的临床资料，包括年龄、性别、基础疾病（如高血压、糖尿病、冠心病等）、纽约心脏病协会（NYHA）心功能分级、心律失常发生情况（如室性早搏、室性心动过速、心房颤动等）及随访期间MACE发生情况（包括心源性死亡、心力衰竭再住院、心肌梗死、恶性心律失常等）。

2.5 统计学方法

采用SPSS26.0统计学软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素方差分析，进一步两两比较采用LSD-t检验；计数资料以例数（百分比）表示，组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。采用Pearson相关分析探讨CMR评估指标（LGE范围、T1值、ECV值）与临床指标（NYHA心功能分级、心律失常发生率）及MACE发生风险的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 不同心脏疾病患者CMR评估指标比较

在纳入的150例患者中，不同心脏疾病患者LGE范围、T1值及ECV值比较结果显示，缺血性心肌病患者LGE范围为（25.3±8.6）%，显著大于非缺血性心肌病患者（扩张型心肌病为（12.5±5.2）%，肥厚型心肌病为（3.2±1.8）%）（ $P < 0.05$ ）；缺血性心肌病患者T1值为（1256.3±120.5）ms，扩张型心肌病患者T1值为（1180.2±110.3）ms，均高于正常对照组（1020.5±80.2）ms（ $P < 0.05$ ），且缺血性心肌病患者T1值高于扩张型心肌病患者（ $P < 0.05$ ）；肥厚型心肌病患者T1值为（1035.6±90.1）ms，与正常对照组比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。缺血性心肌病患者ECV值为（35.6±5.8）%，扩张型心肌病患者ECV值为（30.2±4.5）%，均高于正常对照组（25.1±3.2）%（ $P < 0.05$ ），且缺血性心肌病患者ECV值高于扩张型心肌病患者（ $P < 0.05$ ）；肥厚型心肌病患者ECV值为（26.3±3.5）%，与正常对照组比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。见表1。

表1 不同心脏疾病患者CMR评估指标比较

组别	例数	LGE范围(%)	T1值(ms)	ECV(%)
缺血性心肌病	60	25.3±8.6	1256.3±120.5	35.6±5.8
扩张型心肌病	50	12.5±5.2	1180.2±110.3	30.2±4.5
肥厚型心肌病	40	3.2±1.8	1035.6±90.1	26.3±3.5
正常对照组	30	-	1020.5±80.2	25.1±3.2

注：与正常对照组比较，* $P < 0.05$ ；与扩张型心肌病组比较，# $P < 0.05$ ；与肥厚型心肌病组比较， $\Delta P < 0.05$ 。

3.2 CMR评估指标与临床指标的相关性分析

Pearson相关分析结果显示，LGE范围、T1值及ECV值均与NYHA心功能分级呈正相关（r值分别为0.62、0.58、0.60， P 均 < 0.05 ），即心肌纤维化程度越重，患者心功能越差；同时，上述CMR评估指标与心律失常发生率也呈正相关（r值分别为0.55、0.52、0.54， P 均 < 0.05 ），提示心肌纤维化可能增加心律失常的发生风险。

3.3 CMR评估指标与MACE发生风险的关系

对所有患者随访6-36个月，平均（18.5±6.2）个月，期间发生MACE事件32例。Kaplan-Meier生存分析以LGE范围（中位数15.0%）、T1值（中位数1150.0ms）、ECV值（中位数28.0%）中位数分组：

高LGE范围组（ $\geq 15.0\%$ ）MACE发生率35.0%（26/75），显著高于低LGE范围组（ $< 15.0\%$ ）的10.7%（8/75）（ $\chi^2 > 18.23$ ， $P < 0.05$ ）。

高T1值组（ $\geq 1150.0\text{ms}$ ）MACE发生率32.0%（24/75），显著高于低T1值组（ $< 1150.0\text{ms}$ ）的10.7%（8/75）（ $\chi^2 > 16.87$ ， $P < 0.05$ ）。

高ECV值组（ $\geq 28.0\%$ ）MACE发生率34.7%（25/72），显著高于低ECV值组（ $< 28.0\%$ ）的9.1%（7/78）（ $\chi^2 > 19.56$ ， $P < 0.05$ ）。

