

成人先天性心脏病合并肺动脉高压患者的心脏磁共振评估[△]

崔燕海, 杨向太, 黄美萍, 刘 辉, 梁长虹

[广东省人民医院(广东省医学科学院)放射科, 广州 510080]

摘要:目的 探讨心脏磁共振(cardiac magnetic resonance, CMR)评价先天性心脏病合并肺动脉高压患者心室功能的临床价值。方法 对 26 例先天性心脏病合并肺动脉高压的患者行 CMR 检查,分别测量并计算右心室与左心室的短轴缩短率、舒张末期直径、舒张末期容积、收缩末期容积、每搏排血量、射血分数等心功能参数及主动脉、肺动脉直径,同时评价室间隔运动、心肌延时强化。采用配对样本 *t* 检验比较左、右心室功能参数,采用两个独立样本 *t* 检验比较室间隔运动正常组和异常组的右心功能情况,采用卡方检验比较室间隔运动异常与心肌延时强化的关联。**结果** 右心室舒张末期直径、舒张末期容积、收缩末期容积均显著高于左心室,差异有统计学意义($P<0.05$);右心室短轴缩短率、射血分数均显著低于左心室,差异有统计学意义($P<0.05$)。26 例患者中,14 例室间隔运动异常,14 例出现心肌延时强化。室间隔运动异常组心肌延时强化出现比例明显高于室间隔运动正常组,差异有统计学意义($P<0.05$)。同时,室间隔运动异常组的右心室舒张末期直径、舒张末期容积均显著高于正常组,差异有统计学意义($P<0.05$);右心室短轴缩短率显著低于正常组,差异有统计学意义($P<0.05$);射血分数低于正常组,但差异无统计学意义($P=0.08$)。**结论** 合并肺动脉高压的成人先天性心脏病患者右心功能较左心功能差,室间隔运动异常患者的右心功能更差,室间隔运动异常患者出现心肌延时强化比例高。CMR 能够提供先天性心脏病合并肺动脉高压患者的左、右心室功能及相关结构信息,对治疗和预后有重要价值。

关键词:心脏病缺损,先天性;磁共振成像;肺动脉高压;心功能

中图分类号:R541.7

文献标志码:A

文章编号:1007-9688(2014)05-0599-04

Assessment of cardiac magnetic resonance imaging in adult patients with congenital heart disease complicated with pulmonary artery hypertension

CUI Yan-hai, YANG Xiang-tai, HUANG Mei-ping, LIU Hui, LIANG Chang-hong

(Department of Radiology, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China)

Abstract: Objectives To explore the clinical application value of cardiac magnetic resonance (CMR) imaging in assessment of ventricular function in patients with congenital heart disease (CHD) complicated with pulmonary artery hypertension (PAH). **Methods** Totally 26 adult patients with CHD complicated with PAH had undergone CMR exam. The left and right ventricular function were measured on images of cine series including end-diastolic diameter (EDD), end-diastolic volume (EDV), end-systolic volume (ESV), stroke volume (SV), shortening fraction (SF), ejection fraction (EF) and motion of interventricular septum (IS). Myocardium enhancement was evaluated on images of delayed enhancement series. Bilateral ventricular functions of total 26 patents were compared using paired *t* test. Right ventricular functions were compared using two independent-samples *t* test and numbers of myocardium abnormal delayed enhancement were compared using χ^2 test between normal group and abnormal group in motion of IS. **Results** Compared with left ventricle, the values of EDD, EDV and ESV of right ventricle were significant higher and the values of SF and EF were significant lower ($P<0.05$). There were 14 patients had abnormal motion of IS, and 14 patients showed abnormal myocardium enhancement. The numbers of abnormal myocardium enhancement was significantly more and right ventricular functions (EDD, EDV, SF, EF) significantly impaired in abnormal motion of IS group compared with those in

[△]基金项目:广东省科技计划项目(项目编号:2010B031600172,2011B031800045);广东省医学科研基金(项目编号:A2014048)。

作者简介:崔燕海(1977-),男,副主任医师,硕士,研究方向为心血管影像诊断。

通信作者:杨向太, E-mail: yangxiangtai@139.com

normal group. **Conclusions** The impairment of right ventricular function is more severe compared with left ventricular function in patients with CHD complicated with PAH, especially with abnormal motion of IS. The patients with abnormal motion of IS are mostly with abnormal myocardium enhancement. CMR has definite value in the assessment of cardiac function and prognosis in patients with CHD complicated with PAH.

