

基于磁共振心肌特征追踪成像 评估扩张型心肌病左心室心肌 应变力的研究

余竹萍 江时忠 汪子平 吴秀芬

[摘要] 目的 基于磁共振心肌特征追踪成像(MR-FT)评估扩张型心肌病(DCM)左心室心肌应变力。方法 选取衢州市中医医院 2019 年 6 月至 2020 年 10 月收治的 65 例 DCM 患者为 DCM 组,同期在同院体检的 50 名健康志愿者为对照组。两组对象均行 MR-FT 检查,比较左心室心功能参数[包括左心室射血分数(LVEF)、收缩末期容积、舒张末期容积、每搏出量、排出量、左心指数]和心肌应变力参数[全局径向峰值应变(GPRS)、全局纵向峰值应变(GPLS)、全局周向峰值应变(GPCS)],分析 DCM 患者心肌应变力参数与心功能参数的相关性。结果 DCM 组患者收缩末期容积、舒张末期容积及 GPCS、GPLS 均明显高于对照组,LVEF、每搏出量、排出量、左心指数及 GPRS 均明显低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。DCM 患者 GPRS 与 LVEF、每搏出量、排出量、左心指数均呈正相关(均 $P < 0.05$),与收缩末期容积、舒张末期容积均呈负相关(均 $P < 0.05$);GPCS、GPLS 与 LVEF、每搏出量、排出量、左心指数均呈负相关(均 $P < 0.05$),与收缩末期容积、舒张末期容积均呈正相关(均 $P < 0.05$)。结论 MR-FT 能定量评估 DCM 左心室心肌应变力;且左心室心肌应变力参数与心功能参数呈一定的相关性,在一定程度上反映心功能损伤程度。

[关键词] 扩张型心肌病 磁共振心肌特征追踪成像 心肌应变力

Study of magnetic resonance myocardial feature tracking imaging in assessing left ventricular myocardial strain in dilated cardiomyopathy

YU Zhuping, JIANG Shizhong, WANG Ziping, WU Xiufen

First-author's address: Department of Radiology, Quzhou Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine, Quzhou 324000, China

Corresponding author: YU Zhuping, E-mail: yuzhuping2006@163.com

[Abstract] **Objective** To investigate the value of magnetic resonance myocardial feature tracking imaging(MR-FT) in assessing left ventricular myocardial strain in dilated cardiomyopathy(DCM). **Methods** A total of 65 DCM patients admitted from June 2019 to October 2020 in Quzhou Muniapal Hospital of Traditional Chinese Medicine were selected as the DCM group, and 50 healthy individuals who received physical examinations during the same period were selected as the control group. All the subjects were examined by MR-FT imaging technology. The association between left ventricular cardiac function parameters[including left ventricular ejection fraction(LVEF), end-systolic volume, end-diastolic volume, stroke volume, cardiac index, left ventricular index] and myocardial strain parameters[global peak radial strain(GPRS), global peak long strain(GPLS) and global peak circumferential strain(GPCS)] were assessed. The clinical data, cardiac function parameters and myocardial strain parameters of the two groups were compared, and the relationship between myocardial strain parameters and cardiac function parameters of DCM patients was analyzed. **Results** The end-systolic volume, end-diastolic volume, GPCS and GPLS of the DCM group were significantly higher than those in the control group(all $P < 0.05$), while LVEF, stroke volume, cardiac output, cardiac index and GPRS in DCM group were significantly lower than those in the control group(all $P < 0.05$). In DCM patients, GPRS was positively correlated with LVEF, stroke volume, cardiac output and cardiac index(all $P < 0.05$), and negatively correlated with

DOI:10.12124/j.issn.2095-3933.2022.4.2021-4236

作者单位:324000 衢州市中医医院放射科(余竹萍、江时忠、汪子平),心内科(吴秀芬)

通信作者:余竹萍,E-mail:yuzhuping2006@163.com

LVESV and LVEDV(all $P < 0.05$). GPCS and GPLS were negatively correlated with LVEF, stroke volume, cardiac output and cardiac index(all $P < 0.05$), and positively correlated with LVESV and LVEDV(all $P < 0.05$). **Conclusion** MR-FT can quantitatively evaluate the left ventricular myocardial strain capacity in DCM. The myocardial strain parameters were correlated with the parameters of cardiac function, reflecting the degree of cardiac function injury to a certain extent.

