

论 著

MR纵向弛豫时间定量成像技术在左心室肥厚诊断中的应用效果分析*

申 兵* 侯 博 杨 震

邯郸市中心医院CT/MR科(河北邯郸 056008)

【摘要】目的 观察磁共振(MR)纵向弛豫时间定量成像(T1 mapping)技术在左心室肥厚(LVH)诊断中的应用效果。**方法** 回顾性分析2017年8月至2022年3月期间我院200例LVH患者的病例资料,根据病变类型分别纳入高血压性心脏病(HHD组)118例、肥厚型心肌病(HCM组)82例,另纳入健康体检者50例作为对照组,均行3.0T心脏MR扫描,扫描序列包括电影成像、延迟强化及对比增强前后T1 mapping成像。比较三组左心室壁厚度、左心室质量(LVM)、左心室射血分数(LVEF),及增强前后T1 mapping参数[Native T1、Post T1、细胞外容积(ECV)],绘制T1 mapping各参数鉴别HHD与HCM的受试者工作特征(ROC)曲线,读取敏感度、特异度、曲线下面积(AUC)等参数信息。**结果** HHD组、HCM组左心室壁厚度、LVM均大于对照组($P<0.05$),LVEF均小于对照组($P<0.05$),HHD组左心室壁厚度、LVEF均小于HCM组($P<0.05$),LVM大于HCM组($P<0.05$);HHD组、HCM组Native T1、Post T1、ECV均大于对照组($P<0.05$),HHD组Native T1、Post T1、ECV均小于HCM组($P<0.05$);ROC曲线显示,Native T1、Post T1、ECV单独及联合鉴别HHD与HCM敏感度/特异度分别为85.60%/72.00%、89.00%/73.20%、44.90%/68.30%、97.50%/67.10%,对应的AUC分别为0.842、0.863、0.625、0.919。**结论** MR T1 mapping技术在LVH的鉴别诊断中具有重要的应用价值,联合诊断具有较高的诊断效能。

【关键词】 心脏磁共振;纵向弛豫时间定量成像技术;左心室肥厚;诊断

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 邯郸市科学技术研究与发展计划项目(19422083009-21)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.022

Analysis of Application Effects of MR T1 Mapping in The Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy*

SHEN Bing*, HOU Bo, YANG Zhen.

Department of CT/MR, Handan Central Hospital, Handan056008, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To observe the application effects of magnetic resonance (MR) longitudinal relaxation time quantitative imaging (T1 mapping) in the diagnosis of left ventricular hypertrophy (LVH). **Methods** The case data of 200 patients with LVH in the hospital from August 2017 to March 2022 were retrospectively analyzed. According to the types of lesions, 118 cases in hypertensive heart disease group (HHD group) and 82 cases in hypertrophic cardiomyopathy group (HCM group) were included, and 50 healthy subjects with physical examination were enrolled as control group. All the subjects underwent 3.0T cardiac MR scanning, with scanning sequences of cine imaging, delayed enhancement and T1 mapping before and after contrast enhancement. The left ventricular wall thickness, left ventricular mass (LVM), left ventricular ejection fraction (LVEF) and T1 mapping parameters before and after enhancement [Native T1, Post T1, extracellular volume (ECV)] were compared among the three groups, and each parameter of T1 mapping was drawn. Receiver operating characteristic (ROC) curves of T1 mapping parameters were drawn to identify HHD and HCM, and the sensitivity, specificity and area under the curve (AUC) were obtained. **Results** The left ventricular wall thickness and LVM in HHD group and HCM group were larger than those in control group ($P<0.05$) while the LVEF was smaller than that in control group ($P<0.05$). The left ventricular wall thickness and LVEF in HHD group were smaller than those in HCM group ($P<0.05$) while LVM was greater than that in HCM group ($P<0.05$). Native T1, Post T1 and ECV of HHD group and HCM group were higher than those of control group ($P<0.05$), and the above three indicators of HHD group were lower than those of HCM group ($P<0.05$). ROC curves showed that the sensitivities/specificities of Native T1, Post T1, and ECV alone and in combination to distinguish HHD from HCM were 85.60%/72.00%, 89.00%/73.20%, 44.90%/68.30% and 97.50%/67.10% respectively, with the corresponding AUCs of 0.842, 0.863, 0.625 and 0.919. **Conclusion** MR T1 mapping has important application value in the differential diagnosis of LVH, and the combined diagnosis has high diagnostic efficiency.

