

电影磁共振成像评价左心室结构和功能参数 与冠状动脉狭窄程度的关系

陆从容, 李青春, 吴晓东

(南华大学附属第一医院放射科, 湖南省衡阳市 421001)

[关键词] 磁共振冠状动脉造影; 电影磁共振成像; 左心室结构和功能参数; Gensini 评分; 冠心病

[摘要] **目的** 探讨电影磁共振成像检测左心室结构和功能参数与冠状动脉狭窄程度的相关性。**方法** 选取我院 2012 至 2013 年 62 例拟诊断为冠心病的患者, 应用电影磁共振成像评价左心室结构和功能参数以及冠状动脉狭窄程度。根据改良 Gensini 积分 (GS) 评估冠状动脉各支的狭窄节段, 将患者分为 4 组: GS<5 分组 (10 例)、5≤GS<25 分组 (13 例)、25≤GS<60 分组 (20 例) 和 GS≥60 分组 (19 例)。分析左心室结构和功能参数与 GS 评分间的相关性。**结果** 心输出量和每搏输出量在不同组别间差异不显著 ($F=6.768, 5.641, P>0.05$), 但左心室收缩末期容积、左心室舒张末期容积、左心室射血分数和心肌质量在不同组别间差异显著 ($F=23.722, 21.021, 22.425, 25.621, P<0.01$)。心输出量、每搏输出量与 GS 评分没有相关性 ($P>0.05$), 左心室射血分数与 GS 评分呈负相关, 左心室收缩末期容积、左心室舒张末期容积、心肌质量与 GS 评分呈正相关 ($P<0.05$)。GS≥60 分组收缩末期厚度、舒张末期厚度、室壁增厚率、室壁运动偏离正常值的节段最多, 25≤GS<60 分组、5≤GS<25 分组和 GS<5 分组偏离阶段数逐渐降低, 不同组别间差异显著。收缩末期厚度、舒张末期厚度、室壁增厚率、室壁运动都与 GS 评分呈正相关。**结论** 左心室功能随着 GS 评分的增高而变差, 电影磁共振成像可有效评估心肌缺血状况, 从而有助于早期诊断冠心病。

[中图分类号] R54

[文献标识码] A

Relationship Between Left Ventricular Structure and Function Parameters and Degree of Coronary Stenosis Evaluated by Using Cine MRI

LU Cong-Rong, LI Qing-Chun, and WU Xiao-Dong

(Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

[KEY WORDS] Magnetic Resonance Coronary Angiography; Cine Magnetic Resonance Imaging; Left Ventricular Structure and Function Parameters; Gensini Score; Coronary Heart Disease

[ABSTRACT] **Aim** To evaluate the correlation between left ventricular structure and function parameters and degree of coronary stenosis by using cine magnetic resonance imaging (MRI). **Methods** 62 cases suspected with coronary heart disease from 2012 to 2013 underwent cine MRI examination to evaluate left ventricular structure and function parameters and degree of coronary stenosis. The stenosis segments of each branch coronary artery were evaluated according to modified Gensini score (GS). All patients were divided into four groups: GS<5 scores group (10 cases), 5 scores≤GS<25 scores group (13 cases), 25 scores≤GS<60 scores group (20 cases) and GS≥60 scores group (19 cases). The correlation was analyzed between left ventricular structure and function parameters and GS score. **Results** The differences of cardiac output (CO) and stroke volume (SV) were not significant among different groups ($F=6.768, 5.641, P>0.05$). Left ventricular end systolic volume (LVESV), left ventricular end diastolic volume (LVEDV), left ventricular ejection fraction (LVEF) and myocardial mass (MM) were significantly different among different groups ($F=23.722, 21.021, 22.425, 25.621, P<0.01$). There was no correlation between CO, SV and GS score ($P>0.05$). LVEF was negatively correlated with GS score, whereas LVESV, LVEDV, MM were positively correlated with GS score ($P<0.05$).