[Key words] Dilated cardiomyopathy Magnetic resonance myocardial feature tracing Myocardial strain

心肌病是一组异质性心肌疾病,其发病原因与多种因素有关,一旦发生多数不可逆转,可出现心脏收缩或舒张功能的改变,严重者可出现进展性心力衰竭和心血管性死亡^[1]。扩张型心肌病(dilated cardiomyopathy, DCM)是最常见的原发性心肌病类型之一,约占心肌病的 70%~80%,以左心室或双心室扩张伴收缩功能损伤为主要病理学特征,患者多表现为气短、水肿等充血性心力衰竭症状^[2]。DCM 是引发心力衰竭的第三大原因,患者预后较差,确诊后 5 年总体生存率仅为 5%^[3],因此,早发现、早治疗十分重要。左心室心肌收缩力是判断左心室功能的重要指标,目前临床多采用左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)来评估左心室功能^[4]。随着影像技术的不断发展,心脏磁共振成像逐渐应用于心血管疾病领域^[5]。本研究利用磁共振心肌特征追踪成像(magnetic resonance myocardial feature tracing, MR-FT)技术定量评估 DCM 左心室心肌应变力,并探讨左心室心功能参数与心肌应变力参数的相关性,现将结果报道如下。

1 对象和方法

1.1 对象 选取衢州市中医医院 2019 年 6 月至 2020 年 10 月收治的 65 例 DCM 患者为 DCM 组,所有患者符合《中国 DCM 诊断和治疗指南》相关诊断标准^[6],即磁共振成像显示心室扩大,心肌收缩功能减弱(LVEF < 50%);排除患有高血压心肌病、瓣膜病、冠心病、先天性心脏病等严重心血管疾病者。选取同期在同院体检的 50 名健康志愿者为对照组,所有体检人员心电图、超声心动图、心脏磁共振成像检查均无异常,既往无心血管病史。两组对象性别、年龄、体重指数等一般资料比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);而心率比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。本研究经衢州市中医医院医学伦理委员会审查通过(批准文号:2018400),所有入组对象签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 MR-FT 检查 使用美国 GE 公司 Optimal

表 1 两组对象一般资料比较

| 组别 | <i>n</i> | 性别 (男/女, <i>n</i>) | 年龄 (岁) | 体重指数 (kg/m ²) | 心率 (次/min) |
|--------------|----------|------------------------|--------------|------------------------------|---------------|
| DCM 组 | 65 | 36/29 | 41.30 ± 8.73 | 24.96 ± 3.28 | 87.39 ± 11.64 |
| 对照组 | 50 | 27/23 | 42.38 ± 7.46 | 25.11 ± 3.75 | 69.33 ± 10.20 |
| χ^2/t 值 | | 0.022 | -0.531 | -0.228 | 8.697 |
| <i>P</i> 值 | | >0.05 | >0.05 | >0.05 | <0.05 |

注:DCM 为扩张型心肌病

MR 360 型 1.5T 磁共振成像仪,配有 18 通道表面相控阵线圈。检查前训练患者吸气和屏气,检查时正确连接无线心电门控,确保在平静状态下进行心脏形态检查,不受呼吸运动和心跳的影响。以真实稳态自由进动成像序列进行检查,以快速小角度激发成像序列获取心脏横轴面、冠状面及矢状面图像,然后定位扫描矢状面图像,获取心脏假短轴位图像(图像覆盖心尖至主动脉根部)。在假短轴位图像上定位心尖、二尖瓣中心、左心房中心、右心室角、主动脉根部位置,获得左心室长轴(二、三、四腔心)以及短轴位电影成像。采集参数:视野 340 mm × 250 mm,矩阵 256 × 205,重复时间 45.64 ms,回波时间 1.43 ms,翻转角 80°,层厚 8 mm。

