

单心动周期实时三维超声心动图对房间隔缺损患者右心室功能的研究

罗庆祎, 丁云川, 王庆慧, 尹帆, 苏璇, 陈剑

(昆明医科大学附属延安医院医学影像科, 云南昆明 650051)

[摘要] **目的** 应用单心动周期实时三维超声心动图 (single beat real-time three dimensional echocardiography, sRT-3DE) 评价房间隔缺损患者右心室形态及功能, 并探讨肺动脉压力对右心室功能的影响. **方法** 研究对象分为 4 组: 房间隔缺损组 40 例, 其中肺动脉压轻度增高者 15 例 (A 组), 肺动脉压中度增高者 15 例 (B 组), 肺动脉压重度增高者 10 例 (C 组); 正常组 25 例, 均行实时三维超声心动图检查, 通过右室分析软件获得右室舒张末容积 (EDVRV)、右室收缩末容积 (ESVRV)、右室每搏量 (SVRV)、右室射血分数 (RVEF) 及右心室容积-时间曲线. **结果** 房间隔缺损组 (A、B、C 组) EDVRV、ESVRV、SVRV、均大于对照组 ($P < 0.01$). C 组 EDVRV、ESVRV、SVRV 大于 A、B 组 ($P < 0.01$). A、B 组 RVEF 与对照组相比无明显差异 ($P > 0.05$), 而 C 组的 RVEF 小于对照组及 A、B 组 ($P < 0.01$). C 组 RVEF 与 EDVRV、ESVRV、SVRV 呈负相关 ($R = -0.738$, $P < 0.05$). 房间隔缺损组右室容积随时间变化幅度较对照组低. **结论** RT-3DE 可快速、无创、准确的测定房间隔缺损患者右心室容积及射血分数, 能反映其形态及功能的改变. 随着肺动脉压力的升高, 右心室容积代偿性增大, RVEF 无明显降低, 当肺动脉压重度增高时, 右心功能失代偿, RVEF 明显下降. 右室容积及右心功能的变化可以间接反映肺动脉压力的高低.

[关键词] 房间隔缺损; 超声心动描记术; 三维; 单心动周期; 右心室功能

[中图分类号] R541 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-610X (2015) 02-0058-04

Evaluation of Right Ventricular Modality and Function in Patients with Atrial Septal Defect by Single Beat Real-time Three Dimensional Echocardiography

LUO Qing-yi, DING Yun-chuan, WANG Qing-hui, YIN Fan, SU Xuan, CHEN Jian

(Dept. of Medical Imaging, The Affiliated Yan'an Hospital of Kunming Medical University, Yunnan Kunming 650051, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the modality and function of right ventricular in patients with atrial septal defect by single beat real-time three dimensional echocardiography. sRT-3DE), and discuss how the pulmonary artery pressure affect the function of right ventricular. **Methods** The enrolled subjects were divided into four groups, twenty-five healthy volunteers and forty ASD patients were enrolled consecutively as normal controls and the ASD group respectively. The ASD group was divided into three groups, fifteen with pulmonary artery pressure mildly risen as group A, and fifteen with pulmonary artery pressure moderately risen as group B, fifteen with pulmonary artery pressure highly risen as group C. Single cardiac cycle real-time three dimensional echocardiography was performed in all to evaluate parameters concerning modality and systolic function of participants right ventricle. Full-volume imaging was performed and the data was analyzed by right ventricular analysis (RVA) software. The end diastolic volume (EDVRV), end systolic volume (ESVRV), stroke volume (SVRV) and ventricular ejection fraction (RVEF) of right ventricular were obtained, as well as the volume-time curve. **Results** EDVRV, ESVRV and SVRV of atrial septal defects group (group A, B, C) were greater than the control group ($P < 0.01$). EDVRV, ESVRV and SVRV of group C were greater than group A and B ($P < 0.01$). Compared with

[基金项目] 云南省科技厅-昆明医科大学联合专项基金资助项目 (2012FB100)

[作者简介] 罗庆祎 (1981~), 女, 云南昆明市人, 医学硕士, 主治医师, 主要从事超声诊断工作.

[通讯作者] 陈剑. E-mail:75729064@qq.com

A and B group, the RVEF of control group has no significant difference. ($P > 0.05$), whereas RVEF of group C was less than the control group, group A and B ($P < 0.01$). RVEF and EDVRV, ESVRV, SVRV showed a negative correlation in Group C ($R = -0.738$, $P < 0.05$). The right ventricular volume change over time of atrial septal defects was lower than those of control group. **Conclusions** The sRT-3DE has an obvious advantage than normal test in evaluating the change of the right ventricular function and shapes without wound. With the increase of pulmonary artery pressure, the volume of right ventricular in patients with atrial septal defects increase but RVEF does not decrease, when the pulmonary artery pressure highly increased, the function of right ventricular decompensated, RVEF decreased obviously. The changes of volume and function of right ventricular can indirectly reflect the pulmonary artery pressure.