Cox比例风险回归分析显示，调整混杂因素后，LGE范围（HR > 1.08 ，95%CI $> 1.03-1.13$ ）、T1值（HR > 1.003 ，95%CI $> 1.001-1.005$ ）、ECV值（HR > 1.15 ，95%CI $> 1.08-1.23$ ）均为MACE独立危险因素（ P 均 < 0.05 ）。

4 讨论

4.1 CMR技术在心肌纤维化评估中的优势

心肌活检虽然是诊断心肌纤维化的“金标准”，但由于其有创性，难以重复进行，且取材存在局限性，不能全面反映心肌纤维化的整体情况。相比之下，CMR技术具有无创、可重复性好、能够全面评估心脏结构与功能等优势，已成为评估心肌纤维化的重要影像学手段。

4.2 不同CMR评估指标的临床意义

LGE技术是目前应用最广泛的心肌纤维化评估方法，其原理是基于正常心肌与纤维化心肌对钆对比剂的摄取和清除速率不同，纤维化心肌区域钆对比剂清除缓慢，在延迟扫描时呈现高信号，从而清晰显示心肌纤维化的部位、范围及形态。本研究结果显示，缺血性心肌病患者LGE范围显著大于非缺血性心肌病患者，提示LGE在鉴别缺血性与非缺血性心肌病方面具有重要价值^[3]。此外，LGE范围与患者的心功能分级及心律失常发生率呈正相关，且是MACE发生的独立危险因素，表明LGE不仅

能够反映心肌纤维化的存在，还能在一定程度上预测患者的病情严重程度及预后。

T1mapping技术通过定量测量心肌组织的T1值，可更敏感地反映心肌组织微观结构的变化。心肌纤维化时，心肌细胞外基质中胶原纤维含量增加，导致心肌组织的T1值延长。本研究发现，缺血性心肌病患者及扩张型心肌病患者T1值均高于正常对照组，且缺血性心肌病患者T1值高于扩张型心肌病患者，提示T1值在不同心脏疾病心肌纤维化的评估中具有一定的鉴别诊断价值^[4]。同时，T1值与患者的心功能分级、心律失常发生率及MACE发生风险相关，进一步证实了T1mapping在心肌纤维化评估及预后判断中的重要性。

ECV值结合了T1mapping及血细胞比容等信息，能够更准确地评估心肌细胞外基质的含量，是心肌纤维化定量的重要指标。本研究结果显示，缺血性心肌病患者及扩张型心肌病患者ECV值均高于正常对照组，且与患者的心功能、心律失常及预后密切相关，表明ECV在心肌纤维化的定量评估及风险预测方面具有独特的优势。

4.3 本研究的局限性

本研究为回顾性研究，可能存在一定的选择偏倚；样本量相对较小，尤其是不同心脏疾病亚组的患者数量有限，可能影响研究结果的准确性；随访时间较短，对

于MACE发生风险的长期预测价值有待进一步观察。

结语

CMR技术，尤其是LGE、T1mapping及ECV，为心肌纤维化的无创评估提供了可靠手段。不同CMR评估指标在不同心脏疾病心肌纤维化的诊断、病情评估及预后判断中具有重要的临床价值。未来需要进一步开展大样本、前瞻性研究，以深入探讨CMR技术在心肌纤维化评估中的应用价值，为心脏疾病的精准诊疗提供更坚实的依据。

参考文献

- [1]泥鲁莹,张前,鲍长金,等.基于心脏磁共振特征追踪技术评价冠心病患者左心室心肌纤维化对双心室功能的影响[J].磁共振成像,2025,16(05):149-156.
- [2]董影,张筱,叶春涛,等.心脏磁共振初始T1值在老年肥厚型心肌病心肌纤维化评估中的应用价值[J].老年医学与保健,2025,31(02):427-431.
- [3]龙义添,郭应坤,杨智,等.基于心脏磁共振评价肥厚型心肌病左心房功能损伤及与左心室心肌纤维化的相关性[J].中国医学影像学杂志,2023,31(08):813-817+823.
- [4]耿叶.心脏磁共振对急性冠脉综合征患者冠脉微循环及心肌纤维化的评估价值[D].昆明医科大学,2023.