Keywords: Cardiac Magnetic Resonance; T1 Mapping; Left Ventricular Hypertrophy; Diagnosis

左心室肥厚(left ventricular hypertrophy, LVH)是指各种因素所导致的以左心室室壁增厚或左心室质量增加为特征的病理表现,诸多先天性或后天性心脏病可引起LVH^[1]。高血压性心脏病(hypertensive heart disease, HHD)、肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy, HCM)为临床最常见的两种以LVH为表现的疾病类型,但二者在临床中通常很难准确鉴别诊断^[2]。随着医学影像的发展,心脏磁共振(magnetic resonance, MR)凭借其无电离辐射、软组织分辨率高的优势,广泛应用于心脏病的诊断和心功能的评估^[3]。纵向弛豫时间定量成像(T1 mapping)技术是基于反转或饱和脉冲序列采集,目前应用最多的为改良运动校正Look-Locker翻转恢复(modified motion-correction Look-Locker inversion0recovery, MOLLI)序列,其特点为采集固定时相数据,使扫描时间缩短,且得到的T1 mapping更为精确^[4]。既往对T1 mapping技术应用于LVH鉴别诊断的相关报道较少。本研究旨在分析MR T1 mapping技术在HDD及HCM中的鉴别诊断效能,详述如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年8月至2022年3月期间我院200例LVH患者的病例资料,根据病变类型分别纳入高血压性心脏病(HHD组)118例、肥厚型心肌病(HCM组)82例。纳入标准:心脏超声检测室壁厚度 ≥ 15 mm;无冠脉介入手术史;HHD组同型半胱氨酸 $\geq 10\mu\text{mol/L}$,排除内分泌、肾脏继发高血压因素;HCM组排除心尖部、梗阻性HCM;临床资料、影像学资料完整。排除标准:存在心脏瓣膜病、结缔组织病。另纳入健康体检者50例作为对照组。

1.2 MRI检测方法

1.2.1 扫描方法 检查前采集患者外周静脉血,测量红细胞压积。采用美国GE HDXT3.0T磁共振扫描仪,16通道腹部相控阵线圈,心电门控扫描。电影成像扫描采用True FISP序列采集,短轴位8~10层,覆盖左心室,扫描参数:TR 39.24ms, TE 1.43ms,翻转角 80° ,采集时相25,层厚8mm,层间距2mm,FOV 340mm*340mm,矩阵 $208*166$ 。初始T1 mapping扫描:采用MOLLI序列一次屏气扫描,单层采集时间10s,采集与电影成像序列对应的左室短轴位基底段、中间段、心尖部图像,扫描参数:TR 362.66ms, TE 1.12ms,翻转角 35° ,FOV 370mm*360mm,矩阵 $218*256$,层厚8mm。延迟增强:高压注射器经肘静脉以2mL/s的速率注射0.1mmol/kg钆喷酸葡胺注射液,行短轴位心肌首灌注成像,灌注扫描后,将对对比剂剂量增加到0.2mmol/kg,9~12min后

【第一作者】 申 兵,男,主治医师,主要研究方向:心脏磁共振成像。E-mail: shenbinghandan0916@163.com

【通讯作者】 申 兵

采用相位敏感反转恢复序列进行延迟增强扫描，采集与电影序列对应的左室短轴、两腔心、四腔心图像，扫描参数：回波间隙5.2ms，TE 1.96ms，层厚8mm，视野360mm*360mm，TI 275~325ms；增强后T1 mapping扫描参数：TR 2.70ms，TE 1.96ms，层厚8mm，视野360mm*360mm，翻转角35°，矩阵256*144，TI 260ms。

1.2.2 图像分析 由两名具有丰富诊断经验的医师进行盲法独立阅片测量。选取除外左室心尖部的16个左室节段进行分析。采用Simemens Argus软件测量左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室质量(left ventricular mass, LVM)等相关参数。初始及增强后T1 mapping分析采用CVI 42专用后处理软件进行分析，手动勾画增强前后短轴位血池、心内膜、心外膜边界，手动匹配校正，生成T1 mapping，软件校准识别后自动计算各阶段初始T1 mapping值Native T1级增强后T1 mapping值Post T1，输入MR检查前测得的红细胞压积数据，软件计算得到细胞外容积(extracellular volume, ECV)。

1.3 观察指标 比较三组左心室壁厚度、LVM、LVEF，及增强前后T1 mapping参数(Native T1、Post T1、ECV)，绘制T1 mapping各参数鉴别HHD与HCM的受试者工作特征(receicer operating characteristic curve, ROC)曲线，读取获取曲线下面积(area under curve, AUC)、95%CI、标准误(standard error，