[Key words] Heart septal defects; Echocardiography; Three-dimension; Single beat; Ventricular function right

房间隔缺损 (atrial septal defects, ASD) 是临床最常见的成人先天性心脏病, 心房水平左向右分流常引起右心室增大、形态改变, 从而导致右心室功能异常, 由于右心室形态复杂且不规则, 很难对其容积及收缩功能进行无创评价^[1]. 本研究所应用的单心动周期实时三维超声心动图 (single beat real-time three dimensional echocardiography, sRT-3DE) 可在单个心动周期内完成右心室的实时全容积图像采集, 不但没有拼接伪像, 而且不受患者呼吸、心律不齐、心脏电生理不同步等因素的影响, 同时也不必脱机进行三维重建, 实现了真正的右室实时三维成像, 在评估右心室容积和收缩功能方面具有一定优势^[2], 本研究旨在应用 sRT-3DE 评价正常人及房间隔缺损患者右心室形态及功能, 并探讨肺动脉收缩压对右心室功能的影响.

1 资料与方法

1.1 研究资料

本研究入组为 2013 年 1 月至 8 月于昆明医科大学附属延安医院就诊的健康体检者及接受介入封堵治疗的单纯继发孔型 ASD 患者.

1.1.1 对照组 健康志愿者 25 例, 男 12 例, 女 13 例, 平均年龄 (51.16 ± 14.13) 岁, 无心血管病史, 血压 $< 140/90$ mmHg, 常规心电图、X 线胸片、血生化指标和超声心动图检查均无异常.

1.1.2 ASD 组 单纯继发孔型房间隔缺损患者 40 例, 男 22 例, 女 18 例, 据肺动脉收缩压 (pulmonary artery systolic pressure, PASP) 进行分组, 其中 PASP 轻度增高者 15 例 (A 组, PASP: $30 \sim 50$ mmHg), PASP 中度增高者 15 例 (B 组, PASP: $50 \sim 70$ mmHg), PASP 重度增高者 10 例 (C 组, PASP > 70 mmHg); 平均年龄 (55.26 ± 15.36) 岁, 缺损内径 $8 \sim 35$ mm, 均为左向右分

流. 所有患者均未合并其他心血管畸形, 无肝肾肾功能不全, 超声心动图确诊为 ASD.

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器 采用 SIMENS Acuson SC2000 彩色多普勒超声显像仪, 配有 RV Analysis 容积自动分析软件及 4Z1c 探头, 频率为 $2.0 \sim 4.0$ MHz, 探头频率探测深度为 $15 \sim 17$ cm, 灰阶三维扇角 900×900 , 容积率 > 20 容积帧 /s.

1.2.2 图像采集 受检者取左侧卧位, 同步记录心电图, 首先在二维模式下, 将探头置于心尖部, 取心尖四腔观, 嘱受检者平静呼吸, 待右室显示清晰后启动“4D”, 获取全容积心尖四腔观动态三维图像 (图 1) 并储存.

1.3 数据分析

打开有“4D”标志的图像, 启动右室分析程序 (RVA), 通过描记右室流出道轮廓等四个步骤, 系统软件可自动计算并显示下列容积参数: 右室舒张末期容积 (end diastolic volume, EDVRV)、右室收缩末期容积 (end systolic volume, ESVRV)、右室每搏量 (stroke volume, SVRV) 和右室射血分数 (right ventricular ejection fraction, RVEF), RVA 软件还可同时显示出右室容积-时间曲线.

1.4 肺动脉压力测定

房间隔缺损组均在介入封堵术前经右心导管测量 PASP. 对照组通过三尖瓣反流的峰值压差计算 PASP.

1.5 统计学处理

使用 SPSS 软件进行统计分析, 计量资料数据用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用单因素方差分析, 相关分析采用 Pearson 相关分析.

2 结果

2.1 正常组和心肌梗死组左室收缩功能及收缩同

步性参数比较

房间隔缺损组 (A、B、C 组) EDVRV、ESVRV、SVRV、均大于对照组 ($P < 0.01$)。C 组 EDVRV、ESVRV、SVRV 大于 A、B 组 ($P < 0.01$)。A、B 组 RVEF 与对照组相比无明显差异 ($P > 0.05$), 而 C 组的 RVEF 小于对照组及 A、B 组 ($P < 0.01$)。C 组 RVEF 与 EDVRV、ESVRV、

SVRV 呈负相关 ($R = -0.738, P < 0.05$)。

2.2 实时三维右心室容积 - 时间曲线图分析

右心室容积 - 时间曲线均为“U”型 (图 2 及图 3)。从正常对照组至 C 组, 随着肺动脉压力逐渐增高, 曲线幅度呈递减趋势, 收缩峰值后移。C 组与对照组比较, 差异更为明显。