1.2.2 参数获取 将获取图像传输至后处理工作站,由 2 名经验丰富的影像科医师应用 CVI 42.0 软件分析图像。选择左心室短轴层面心腔面积最小和最大的图像作为心室收缩末期、舒张末期的图像。手动勾选所有层面左心室内膜和心外膜轮廓,测定左心室心功能参数,即 LVEF、收缩末期容积、舒张末期容积、每搏出量、排出量、左心指数;通过自动追踪每一个心动周期左心室心肌轮廓,测定左心室心肌应变力参数,即全局径向峰值应变(global peak radial strain, GPRS)、全局纵向峰值应变(global peak long strain, GPLS)、全局周向峰值应变(global peak circumferential strain, GPCS)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 20.0 统计软件。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表

示,组间比较采用秩和检验,计数资料组间比较采用 χ^2 检验。DCM患者心功能参数与心肌应变力参数的相关性分析采用Pearson相关。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组对象心功能参数比较 DCM组患者收缩末期容积、舒张末期容积均明显高于对照组,LVEF、每搏出量、排出量、左心指数均明显低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表2。

2.2 两组对象心肌应变力参数比较 DCM组患者GPRS明显低于对照组,GPCS、GPLS均明显高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表3。

2.3 DCM患者心肌应变力参数与心功能参数的相关性 DCM患者GPRS与LVEF、每搏出量、排出量、左心指数均呈正相关(均 $P<0.05$),与收缩末期容积、舒张末期容积均呈负相关(均 $P<0.05$);GPCS、GPLS与LVEF、每搏出量、排出量、左心指数均呈负相关(均 $P<0.05$),与收缩末期容积、舒张末期容积均呈正相关(均 $P<0.05$),见表4和图1(插页)。

3 讨论

心脏磁共振成像是一种诊断心脏和大血管疾病

的无创技术,由于其扫描视野大,可获得多方位、多角度的斜断面图像,能准确定义心内膜边界,对心脏结构及功能进行全面评估,但是需要通过视觉观察来评估室壁运动情况,而不同评估者的观察结果可能存在差异^[7]。既往临床上多使用磁共振标记成像技术评估心肌应变,但是需要扫描专用序列和使用特定分析软件,且手动分析所需时间较长,因此限制了其在临床中的应用^[8]。MR-FT是近年来发展的一种新型技术,不需额外扫描序列和标注目标,可以直接应用真实稳态自由进动成像序列对心肌整体做功、局部运动和功能进行无创性定量评估,测量GPRS、GPLS和GPCS等参数^[9-10]。MR-FT还克服了既往心肌标注技术、激发回波技术等方式序列扫描时间长、空间分辨率低、径向应变数据缺失等缺陷,具有半自动、快速、可重复的特点,可以更精准地反映左室功能和运动情况^[11]。目前,MR-FT已广泛用于心血管疾病的诊断、治疗和预后评价^[12-13]。

心肌应变力是指心肌收缩后长度与初始长度的比值,能准确反映心室收缩期肌纤维长度变化情况,常用于评估心血管疾病患者的心肌机械运动和变形情况。左心室包括纵向肌束、周向肌束,其中纵向肌束位于心内外膜周围,在心尖和基底部形成螺旋结构,而心尖与基底部存在周向肌束环绕于心室轴位,肌纤维可产生纵向、周向、径向3个方向的应变力来