SE)、最佳截断值、敏感度、特异度等参数信息。
1.4 统计学方法 采用统计学软件SPSS 22.0进行数据分析，计数资料采用n(%)表示，组间比较采用 χ^2 检验；计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，三组比较采用单因素方差分析；采用ROC曲线描述T1 mapping各参数对HHD与HCM的鉴别诊断效能。均以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组一般资料及左心室壁厚度、LVM、LVEF比较 HHD组、HCM组左心室壁厚度、LVM均大于对照组($P<0.05$)，LVEF均小于对照组($P<0.05$)，HHD组左心室壁厚度、LVEF均小于HCM组($P<0.05$)，LVM大于HCM组($P<0.05$)，见表1。

2.2 三组增强前后T1 mapping参数比较 HHD组、HCM组Native T1、Post T1、ECV均大于对照组($P<0.05$)，HHD组Native T1、Post T1、ECV均小于HCM组($P<0.05$)，见表2。

2.3 T1 mapping参数对HHD与HCM的鉴别诊断效能 ROC曲线显示，Native T1、Post T1、ECV单独及联合鉴别HHD与HCM敏感度/特异度分别为85.60%/72.00%、89.00%/73.20%、44.90%/68.30%、97.50%/67.10%，对应的AUC分别为0.842、0.863、0.625、0.919，见图1、表3。

2.4 典型病例(见图2A-图2F)

表1 三组一般资料及左心室壁厚度、LVM、LVEF比较[n(%)]

组别	例数	性别		年龄(岁)	左室壁厚度(cm)	LVM(g)	LVEF(%)
		男	女				
HHD组	118	64(54.24)	54(45.76)	51.27±10.09	1.57±0.22 ^{ab}	155.69±40.41 ^{ab}	44.09±7.14 ^{ab}
HCM组	82	47(57.32)	35(42.68)	51.05±9.22	2.09±0.50 ^a	110.71±29.06 ^a	52.07±5.03 ^a
对照组	50	27(54.00)	23(46.00)	51.15±7.74	0.64±0.17	93.78±10.62	60.21±4.49
F/ χ^2 值	-	0.220	0.014	295.355	80.844	132.858	
P值	-	0.895	0.987	<0.001	<0.001	<0.001	

注：^a：与对照组比较， $P<0.05$ ；^b：与HCM组比较， $P<0.05$ 。

表2 三组增强前后T1 mapping参数比较

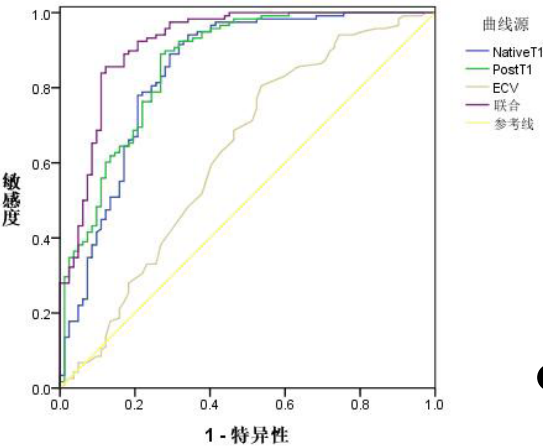
组别	例数	Native T1(ms)	Post T1(ms)	ECV
HHD组	118	1271.79±80.49 ^{ab}	744.42±90.58 ^{ab}	0.39±0.12 ^{ab}
HCM组	82	1409.85±107.29 ^a	908.45±113.67 ^a	0.42±0.17 ^a
对照组	50	1217.25±92.47	692.75±50.42	0.30±0.07
F值	-	82.920	108.218	13.380
P值	-	<0.001	<0.001	<0.001

注：^a：与对照组比较， $P<0.05$ ；^b：与HCM组比较， $P<0.05$ 。

表3 T1 mapping参数对HHD与HCM的鉴别诊断效能

指标	最佳截断值	AUC	SE	95%CI	敏感度(%)	特异度(%)
Native T1	1428.57	0.842	0.031	0.782~0.902	85.60	72.00
Post T1	833.33	0.863	0.027	0.810~0.916	89.00	73.20
ECV	0.36	0.625	0.042	0.544~0.707	44.90	68.30
联合	-	0.919	0.021	0.877~0.960	97.50	67.10