The segments deviated from normal values of wall thickness of end systole (WTES), wall thickness of end diastole (WT-

[收稿日期] 2014-12-08

[修回日期] 2015-01-19

[作者简介] 陆从容, 大学本科, 主管技师, 研究方向为磁共振成像对心脏结构和功能的评估, E-mail 为 lcr_boy@163.com。李青春, 硕士, 副主任医师, 研究方向为 MRI 和 CT 在冠状动脉疾病诊断中的应用, E-mail 为 prime_li@163.com。吴晓东, 大学本科, 主管技师, 研究方向为 MRI 和 CT 在冠状动脉疾病诊断中的应用, E-mail 为 hyxiaodong1976@163.com。

ED), wall thickening % (WT%) and wall motion (WM) were most in the $GS \geq 60$ scores group; Deviation segments reduced gradually along with 25 scores $\leq GS < 60$ scores group, 5 scores $\leq GS < 25$ scores group and $GS < 5$ scores group; The differences were significant among different groups. WTES, WTED, WT% and WM were positively correlated with GS score. **Conclusions** Left ventricular function becomes worse with the increase of the GS score. Cine MRI can effectively evaluate the myocardial ischemia, and thus, it can help early diagnosis of coronary heart disease.

冠状动脉狭窄会导致心肌血流灌注异常,冠状动脉缺血会损伤心肌细胞并最终导致心室结构与功能改变^[1]。左心室功能的准确评估是临床工作中进行冠心病疗效评价、危险分级的基础。现代心脏磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为一种无创性检查手段,可以同时评价冠状动脉^[2]和左心室结构及功能^[3]。本文分析心脏电影磁共振成像(cine MRI)评价冠状动脉的狭窄程度与左心室结构和功能间的关系,探索 MRI 左心室结构和功能参数对冠心病的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

顺序选取我院 2012 年 1 月至 2013 年 12 月间 62 例进行心脏 MRI 检查的临床拟诊冠心病患者,其中男性 38 例,女性 24 例,年龄 43~70 岁,平均 50.3 ± 10.5 岁,心率 46~79 次/分,平均 64 ± 5 次/分。根据改良 Gensini 积分(Gensini score, GS)^[4],将所有患者分为 $GS < 5$ 分组(10 例)、 $5 \leq GS < 25$ 分组(13 例)、 $25 \leq GS < 60$ 分组(20 例)和 $GS \geq 60$ 分组(19 例)。62 例患者在行磁共振冠状动脉造影(magnetic resonance coronary angiography, MRCA)7 天内经选择性的冠状动脉造影证实为冠心病。病例纳入标准:①冠心病可疑或确诊患者,年龄在 40~75 岁之间,图像质量满意;②无冠状动脉介入治疗史、冠状动脉搭桥史、陈旧性心肌梗死病史;③无心肌病、先天性心脏病、心脏瓣膜病、心律失常;④无心肺、肝肾功能不全以及三级以上高血压病史。所有患者不包括孕妇及屏气不能超过 10 秒者。

1.2 心脏 MRI 检查方法

采用 Philips 3.0T 超导磁共振仪,最大梯度场强 80 mT/m,最大梯度切换率 200 T/(m·ms),16 通道心脏专用相控阵线圈,配备矢量心电图门控、呼吸导航监视装置及 ViewForum 心脏分析专用工作站。患者仰卧,安装矢量心电图门控,在心前区置放线圈,患者屏气时进行心脏长轴和短轴位电影采集,计算得出冠状动脉成像延迟触发时间且形成 R-R 的采集窗,在横膈的顶部放置导航窗。MRCA 成像通过

三点平面定位进行分段采集。心脏电影使用电影磁共振成像采集,20 相位/心动周期,呼气末屏气时进行扫描,扫描时间约为 15~20 s。对检查前半小时心率大于 80 次/分的患者,给予服用 25~50 mg 倍他乐克以控制心率,并进行屏气训练。所有患者完成呼吸训练之后均能满足检查所需的屏气时间。