表 1 正常组和 ASD 组右室功能参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of the functional parameters of right ventricle between normal and patients with ASD ($\bar{x} \pm s$)

分组	n	EDVRV (mL)	ESVRV (mL)	SVRV (mL)	RVEF (%)
正常组	30	45.24 ± 14.16	15.14 ± 11.06	25.24 ± 12.12	51.28 ± 13.65
ASD 组 (A 组)	15	95.24 ± 23.25**	49.25 ± 11.25**	39.24 ± 12.15**	53.15 ± 10.25
ASD 组 (B 组)	15	108.23 ± 12.26** $\Delta\Delta$	55.16 ± 10.06** $\Delta\Delta$	51.15 ± 14.08** $\Delta\Delta$	45.28 ± 12.58
ASD 组 (C 组)	10	138.24 ± 15.21** $\Delta\Delta\Delta\Delta$	65.35 ± 13.56** $\Delta\Delta\Delta\Delta$	72.14 ± 11.25** $\Delta\Delta\Delta\Delta$	39.18 ± 10.24** $\Delta\Delta\Delta\Delta$

与正常组比较, ** $P < 0.01$; 与 A 组比较, $\Delta\Delta P < 0.01$; 与 B 组比较, $\Delta\Delta\Delta P < 0.01$ 。

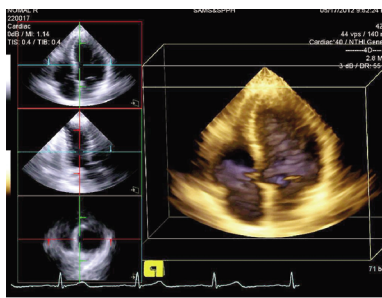


图 1 右室三维彩图

Fig. 1 The three dimensional image of right ventricle

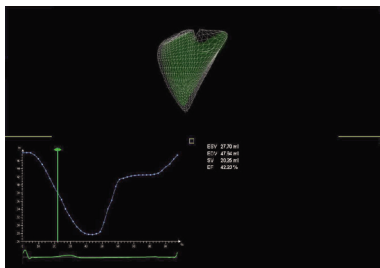


图 2 正常组右室三维成像及容积 - 时间曲线图

Fig. 2 The three dimensional image and volume-time curve of normal group

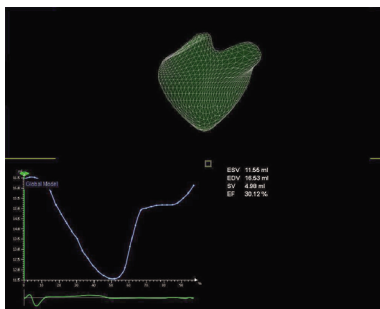


图 3 ASD 组右室三维成像及容积 - 时间曲线图

Fig. 3 The three dimensional image and volume-time curve of ASD group

3 讨论

房间隔缺损患者由于长期存在的心房水平左向右分流导致了右心容量负荷过重、肺动脉高压等。由于右心室壁较薄, 对压力负荷的耐受能力较左心室壁弱, 因此右心室更早发生一系列形态和血流动力学的改变^[9], 导致右心室容积形态和收缩功能异常, 因此, 及时准确评价其右心室容积形态和收缩功能有重要的临床意义。既往评价右心室功能的方法有右心造影、磁共振成像、放射性核素显像及超声心动图等, 超声心动图因其便捷、经济、无创等优点, 成为评价右心室容积和功能的重要手段。然而由于右心室解剖形态较不规则且复杂, 传统的二维超声心动图测量方法难以对其心功能进行准确评价。

本研究中的单心动周期三维超声全容积成像 (sRT-3DE) 是一项新兴的超声心动图诊断技术, 它利用相干容积成像技术, 能够实时显示心脏各个腔室的立体形态以及动态变化, 任意断面观察, 提供更丰富的诊断信息, 是具有重要意义的一项新突破^[4]。sRT-3DE 不受心律及呼吸的影响, 提高了右室容积和功能测量的准确性。有研究表明 sRT-3DE 在右心室立体形态和功能的定量评价方面较二维超声方法具有显著的优越性, 其评价右心室整体容积和收缩功能的相关参数与磁共振测量值之间亦具有较好的相关性^[9]。本研究应用 sRT-3DE 对正常人及肺动脉压轻 - 重度增高的 ASD 患者的右心室形态及收缩功能进行测量, 可以实时获取右心室的全容积信息, 为定量评价右心室容积及收缩功能提供可能, 并探讨 ASD 患者右心室容积相关