Key words: congenital heart disease; magnetic resonance imaging; pulmonary hypertension; ventricular function

肺动脉高压是一种血流动力学和病理生理学状态,其特征是肺血管的细胞增殖和重构,使肺血管床阻力增加、肺动脉压力升高,进而右心室重构、功能下降,甚至影响左心室功能,最终导致心功能衰竭而死亡^[1,2]。左向右分流的先天性心脏病患者常合并肺动脉高压,左、右心功能及肺动脉血流动力学改变对于了解患者病情进展程度、判断预后和指导治疗都具有重要意义。目前,心脏磁共振(cardiac magnetic resonance, CMR)已成为无创性评价右心室结构及功能的理想方法,该法受右心室形态不规则的影响较小,准确性、可重复性强^[3,4]。本研究旨在评价 CMR 在先天性心脏病导致的肺动脉高压患者左、右心功能的变化和相关结构改变的价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

收集广东省人民医院 2012 年 1 月至 2014 年 7 月确诊的先天性心脏病合并肺动脉高压并行 CMR 检查的患者 26 例为研究对象。男 6 例,女 20 例;年龄(41.2 ± 19.8)岁;心率(79.2 ± 13.7)次/min。所有患者均进行了心脏超声检查并诊断为肺动脉高压,其中 5 例进行了右心导管检查诊断为肺动脉高压。包括单纯房间隔缺损 21 例,房间隔缺损合并部分性肺静脉畸形引流 1 例,房间隔缺损术后 1 例,室间隔缺损术后 2 例,单纯动脉导管未闭 1 例。

1.2 心脏磁共振成像方法

采用 Philips Achieva 1.5T MR 扫描仪,4 通道心脏相控阵表面线圈,应用回顾性心电门控,屏气状态下扫描。扫描范围沿心脏短轴从心底至心尖。心脏电影成像:采用平衡稳态快速成像梯度回波序列(balanced turbo field echo, B-TFE)获得左、右心室各短轴位及四腔心长轴位电影图像。扫描参数:视野为 300 mm×300 mm,层厚 8 mm,矩阵 224×224,空间分辨率 1.25 mm×1.25 mm, TE/TR=1.53/3.1 ms,反转角 60°,半采集因子 0.625。心肌增强延时成像:采用相位敏感重建翻转恢复的

快速回波序列(phase-sensitive inversion recovery turbo field echo, PSIR-TFE);扫描参数:视野为 300 mm×300 mm,层厚 8 mm,矩阵 432×432,空间分辨率 0.6 mm×0.6 mm, TE/TR=3.0/6.1 ms,反转角 25°,半采集因子 0.625。对比剂注射协议:对比剂为 Gd-DTPA (Magnevist, 拜耳先灵),剂量为 0.05 mmol·kg⁻¹,注射流率为 3 mL/s,采用高压注射器经手背静脉注射,15 mL 0.9%氯化钠溶液冲刷对比剂,对比剂注射后 10~15 min 进行图像采集。

1.3 图像及数据分析

CMR 数据处理在 Philip 后处理工作站(版本:Extended MR workspace R2.6.3.1)进行。由两位从事心血管影像诊断 5 年以上的医师共同完成,意见不一致时以协商后的意见为最终结果。在短轴位电影图像中进行右心室与左心室功能分析。舒张末期与收缩末期时相分别为心室达最大容积与最小容积时相。手动描记收缩末期与舒张末期所有图像中右心室与左心室的心内膜轮廓。乳头肌和小梁作为心室腔的一部分。软件自动计算出舒张末期容积、收缩末期容积、排血量、射血分数。在短轴电影序列评价室间隔运动情况,收缩期室间隔弧度突向右心室侧为正常,呈平直或弧度突向左心室侧为异常。于标准四腔心切面距离心底的 1/3 处测量左、右心室舒张末期内径,并于该层面的短轴位电影图像的舒张末期及收缩末期测量内径,计算短轴缩短率[(舒张末期内径-收缩末期内径)/舒张末期内径]。在人体短轴 T2WI 图像上于肺动脉主干最大层面测量肺动脉内径及同层面升主动脉内径。在延时扫描序列评价有无心肌延时强化。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 16.0 统计软件对数据进行统计分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用配对样本 *t* 检验比较左、右心室功能指标(舒张末期容积、收缩末期容积、排血量、射血分数、短轴缩短率、舒张末期内径)进行差异分析;采用两个独立样本 *t* 检验比较室间隔运动正常组与异常组的右心功能情况。计数资料以率或百分数表示,采用卡方检验比

较室间隔运动异常与心肌延时强化关联。所有检验为双侧检验，以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者左、右心室功能情况比较

26 例先天性心脏病合并肺动脉高压患者左、右心室功能情况比较,详见表 1。

表 1 患者左、右心室功能情况比较 [n=26, $\bar{x}\pm s$]