1.3 图像的后处理以及测量方法

在 ViewForum 心脏分析工作站重组 MRCA 和电影磁共振成像数据,通过预览模式判定心脏的收缩末期和舒张末期,后处理舒张期的影像,通过曲面重组和多平面重组等技术评估冠状动脉的狭窄程度。测量左心室收缩功能的方法如下:确定室间隔位置后,左心室内外膜轮廓的边缘由软件自动勾画,但是心室的流出道层面不包括在其中,手动修正确认后,软件自动计算左心室收缩末期容积(left ventricular end systolic volume, LVESV)、左心室舒张末期容积(left ventricular end diastolic volume, LV-EDV)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、心输出量(cardiac output, CO)、每搏输出量(stroke volume, SV)、心肌质量(myocardial mass, MM)。短轴电影成像所用层厚度为 8~10 mm,舒张末期是指心电图触发 R 波后出现的第一帧图像,心腔在此时是最大的;收缩末期则是指心腔显示最小的一帧图像。心内外膜由手动描记,乳头肌算入心室血池内,从而得到左心室的局部结构和功能参数,采用改良的中心线法计算。

1.4 评价方法和分段标准^[5-7]

1.4.1 冠状动脉狭窄程度评价方法 根据美国心脏学会的改良版冠状动脉分类法分为 17 节段,狭窄程度的评估用截面积法,即狭窄程度=(狭窄相邻近端正常血管面积-狭窄处血管面积)/狭窄相邻近端正常血管面积。

1.4.2 冠状动脉病变 GS 评分 血管病变程度采用 GS 评分。冠状动脉狭窄评分标准^[8]为:①1 分:狭窄 1%~24%;②2 分:狭窄 25%~49%;③3 分:狭窄 50%~74%;④4 分:狭窄 75%~99%;⑤5 分:狭窄 100%。左主干狭窄评分标准^[9]为:①2 分:狭窄 1%~24%;②4 分:狭窄 25%~49%;③6 分:狭窄 50%~74%;④8 分:狭窄 75%~99%;⑤10 分:狭窄 100%。

各分支的积分之和为最终积分,若一支血管存在多处狭窄,则以最狭窄处计分。

1.5 左心室局部结构和功能参数测定

采用左心室长轴和呈 360°环形的短轴位为参考对心肌分段命名和定位,判别、评估左心室局部结构和功能参数,包括收缩末期厚度(wall thickness of end systole, WTES)、舒张末期厚度(wall thickness of end diastole, WTED)、室壁增厚率(wall thickening %, WT%)、室壁运动(wall motion, WM),其中 WT% = (WTES-WTED)/WTED×100%。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 17.0 统计学软件处理所有数据,用 $\bar{x} \pm s$ 表示计量资料,用方差分析检验计量资料组间差

异;组间比较采用单因素方差分析;用卡方检验分析计数资料组间差异。心功能各指标之间进行相关性分析。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 各组左心室整体结构和功能参数比较

CO 和 SV 在不同组别间差异不显著($F = 6.768, 5.641, P>0.05$),但 LVESV、LVEDV、LVEF 和 MM 在不同组别间差异显著($F = 23.722, 21.021, 22.425, 25.621, P<0.01$;表 1)。由此可见冠状动脉狭窄程度超过 50%时即降低心室功能,而狭窄程度超过 75%时心室收缩和舒张功能均受到显著影响。

表 1. 各组左心室整体结构及功能参数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1. Comparison of left ventricular whole structure and function parameters among different groups($\bar{x} \pm s$)

分 组	LVESV($\times 10^{-3}$ L)	LVEDV($\times 10^{-3}$ L)	LVEF(%)	CO(L/min)	SV($\times 10^{-3}$ L)	MM(g)
GS<5 分组	39.45±15.18	102.02±29.03	61.39±8.65	3.71±1.03	62.43±19.76	138.17±21.16
5≤GS<25 分组	53.56±17.98	113.42±22.91	52.11±10.34	3.59±1.45	59.35±20.89	187.83±24.03 ^a
25≤GS<60 分组	119.19±26.23 ^{ab}	168.23±21.78 ^{ab}	35.43±9.56 ^{ab}	3.19±1.05	49.37±6.94	208.29±32.18 ^a
GS≥60 分组	160.78±22.99 ^{abc}	199.13±38.89 ^{abc}	25.34±9.02 ^{ab}	3.01±1.09	48.87±11.78	221.01±36.78 ^{ab}

a 为 $P<0.01$,与 GS<5 分组比较;b 为 $P<0.01$,与 5≤GS<25 分组比较;c 为 $P<0.01$,与 25≤GS<60 分组比较。