表2 两组对象心功能参数比较

| 组别 | n | LVEF(%) | 收缩末期容积(mL) | 舒张末期容积(mL) | 每搏出量(mL) | 排出量(L/min) | 左心指数(L·min ⁻¹ ·m ⁻²) |
|------|----|------------|-----------------------|--------------|-------------|------------|---|
| DCM组 | 65 | 17.48±3.05 | 217.30(168.35,312.57) | 311.73±62.19 | 44.47±12.84 | 4.08±1.74 | 2.20±0.47 |
| 对照组 | 50 | 67.46±6.05 | 33.92(27.45,45.61) | 116.36±23.61 | 78.64±16.90 | 5.47±1.38 | 2.94±0.59 |
| t值 | | -57.787 | 27.309 | 21.060 | -12.325 | -4.636 | -5.639 |
| P值 | | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |

注:DCM为扩张型心肌病;LVEF为左心室射血分数

表3 两组对象心肌应变力参数比较(%)

| 组别 | n | GPRS | GPCS | GPLS |
|------|----|--------------------|-------------|-------------|
| DCM组 | 65 | 7.03(5.36,9.52) | -8.77±1.84 | -6.86±1.57 |
| 对照组 | 50 | 45.25(31.26,57.95) | -20.72±4.16 | -14.25±2.84 |
| t值 | | -22.193 | 20.892 | 19.968 |
| P值 | | <0.05 | <0.05 | <0.05 |

注:DCM为扩张型心肌病;GPRS为全局径向峰值应变;GPLS为全局纵向峰值应变;GPCS为全局周向峰值应变

表4 DCM患者心肌应变力参数与心功能参数的相关系数(r值)

| 心功能参数 | GPRS | GPCS | GPLS |
|--------|---------|---------|---------|
| LVEF | 0.701* | -0.685* | -0.641* |
| 收缩末期容积 | -0.678* | 0.688* | 0.656* |
| 舒张末期容积 | -0.573* | 0.647* | 0.529* |
| 每搏出量 | 0.634* | -0.614* | -0.678* |
| 排出量 | 0.620* | -0.694* | -0.560* |
| 左心指数 | 0.605* | -0.688* | -0.531* |

注:DCM为扩张型心肌病;GPRS为全局径向峰值应变;GPLS为全局纵向峰值应变;GPCS为全局周向峰值应变;LVEF为左心室射血分数;* $P<0.05$

反映心肌变形情况^[4]。本研究结果显示,DCM 组患者 GPRS 明显低于对照组,GPCS、GPLS 均明显高于对照组,差异均有统计学意义;提示 DCM 患者左心室整体功能存在损伤,与 Kono 等^[2]研究结果一致。笔者分析原因,主要是由于 DCM 患者左心室呈球形扩大,肌束角度趋于水平,从而导致心肌应变力降低。同时,左心室压力增加、心肌变薄导致的肌纤维变化能力减弱,也是引起心肌应变力降低的原因之一^[15]。相比于 GPLS、GPCS,DCM 患者 GPLS 变化更大,提示 DCM 患者左心室径向运动的损伤较周向及纵向运动严重,这是因为纵向和周向应变力发生于肌纤维方向的肌小结的主动收缩,而径向增厚肌在纤维重排下产生,是纵向运动和周向运动两者共同作用下的结果,因而 GPLS 变化更大。本研究结果显示,LVEF 为 $(17.48 \pm 3.05)\%$,GPCS 为 $(-8.77 \pm 1.84)\%$,与 Del-Canto 等^[16]报道的数据(LVEF 26.4%,GPCS -12.7%)存在差异,可能与本研究 DCM 患者病情更严重有关,同时也提示 DCM 患者心肌功能障碍程度可能与心肌应变力有关。本研究进一步作相关性分析,结果发现 DCM 患者 GPRS、GPCS、GPLS 与心功能参数呈一定的相关性,提示基于 MR-FT 评估 DCM 左心室心肌应变力,可在一定程度反映心功能损伤程度。