ROC 曲线



结生成的对角线。

图1 T1 mapping参数鉴别HHD与HCM的ROC曲线

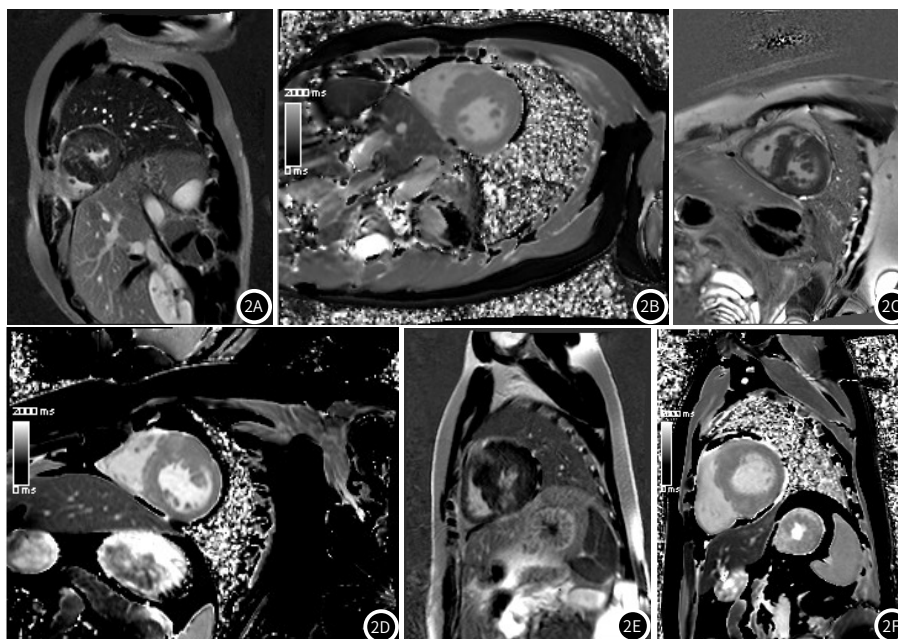


图2A-图2F HCM患者男, 25岁, 图2A延迟增强扫描显示室间隔点状延迟强化, 图2B T1 mapping提示室间隔T1值升高; 图2C-图2D HCM患者女, 52岁, 图4延迟增强扫描提示上下交界区灶状延迟强化, 图2D T1 mapping提示室间隔T1值升高; 图2E-图2F: HCM患者男, 28岁, 图5延迟增强扫描提示室间隔上下交界区灶状延迟强化, 图2F T1 mapping提示室间隔T1值升高。

3 讨论

LVH是指多种因素引起的左心室室壁厚度增加或左心室质量增大, 但其本身是诸多先天性或获得性心脏病的共同表现, 如心肌异常、血压负荷异常等均可导致LVH^[5]。HHD、HCM为临床最常见的以LVH为表现的疾病, 二者的临床鉴别诊断较为困难^[6]。

HHD是由持续高血压及高血压所致冠脉粥样硬化斑块所发展而来, 其典型特征是肥大的心肌纤维平行整齐排列, 心肌质量增加, 部分患者可发展为心衰^[7]。HCM是由基因异常引起心肌病理性增厚, 以LVH为典型特征的一种原发性心脏病, 患者的左室负荷状态与心肌肥厚并不平行, 轻症患者日常生活与寿命不会受到较大影响, 但重症患者存在心衰、猝死风险^[8-9]。由此可见, HHD与HCM临床治疗方法、预后存在较大差异, 准确鉴别对于改善预后, 预防不良心脏事件具有重要意义。T1 mapping技术多采用MOLLI序列, 通过T1弛豫时间测量心肌细胞T1值。当心肌组织发生水肿、炎症改变、纤维化时, T1值随之改变, 可对心肌病变进行定量评价^[10]。T1 mapping计算得到的ECV反映心肌细胞外基质所占容积范围, 该参数与心肌间质胶原纤维增加有关, 其检测值受主观因素影响较小, 是评价心肌组织学状态较为稳定的指标^[11-12]。本研究结果显示, HHD组、HCM组左心室壁厚度、LVM及Native T1、Post T1、ECV均大于对照组, LVEF均小于对照组, 原因是LVH患者心肌组织出现水肿、炎症改变, 心肌细胞间质胶原蛋白含量增加, 故Native T1之增加, 注射对比剂后, Post T1值较Native T1值降低, 而在出现延迟强化的心肌组织中, 心肌细胞外间隙增大, ECV增加。