2.2 左心室整体结构和功能参数与 GS 评分间的相关性

CO 和 SV 与 GS 评分没有相关性($P>0.05$), LVEF 与 GS 评分呈负相关,而 LVESV、LVEDV、MM 与 GS 评分呈正相关($P<0.05$;表 2)。

表 2. 左心室整体结构和功能参数与 GS 评分间的相关性

Table 2. The relationship between left ventricular whole structure and function parameters and Gensini score

项目	LVESV	LVEDV	LVEF	CO	SV	MM
r 值	0.687	0.563	-0.572	-0.179	-0.278	0.612
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05

2.3 各组左心室局部结构和功能参数比较

以 55 岁以上健康成年人室壁运动范围为对照,在短轴位情况下观察各节段心肌运动情况,逐组、逐段测量计算左心室 17 个节段的局部结构和功能参数。结果显示,GS ≥ 60 分组 WTES、WTED、WT%、WM 偏离正常值的节段最多,25≤GS<60 分组、5≤GS<25 分组和 GS<5 分组偏离节段数逐渐降

低,不同组别间差异显著(图 1)。

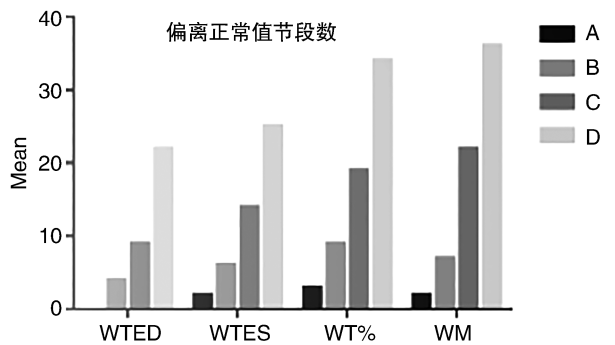


图 1. 各组左心室局部结构和功能参数比较 A 为 GS <5 分组,B 为 5≤GS<25 分组,C 为 25≤GS<60 分组,D 为 GS≥60 分组。

Figure 1. Comparison of left ventricular local structure and function parameters among different groups

2.4 左心室局部结构和功能参数与 GS 评分间的相关性

WTES、WTED、WT%、WM 与 GS 评分都呈正相关($P<0.05$;表 3)。

表 3. 左心室局部结构和功能参数与 GS 评分间的相关性
Table 3. The relationship between left ventricular local structure and function parameters and Gensini score

项目	WTES	WTED	WT%	WM
r 值	0.551	0.432	0.501	0.516
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

3 讨 论

冠状动脉出现狭窄或者阻塞后可能诱发心肌梗死或心绞痛,最终引起心脏的顺应性降低,心脏扩大甚至心力衰竭。有报道^[10]称冠状动脉狭窄超过 40%时会减少其血流的储备;当狭窄超过 75%时冠状动脉的静息血流量会因狭窄程度轻微增大而显著降低,引起 WM 失调,最终对心肌的收缩功能产生影响。目前冠状动脉造影仍为诊断冠心病的金标准,但这是一种有创检查,患者的接受度较低。目前左心室功能的评价方法很多,而电影磁共振成像是一种无创方法,也是目前评价左心室容积的准确方法^[11]。