指标与肺动脉收缩压之间的相关性。

RVEF 是临床最常用的定量评价右心室收缩功能的指标,一般认为 RVEF<50% 则表明右心室收缩功能减低。本研究结果显示,ASD 患者 RVEDV、RVESV、RVSV 均增加,轻-中度肺动脉压增高者 RVEF 与正常人对比升高或降低不明显,无明显统计学差异,而重度肺动脉压增高者 RVEF 明显降低,与既往研究结果相似^[6]。这可能是因为随着右心室容量负荷增加,心肌灌注失衡,导致心肌相对缺血、缺氧,从而造成右心功能损害。肺动脉压轻-中度增高时心脏处于代偿期,右心室功能未受明显损害,RVEF 无明显降低。肺动脉压重度增高时,右心功能失代偿,RVEF 下降明显。分流量越大,右心室容量增加越大,右心室功能越差。

ASD 早期心房水平存在左向右分流,从而导致右心容量负荷增加,同时增加肺血流量,肺循环血量与肺血管床顺应性的不匹配将导致肺动脉高压^[7]。当肺血管出现器质性病变之前,肺动脉高压的程度主要取决于分流量的大小,因此右心容积的改变与肺动脉压力相关。在没有合并右室流出道系统狭窄的情况下,通常由三尖瓣反流的峰值压差加上右房压推算出 RVSP,与右心导管检查测得的肺动脉压力显著相关^[8],右心导管测量肺动脉压虽然为目前最为准确的标准,但其为有创性检查,本研究证实 ASD 组右室舒张末及收缩末容积与心导管测得 PAMP 呈正相关性,与三尖瓣反流测得 PASP 也呈正相关性,因此单心动周期实时三维超声能够通过右室容积的变化无创地间接判断出肺动脉压力的高低。

尽管 sRT-3DE 具有较多的应用优势,但它仍有一定的局限性。sRT-3DE 对于图像质量及容积帧频要求很高,每个心动周期帧频不低于 12 帧,否则仪器自动识别收缩末期及舒张末期的准确性降低,导致右心室收缩功能分析不准确;另一方面,目前的 sRT-3DE 所能读取的图像夹角仍较小,当心脏明显扩大时难以包含感兴趣的区域;还有,图像分辨率仍有待进一步提高,从而增强对心内膜边缘的识别力,提高容量测量的准确性^[9]。

综上所述,ASD 患者由于左向右分流导致右心室容量增大,右心室收缩功能代偿性增强,但随着肺动脉压力的增高,右心室功能下降。sRT-3DE 可以很好地评价右心室功能。然而由于本研究样本

量小,也缺乏对房间隔缺损患者术后随访对比的资料,还需进一步加大样本量,延长随访时间进行观察。

[参考文献]

- [1] BADANO L P, GINGHINA C, EASAW J, et al. Right ventricle in pulmonary arterial hypertension: haemodynamics, structural changes, imaging, and proposal of a study protocol aimed to assess remodelling and treatment effects[J]. *Eur J Echocardiogr*, 2010, 11(1):27-37.
- [2] CHENG T O, XIE M X, WANG X F, et al. Real-time 3-dimensional echocardiography in assessing atrial and ventricular septal defects: an echocardiographic-surgical correlative study[J]. *Am Heart J*, 2004, 15(148):1 091-1 095.
- [3] CHERCHIA G B, CAPULZINI. Right ventricular remodeling after transcatheter closure of atrial septal defect[J]. *Am Heart J*, 2008, 12(155):232-236.
- [4] SHAHGALDI K, SODERQVIST E. The value of live/real time three-dimensional transesophageal echocardiography in the assessment of valvular vegetations[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2002, 12(123):202-210.
- [5] VAN DER ZWAAN H B, HELBING W A, MCGHIE J S, et al. Clinical value of real-time three-dimensional echocardiography for right ventricular quantification in congenital heart disease: validation with cardiac magnetic resonance imaging [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(2):134-140.
- [6] 陈海燕, 潘翠珍, 舒先红, 等. 单心动周期实时三维超声评价房间隔缺损患者右心室形态及功能[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2010, 4(1):39-44.
- [7] SHIMOZATO T, HAYASHI A. Real-time three-dimensional echocardiography permits quantification of left ventricular mechanical dyssynchrony and predicts acute response to cardiac resynchronization therapy [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2008, 12(56):628-645.
- [8] 丁建东, 陆凤翔, 马根山, 等. 房间隔缺损封堵术后右心室功能的变化 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2005, 13(5):296-298.
- [9] GRAPSA J, O'REGAN D P, PAVLOPOULOS H, et al. Right ventricular remodeling in pulmonary arterial hypertension with three-dimensional echocardiography: comparison with cardiac magnetic resonance imaging [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2010, 11(1):64-73.

(2014-10-14 收稿)