本研究结果显示, HHD组、HCM组左心室壁厚度、LVM均大于对照组, LVEF均小于对照组, 且HHD患者的LVM大于HCM, 而左心室壁厚度却小于HCM, 与既往报道一致, 原因是其心肌肥厚具有向心性特点, 且与患者同型半胱氨酸水平相关^[13-14]。本研究显示, HHD组Native T1、Post T1、ECV均小于HCM组, 提示HCM患者Native T1、Post T1、ECV变化更为明显。分析其原因为HCM患者心肌T1 mapping与及心肌组织形态学改变并不具有一致性, Native T1、Post T1、ECV改变可能早于其心肌形态学改变, 且其改变并非仅体现在肥厚心肌区域^[15-16]。ROC曲线显示, Native T1、Post T1鉴别HHD与DCM的AUC分别为0.842、0.863, 提示二者均有较高的诊断效能, Native T1、Post T1、ECV联合诊断的AUC为0.919, 敏感度可高达97.50%。因此, 在延迟强化改变无法区分HHD与HCM时, 可通过进一步T1 mapping扫描, 通过Native T1、Post T1、ECV三项指标联合进行诊断鉴别。

综上所述, MR T1 mapping技术在LVH的鉴别中具有重要的应用价值, 尤其对具有相似形态学、延迟强化改变的HHD与HCM患者具有较高的鉴别诊断意义, Native T1、Post T1、ECV参数联合鉴别HHD、HCM具有较高的效能, 可为临床诊治提供依据。本研究为回顾性研究, 且纳入病例数较少, 未来尚需进一步扩大样本量, 并针对心肌肥厚程度与T1 mapping参数之间的关系深入探讨。

参考文献

- [1] 郑玉丹. 肥厚性心肌病伴高血压病患者血清层粘连蛋白, III型前胶原及透明质酸水平与SelvesterQRS心电图评分的相关性分析[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(4): 34-35.
- [2] 袁伟霞, 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.
- [3] 贾韬宇, 秦培鑫, 寇锋, 等. T1 mapping技术原理及其在心肌定量的研究进展[J]. 磁共振成像, 2022, 13(3): 151-158.
- [4] 崔倩, 于静, 葛夕洪, 等. 纵向弛豫时间定量成像联合钆延迟增强对扩张型心肌病患者的诊断价值[J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32(12): 1506-1510.
- [5] 林青, 王佳佳, 葛英辉. 磁共振T1-mapping及细胞外容积在肥厚型心肌病中的应用价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(9): 1095-1100.
- [6] 周笛, 赵世华, 陆敏杰. 心肌T1-mapping进展: 成像技术与临床应用[J]. 放射学实践, 2020, 35(7): 933-938.
- [7] Bras P G, Cardoso I, Rosa S A, et al. Microvascular dysfunction and myocardial fibrosis impact on left ventricular myocardial deformation in hypertrophic cardiomyopathy: per segment analysis by magnetic resonance imaging[J]. European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, 2022, 11(24): 2802-2807.
- [8] 赵初, 李小虎, 王婷婷, 等. 心脏磁共振纵向弛豫时间定量在肥厚型心肌病和扩张型心肌病中的应用价值[J]. 安徽医科大学学报, 2021, 56(3): 490-493.
- [9] Laa B, Rha C, Je D, et al. Native T1 and T2 provide distinctive signatures in hypertrophic cardiac conditions - Comparison of uremic, hypertensive and hypertrophic cardiomyopathy[J]. International Journal of Cardiology, 2020, 306(31): 102-108.
- [10] Yoshiy T, Takashi Y, Masashi D, et al. Calcineurin inhibition attenuates mineralocorticoid-induced cardiac hypertrophy[J]. Circulation, 2019, 105(6): 677-679.
- [11] 时园园, 张勇, 程敬亮, 等. 磁共振心肌组织追踪技术定量评估高血压性心脏病左心室心肌形变[J]. 放射学实践, 2020, 35(7): 873-877.
- [12] 胡皓, 李慧芳, 刘悦. MRI评估高血压左心室肥厚的临床意义[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(1): 87-89.
- [13] 刘新峰, 韩燕, 蒲伟, 等. T1 mapping技术定量分析肥厚型心肌病纤维化[J]. 实用医学杂志, 2020, 36(23): 3269-3272+3278.
- [14] 崔越, 曹玉坤, 刘佳, 等. 心脏磁共振T1 mapping和特征追踪技术定量评价肥厚型心肌病患者心肌纤维化和形变[J]. 临床心血管病杂志, 2020, 36(9): 856-862.
- [15] 段静. 三维全容积成像技术定量评价妊娠期高血压疾病严重程度与其左心室重构的关系[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(6): 58-60.
- [16] 赵初, 李小虎, 王婷婷, 等. 心脏磁共振纵向弛豫时间定量在肥厚型心肌病和扩张型心肌病中的应用价值[J]. 安徽医科大学学报, 2021, 56(3): 490-493.

(收稿日期: 2022-10-13)

(校对编辑: 谢诗婷)