

实时三维超声心动图评价房间隔缺损合并肺动脉高压手术前后右室功能的研究

朱桂敏 马士红 李秀娟 孙 月 陆永萍

摘 要 **目的** 应用实时三维超声心动图(RT-3DE)评估房间隔缺损(ASD)合并肺动脉高压(PAH)患者手术前后右室功能的变化情况。**方法** 选取 65 例 ASD 患者按 PAH 程度分成轻、中、重度 PAH 组,并选取同期健康体检者为正常对照组,于手术前后分别对 ASD 各组及正常对照组行 RT-3DE 检查,测量并比较各组右室舒张末容积(RVEDV)、右室收缩末容积(RVESV)、右室每搏输出量(RVSV)、右室射血分数(RVEF)及三尖瓣环收缩期位移(TAPSE),绘制右室容积-时间曲线并分析。**结果** 轻、中、重度 PAH 组术前 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均大于正常对照组;轻、中度 PAH 组术前 RVEF、TAPSE 均大于正常对照组,重度 PAH 组 RVEF、TAPSE 均小于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。轻、中、重度 PAH 组术后 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均大于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),RVEF、TAPSE 与正常对照组比较差异均无统计学意义。ASD 各组术后 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均小于术前,轻、中度 PAH 组术后 RVEF 和 TAPSE 均小于术前,重度 PAH 组术后 RVEF 和 TAPSE 均大于术前,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。随着肺动脉压逐渐增高,右室容积-时间曲线幅度逐渐低平,收缩峰值时间随之移。**结论** RT-3DE 可准确、快速及无创地评估 ASD 合并 PAH 患者手术治疗前后右室功能的变化,有一定临床应用价值。

关键词 超声心动描记术,三维,实时;房间隔缺损;肺动脉高压;心室功能,右
[中图分类号]R541.1;R540.45 [文献标识码] A

Assessment of right ventricular function before and after the treatment of pulmonary arterial hypertension combined with atrial septal defect by real-time three-dimensional echocardiography

ZHU Guimin, MA Shihong, LI Xiujuan, SUN Yue, LU Yongping

Department of Ultrasound, the Second People's Hospital of Yunnan Province, Kunming 650021, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the changes of right ventricular function before and after the treatment of pulmonary arterial hypertension(PAH) combined with atrial septal defect(ASD) by real-time three-dimensional echocardiography(RT-3DE). **Methods** Sixty-five patients with ASD who underwent interventional occlusion were divided into mild, moderate and severe pulmonary hypertension groups, and the healthy subjects in the same period were chosen as the control group. RT-3DE was performed on the mild pulmonary hypertension, moderate pulmonary hypertension, and severe pulmonary hypertension groups before and after surgery, as well as the control group. The right ventricular end diastolic volume (RVEDV), right ventricular end-event volume(RVESV), right ventricular stroke volume(RVSV), right ventricular ejection fraction(RVEF) and tricuspid annular systolic excursion(TAPSE) were measured, and right ventricular volume-time curve was plotted. **Results** Before surgery, the RVEDV, RVESV and RVSV in ASD patients were significantly higher than those in control group(all $P < 0.05$), the levels of RVEF and TAPSE in mild group and moderate group were significantly higher than those in control group(all $P < 0.05$), the RVEF and TAPSE in severe pulmonary hypertension group were lower than those in control group(all $P < 0.05$). After surgery, the RVEDV, RVESV and RVSV in ASD patients were significantly higher than those in control group(all $P < 0.05$), the RVEF and TAPSE in

基金项目:国家自然科学基金项目(81460062、81660084);云南省医学领军人才培养基金项目(L-201616);昆明医科大学研究生大学研究生创新基金项目(2017S144)

作者单位:650021 昆明市,昆明医科大学第四附属医院 云南省第二人民医院超声科

通信作者:陆永萍, Email: luyongp@163.com

ASD patients showed no statistical difference compared with those in control group. The levels of RVEDV, RVESV and RVSV in ASD patients after surgery were significantly lower than those before surgery (all $P < 0.05$), RVEDV, RVESV and RVSV were significantly lower in the severe pulmonary hypertension group after surgery than those before surgery (all $P < 0.05$), RVEF and TAPSE were significantly increased compared with those before surgery (all $P < 0.05$). As pulmonary arterial pressure gradually increased, right ventricular volume gradually decreased, and peak systolic time followed. **Conclusion** RT-3DE can accurately, noninvasively and rapidly assess the changes of right ventricular function before and after treatment of ASD combined with PAH patients.