心功能指标	右心室	左心室	t 值	P 值
舒张末期直径/mm	53.5±11.6	39.9±9.0	4.455	<0.001
舒张末期容积/mL	280.4±102.3	98.2±51.3	8.002	<0.001
收缩末期容积/mL	186.5±77.9	54.4±38.1	8.575	<0.001
每搏输出量/mL	94.0±42.9	43.6±16.4	4.942	<0.001
短轴缩短率/%	22.7±8.6	39.2±11.3	5.670	<0.001
射血分数/%	34.3±12.2	46.6±9.3	5.102	<0.001

2.2 正常形态组和异常形态组右心室功能比较

14 例收缩期见室间隔形态呈平直或向左心室侧膨出(异常形态组,图 1),12 例收缩期见室间隔向右心室侧膨出(正常形态组)。14 例出现心肌延时强化,其中异常形态组有 11 例出现心肌延迟强化,而正常形态组中仅 3 例出现延时强化,两组比较差异有统计学意义[78.6% (11/14)vs. 25.0% (3/12), $\chi^2=7.462$, $P=0.009$]。肺动脉直径为 33.3 (25~54)mm,肺动脉与主动脉直径比值为 1.66(1.07~2.57)。正常形态组和异常形态组右心室功能相关指标比较,详见表 2。

3 讨论

先天性心脏病是肺动脉高压的常见原因,文

表 2 正常形态组和异常形态组右心室功能相关指标比较

[$\bar{x}\pm s$]				
右心功能指标	正常形态组	异常形态组	t 值	P 值
n	12	14		
舒张末期直径/mm	47.7±11.3	58.6±9.7	2.653	0.014
舒张末期容积/mL	215.9±94.3	335.8±73.9	3.632	0.01
收缩末期容积/mL	132.7±68.0	232.6±52.9	4.212	<0.001
每搏输出量/mL	103.2±34.2	83.2±50.7	1.191	0.245
短轴缩短率/%	28.3±8.4	17.8±5.1	3.944	0.001
射血分数/%	38.7±15.4	30.5±7.2	1.788	0.086
肺动脉直径/mm	33.3±6.9	42.3±8.4	2.968	0.007
肺/主动脉直径比值	1.4±0.2	1.9±8.4	3.810	0.001

献报道在肺动脉高压各亚型中,先天性心脏病导致的肺动脉压力水平为第二高,仅次于新生儿持续性肺高压^[5]。肺动脉高压患者右心后负荷增加,右心室排血量逐渐下降、右心房压力逐渐升高造成进行性右心衰竭,多数患者预后差。因此,准确、无创评估和监测肺动脉高压患者右心功能受损程度,对研究和制定有效的治疗措施、提高生存质量和改善预后都尤为重要。

CMR 是评估和随访监测肺动脉高压患者右心功能的理想方法。随着 B-TFE 序列的出现和完善,成像的时间分辨率与空间分辨率得到进一步提高,获得更高的图像信噪比;同时,图像采集时间明显缩短,受试者所需屏气时间亦随之缩短,这使得 CMR 被更广泛地应用于临床研究。如今,CMR 除了可以准确测量右心室容积、排血量、射血分数、短轴缩短率等参数外,还能提供大血管的解剖结构、心肌活性、血流方向、流速及流量等信息^[6,7]。本组患者获得的图像质量均能满足心功能分析要求,测量结果与预期一致,提示 CMR 在先

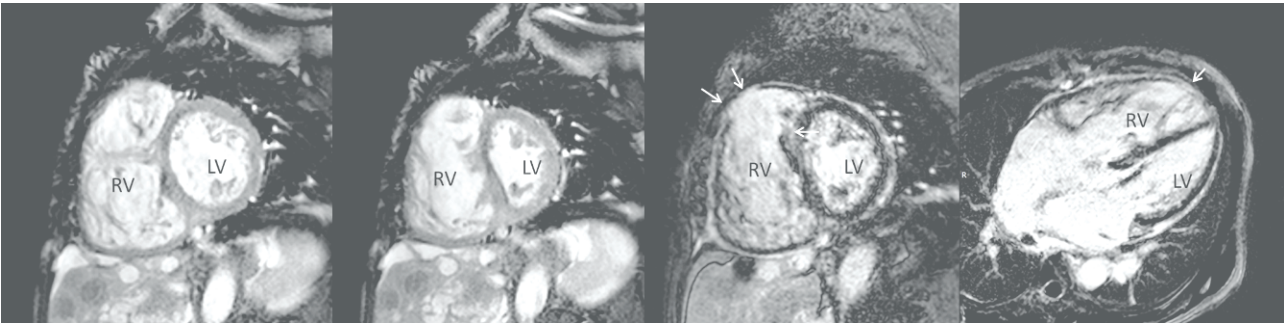


图 1 室间隔异常运动及右心室心肌延时强化 CMR 图像[为 51 岁女性患者,室间隔缺损术后 3 年余,心功能 3 级。CMR 测量左心室射血分数 45.5%,右心室射血分数 29.3%。左 1、左 2 分别为心脏短轴电影序列的舒张末期和收缩末期图像,见室间隔收缩期略显向左心室侧偏,呈平直形态;左 3、左 4 分别为心室短轴位和四腔心层面心肌增强延迟图像,见右心室流出道(左 3 箭)和右心室前壁(左 4 箭)心肌延迟强化,提示纤维化]