LVESV、LVEDV、LVEF、CO、SV 是代表泵血功能的指标,可以为临床评价冠心病危险等级或治疗效果提供依据,是预测冠心病生存率的主要因素^[12]。本组研究结果表明随着 GS 积分的增加,LVESV、LVEDV 呈现上升趋势,而 LVEF、CO、SV 反而有下降趋势,这表明左心室的内径是否增加可预测冠状动脉的病变程度。可能相关机制^[13-14]如下:冠状动脉变狭窄后导致心肌出现缺氧和缺血,从而引起心肌细胞出现水肿甚至变性坏死,射血能力随着心肌收缩能力的减弱而降低,导致左心室和左心房滞留部分血液,引发左心房在舒张末期和收缩末期的内径增加,进而重构左心室,但重构后的左心室会显著降低收缩功能。也就是说 GS 积分随着冠状动脉狭窄程度的加重而变高,而心功能也随之变差。当冠状动脉狭窄<75%时,心室的收缩功能受狭窄程度的影响比较小;当冠状动脉狭窄>90%后会显著降低 LVEF。

心肌质量改变会严重影响到心肌收缩力,继而对 CO 产生影响,因此 MM 同样可以用于心室功能的评估^[15]。本研究结果表明 MM 与 GS 积分呈正相关,这说明 MM 随着 GS 积分的增加而增加,心脏收缩功能会随之更差。冠状动脉狭窄会降低左心室的收缩功能及导致心肌重塑。早期患者 MM 随着狭窄程度的不断增加而增加,这表明出现左心功能不

全时的判断指标包括左心室 MM 在内,尤其是 LVEF 值仍处于正常值且活动没有明显症状时 MM 值更具有临床参考价值;由于 MM 可保持一定时间内的相对稳定,因此具有较强的重复性。

心肌出现缺血时,心绞痛相关症状和心电图异常出现前即损害了左心室的局部功能。局部心肌血流差异会启动异常的自身调节,进而加大局部 MM 变化度,降低室壁厚度指标 (WTES、WTED、WT%) 及其构成组分及纤维结构的均匀性,因此 MM 可有效反映心肌细胞损伤程度。本研究结果显示室壁厚度指标和 WM 会随着 GS 评分的增加而加大与正常值的差距,这与相关文献报道^[13]一致。

应用 MRCA 和电影磁共振成像评价左心室结构和功能参数与冠状动脉狭窄程度的关系,优点包括:检查便利、无创、安全,心动能和冠状动脉的综合影像可“一站式”得到,检查无需间隔。其不足包括:受到设备和成像方法的物理学因素限制;同时由于运动伪影的存在,影响对心功能相关数据的精确测量。

[参考文献]

[1] 周妙平, 张兆琪, 于 薇, 等. 3.0T 非增强全心冠状动脉 MR 成像评价冠状动脉狭窄的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(10): 883-888.

[2] 张福洲, 陈华平, 余帮龙, 等. CT 和 MRI 在冠状动脉疾病诊断中的应用比较[J]. 中国实验诊断学, 2012, 16(5): 823-827.

[3] Bellenger NG, Burgess MI, Ray SG, et al. Comparison of left ventricular ejection fraction and volumes in heart failure by echocardiography, radionuclide ventriculography and cardiovascular magnetic resonance: are they interchangeable? [J]. Eur Heart J, 2000, 21(16): 1 387-396.

[4] 曹阿丹, 牛玉军, 刘 宁, 等. MSCT 评价冠状动脉狭窄程度与左心结构和功能的相关性[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(11): 2 095-098.

[5] Angelini P. Novel imaging of coronary artery anomalies to assess their prevalence, the causes of clinical symptoms, and the risk of sudden cardiac death[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2014, 7(4): 747-754.

[6] 刘 芳, 于 晶, 曹 源, 等. 双源 CT 冠状动脉成像对升主动脉弹性与冠状动脉狭窄程度的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2013, 32(10): 1 436-439.

[7] Bennett CJ, Maleszewski JJ, Araoz PA. CT and MR imaging of the aortic valve: radiologic-pathologic correlation [J]. Radiographics, 2012, 32(5): 1 399-420.