综上所述,MR-FT 能定量评估 DCM 左心室心肌应变力,且左心室心肌应变力参数与心功能参数呈一定的相关性,在一定程度上反映心功能损伤程度。

参 考 文 献

- [1] 杨晓凌,柳永华,许之民,等.扩张型心肌病的诊断和治疗研究进展[J].中西医结合心血管病电子杂志,2018,6(7):25-33. DOI: 10.16282/j.cnki.cn11-9336/r.2018.07.015.
- [2] Kono AK, Croisille P, Nishii T, et al. The detectability for the myocardial fibrosis by tagging imaging on cardiovascular magnetic resonance[J]. Open J Radiol, 2014, 4(1): 1-8. DOI: 10.4236/ojrad.2014.41001.
- [3] 韩蒙蒙,王欣,徐琳,等.扩张型心肌病 161 例患者 15 年预后及影响因素分析[J].中国实用内科杂志,2019,39(4):71-73. DOI: 10.19538/j.nk2019040114.
- [4] Chimura M, Onishi T, Tsukishiro Y, et al. Longitudinal strain combined with delayed-enhancement magnetic resonance improves risk stratification in patients with dilated cardiomyopathy[J]. Heart, 2017, 3(9): 679-686. DOI: 10.1136/heartjnl-2016-309746.
- [5] 王铮,马晓海,赵蕾,等.肥厚型心肌病和扩张型心肌病合并冠状动脉粥样硬化性心脏病心脏磁共振影像学特征分析[J].第二军医大学学报,2019,40(3):44-50. DOI:10.16781/j.0258-879x.2019.03.0270.
- [6] 中华医学会心血管病学分会,中国心肌炎心肌病协作组.中国扩张型心肌病诊断和治疗指南[J].临床心血管病杂志,2018,34(5):421-434. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2018.05.001.
- [7] Morton G, Schuster A, Jogiya R, et al. Inter-study reproducibility of cardiovascular magnetic resonance myocardial feature tracking[J]. J Cardiovasc Magn R, 2012, 14(1): 43-50. DOI: 10.1186/1532-429X-14-43.
- [8] Yu Y, Yu S, Tang X, et al. Evaluation of left ventricular strain in patients with dilated cardiomyopathy[J]. J Int Med Res, 2017, 45(6): 2092-2100. DOI: 10.1177/0300060517712164.
- [9] Bhatti S, Vallurupalli S, Ambach S, et al. Myocardial strain pattern in patients with cardiac amyloidosis secondary to multiple myeloma: a cardiac MRI feature tracking study[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2018, 34(1): 27-33. DOI: 10.1007/s10554-016-0998-6.
- [10] Obokata M, Nagata Y, Wu VC, et al. Direct comparison of cardiac magnetic resonance feature tracking and 2D/3D echocardiography speckle tracking for evaluation of global left ventricular strain [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2016, 17(5): 525-532. DOI: 10.1093/ehjci/jev227.
- [11] 喻思思,俞瑶涵,唐雪培,等. MR 特征追踪技术定量评估肥厚型心肌病心肌应变[J].中国医学影像技术,2017,33(8):1129-1133. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201703062.
- [12] 滕飞,刘婷,戴旭.磁共振特征性追踪技术对肥厚型心肌病心肌应变的初步研究[J].磁共振成像,2017,8(6):431-435. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2017.06.006.
- [13] 刘晓庆,肖秋月,邵国柱,等.基于磁共振特征追踪技术定量评价扩张型心肌病患者双室心肌应变功能的初步临床研究[J].临床放射学杂志,2019,38(7):1223-1228. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2019.07.009.
- [14] Anderson RH, Ho SY, Redmann K, et al. The anatomical arrangement of the myocardial cells making up the ventricular mass[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2005, 28(4): 517-525. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.06.043.
- [15] Beyar R, Sideman S. The dynamic twisting of the left ventricle: a computer study[J]. Ann Biomed Eng, 1986, 14(6): 547-562. DOI: 10.1007/BF02484472.
- [16] Del-Canto I, López-Lereu MP, Monmeneu JV, et al. Characterization of normal regional myocardial function by MRI cardiac tagging[J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 41(1): 83-92. DOI: 10.1002/jmri.24539.

(收稿日期:2021-01-12)

(本文编辑:陈丹)