天性心脏病合并肺动脉高压患者中能够满意应用。

正常人左心室压力远高于右心室,室间隔突向左心室侧。而肺动脉高压患者由于右心室收缩压长期增高,室间隔于舒张早期变平,甚至向左弓形突出。本组 14 例患者室间隔变平或向左心室侧弓形突出(图 1)。肺动脉高压影响右心室功能时,左心室功能也会发生一系列变化。本组为先天性心脏病合并肺动脉高压患者,本研究结果显示患者左心室功能轻度减低,右心室功能明显减低,右心功能较左心功能差;室间隔运动异常患者右心功能更差,室间隔运动异常患者出现心肌延时强化,而心肌延时强化提示纤维化,预后不良。

关于左心室较右心室舒张末期容积降低可能的机制目前有两种说法^[2]:(1)右心室后负荷增加,心排量减少,左心房回流血量减少,左心充盈量减少;(2)心室间接相互作用,即右心室扩张和肥厚压迫左心室,影响其充盈。本研究中 53.8% (14/26) 患者的室间隔出现明显的运动变形,支持上述第二种机制,且左心室舒张末期容积减小,左心室排量随之减低。

肺动脉直径与肺动脉高压呈正相关,王青菊等^[8]报道正常成人肺动脉直径随年龄增大,变异较大,但肺动脉与主动脉直径比值较为稳定,约 0.65。Tan 等^[9]报道以肺动脉横径 ≥ 29 mm 预测肺动脉高压(平均肺动脉压 >20 mm Hg, 1 mm Hg $=0.133$ kPa)的敏感性、特异性、阳性预测值分别为 87%、89%、97%。本组患者的肺动脉直径为 33.3 (25~54) mm,肺动脉与主动脉直径比值均 ≥ 1 ,与上述文献报道相符;并且以室间隔运动情况分组,两组间的肺动脉直径及肺动脉与主动脉直径比值有明显差异,与上述报道具有一致性。

综上所述,本研究探讨了成人先天性心脏病合并肺动脉高压患者的心功能改变,发现该类患

者右心功能较左心功能差,室间隔运动异常者右心功能更差,室间隔运动异常患者心肌延时强化比例高。CMR 能够提供先天性心脏病合并肺动脉高压患者的左、右心室功能及相关结构信息,对治疗和预后有重要价值。

参考文献:

- [1] 牛瑜琳, 鲍海华, 赵希鹏. 肺动脉高压分类及影像学诊断研究进展[J]. 中国现代医药杂志, 2010, 12(1): 132-133.
- [2] 韩艳, 于铁链, 杨振文, 等. 心脏 MRI 评估肺动脉高压患者的心功能[J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(1): 34-37.
- [3] ALUNNI J P, DEGANI B, ARNAUD C, et al. Cardiac MRI in pulmonary artery hypertension: correlations between morphological and functional parameters and invasive measurements[J]. Eur Radiol, 2010, 20(5): 1149-1159.
- [4] 韩艳, 杨振文, 于铁链, 等. 1.5T MRI 评估肺动脉高压患者右心功能及肺动脉血液动力学[J]. 中国肺癌杂志, 2012, 15(8): 473-475.
- [5] 郭璐, 刘跃建, 解郑良, 等. 不同病因的肺动脉高压患者肺动脉压力水平研究[J]. 中国全科医学, 2013, 16(5A): 1487-1489.
- [6] SHEHATA M L, HAROUNI A A, SKROK J, et al. Regional and global biventricular function in pulmonary arterial hypertension: a cardiac MR imaging study[J]. Radiology, 2013, 266(1): 114-122.
- [7] MORIKAWA T, MURATA M, OKUDA S, et al. Quantitative analysis of right ventricular function in patients with pulmonary hypertension using three-dimensional echocardiography and a two-dimensional summation method compared to magnetic resonance imaging[J]. Am J Cardiol, 2011, 107(3): 484-489.
- [8] 王青菊, 郝存勖, 周艳玲, 等. MSCT 测量正常人肺动脉径线及相关比值[J]. 河北医药, 2012, 34(13): 1956-1958.
- [9] TAN R T, KUZUO R, GOODMAN L R, et al. Utility of CT scan evaluation for predicting pulmonary hypertension in patients with parenchyma lung disease[J]. Chest, 1998, 113(5): 1250-1256.

(收稿日期:2014-07-30)