(下转第 516 页)

- between inflammation and lipid metabolism; relevance for efficacy of anti-inflammatory drugs in the treatment of atherosclerosis[J]. *Atherosclerosis*, 2013, 228(2): 306-315.
- [12] Sachdeva A, Cannon CP, Deedwania PC, et al. Lipid levels in patients hospitalized with coronary artery disease: an analysis of 136,905 hospitalizations in Get With The Guidelines[J]. *Am Heart J*, 2009, 157(1): 111-117.
- [13] Ren J, Grundy SM, Liu J, et al. Long-term coronary heart disease risk associated with very-low-density lipoprotein cholesterol in Chinese: the results of a 15-Year Chinese Multi-Provincial Cohort Study (CMCS) [J]. *Atherosclerosis*, 2010, 211(1): 327-332.
- [14] Da Luz PL, Cesena FH, Favarato D, et al. Comparison of serum lipid values in patients with coronary artery disease at <50, 50 to 59, 60 to 69, and >70 years of age[J]. *Am J Cardiol*, 2005, 96(12): 1 640-643.
- [15] Platt DE, Ghassibe-Sabbagh M, Youhanna S, et al. Circulating lipid levels and risk of coronary artery disease in a large group of patients undergoing coronary angiography [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2015, 39(1): 15-22.
- [16] Jacobson TA, Ito MK, Maki KC, et al. National Lipid Association recommendations for patient-centered management of dyslipidemia: part 1--executive summary[J]. *J Clin Lipidol*, 2014, 8(5): 473-488.
- [17] Arsenault BJ, Boekholdt SM, Kastelein JJ. Lipid parameters for measuring risk of cardiovascular disease[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2011, 8(4): 197-206.
- [18] Special Communication. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III) [J]. *JAMA*, 2001, 285(19): 2 486-297.
- [19] Gyarfás I, Keltai M, Salim Y. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries in a case-control study based on the INTER-HEART study[J]. *Orv Hetil*, 2006, 147(15): 675-686.
- [20] Ding D, Li X, Qiu J, et al. Serum lipids, apolipoproteins, and mortality among coronary artery disease patients[J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 709 756.
- (此文编辑 曾学清)

(上接第 502 页)

- [8] 李庆啸, 李彩英, 李敬民, 等. 256 层螺旋 CTA 对冠状动脉迂曲与冠心病相关性定量分析[J]. *临床放射学杂志*, 2012, 31(10): 1 407-410.
- [9] Lancellotti P, Nkomo VT, Badano LP, et al. Expert consensus for multi-modality imaging evaluation of cardiovascular complications of radiotherapy in adults: a report from the european association of cardiovascular imaging and the american society of echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(9): 1 013-032.
- [10] 钱萍艳, 方向明, 陈宏伟, 等. 双源 CT 自适应前瞻性心电门控序列扫描技术在高心率患者低剂量冠状动脉成像中的应用价值[J]. *临床放射学杂志*, 2013, 32(7): 1 039-043.
- [11] Nassenstein K, Orzada S, Haering L, et al. Cardiac MRI: evaluation of phonocardiogram-gated cine imaging for the assessment of global and regional left ventricular function in clinical routine [J]. *Eur Radiol*, 2012, 22(3): 559-568.
- [12] O'Donnell DH, Abbara S, Chaithiraphan V, et al. Cardiac MR imaging of nonischemic cardiomyopathies: imaging protocols and spectra of appearances [J]. *Radiology*, 2012, 262(2): 403-422.
- [13] Ahmed N, Carrick D, Layland J, et al. The role of cardiac magnetic resonance imaging (MRI) in acute myocardial infarction (AMI) [J]. *Heart, Lung and Circulation*, 2013, 22(4): 243-255.
- [14] 王志康, 赵祖丹, 章伟敏, 等. 心率对双源 CT 冠状动脉血管成像检查辐射剂量的影响[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2012, 32(4): 428-430.
- [15] Doyle M, Weinberg N, Pohost GM, et al. Prognostic value of global MR myocardial perfusion imaging in women with suspected myocardial ischemia and no obstructive coronary disease: Results from the NHLBI-sponsored WISE (women's ischemia syndrome evaluation) study[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2010, 3(10): 1 030-036.
- (此文编辑 曾学清)