KEY WORDS Echocardiography, three-dimensional, real-time; Atrial septal defect; Pulmonary hypertension; Ventricular function, right

房间隔缺损 (atrium septal defect, ASD) 是一种常见的先天性心脏病。ASD 患者心房水平左向右分流导致右房室增大, 肺动脉收缩压增高, 最终产生肺动脉高压 (pulmonary arterial hypertension, PAH) 及右心功能衰竭。准确评估右室功能对手术治疗及疗效有较好的提示作用。实时三维超声心动图技术 (real time three-dimensional echocardiography, RT-3DE) 通过连续截取不同切面和角度的心脏二维图像进行三维重建, 能够更全面、立体地评估右室功能。本研究应用 RT-3DE 技术检查并评估 ASD 合并肺动脉高压 (PAH) 不同程度患者手术前后的右心功能, 旨在探讨其临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2016 年 2 月至 2017 年 5 月经我院超声心动图确诊为单纯继发孔型 ASD 患者 65 例, 男 29 例, 女 36 例, 年龄 3~55 岁, 平均 (30.95 ± 14.54) 岁, 缺损直径 4~34 mm。根据改良的 Bernoulli 公式^[1-2], 按 PAH 程度分为: 轻度 PAH 组 25 例, 肺动脉收缩压 35~50 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa); 中度 PAH 组 21 例, 肺动脉收缩压 50~70 mm Hg; 重度 PAH 组 19 例, 肺动脉收缩压 ≥ 70 mm Hg。入选标准: ①超声心动图确诊为心房水平左向右分流; ②未合并必须外科治疗的其他心血管畸形。排除标准: ①经胸超声透声条件差, 图像显示欠佳; ②心电图显示房颤或频发期前收缩; ③右心扩大明显, 超过探头扫查的范围。

另选健康体检者 40 例为正常对照组, 男 22 例, 女 18 例, 年龄 3~55 岁, 均无高血压病和心血管病史, 心电图及超声心动图检查指标均无异常。各组年龄、身高、体质量、体表面积、心率、收缩压及舒张压等一般情况比较, 差异均无统计学意义。本研究经我院伦理委员会批准, 患者及家属均知情同意。

二、仪器与方法

使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪, M5S

探头, 频率 1.5~4.6 MHz; 4V-D 全容积探头; 频率 1.5~4.3 MHz。受检者取左侧卧位, 同步连接心电图, 先用 M5S 探头行二维及彩色多普勒超声心动图检查, 获得最佳心尖四腔心切面, 然后切换 4V-D 全容积探头, 启动全容积成像模式, 自动形成“金字塔”形右室三维立体图像。将采集好的右室三维立体图像导入 TomTec 4D-RV 软件中, 以同步心电图 R 波顶点和 T 波终点确定右室舒张末期及收缩末期。软件自动识别并描述右室舒张末期、收缩末期心内膜轮廓, 手动微调图像中右室壁心内膜的边界, 形成右室的三维立体图像, 软件自动计算出右室舒张末容积 (RVEDV)、右室收缩末容积 (RVESV)、右室每搏输出量 (RVSV)、右室射血分数 (RVEF) 及三尖瓣环收缩位移 (TAPSE) 等参数。同一受检者重复测量 3 次, 取平均值, 所有操作均由同一医师完成。ASD 患者于术前 1 d 和术后 3 d 内分别进行上述检查。

三、统计学处理

应用 SPSS 17.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较行独立样本 t 检验, 各组治疗前后比较行配对 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组右心功能参数比较

ASD 各组手术前后右心功能参数与正常对照组比较情况见表 1。

轻、中度 PAH 组术前 RVEDV、RVESV、RVSV、RVEF 及 TAPSE 均大于正常对照组, 重度 PAH 组术前 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均大于正常对照组, RVEF、TAPSE 均小于正常对照组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。

轻、中、重度 PAH 组术后 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均大于正常对照组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$); RVEF、TAPSE 与正常对照组比较差异均无统计学意义。

轻、中度 PAH 组术后 RVEDV、RVESV、RVSV、RVEF 及 TAPSE 均小于术前, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$); 重度 PAH 组术后 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均小于术前, RVEF、TAPSE 均大于术前, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。

二、各组右室容积-时间曲线比较

各组右室容积-时间曲线均呈“U”型, 随着肺动脉压逐渐增高, 曲线幅度逐渐低平, 同时收缩峰值时间逐渐后移, 其中正常对照组收缩峰值时间为 4080.09 ms; 轻度 PAH 组收缩峰值时间为 4668.15 ms; 中度 PAH 组收缩峰值时间为 4752.04 ms; 重度 PAH 组收缩峰值时间为 5766.52 ms。见图 1~4。

表 1 各组右心功能参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	RVEDV(ml)	RVESV(ml)	RVSV(ml)	RVEF(%)	TAPSE(mm)
正常对照组	60.63±18.06	26.24±7.75	34.31±10.40	56.63±2.00	18.52±1.03
轻度 PAH 组					
术前	93.66±27.13*	35.70±10.58*	57.98±16.61*	61.73±0.90*	22.90±1.01*
术后	71.78±21.08#	30.95±9.70#	40.84±11.44#	57.11±1.57#	18.82±0.76#
中度 PAH 组					
术前	121.64±33.20*	45.54±12.26*	76.58±21.80*	62.34±0.84*	22.35±1.05*
术后	88.40±33.95#	38.54±14.80#	49.86±18.38#	57.21±1.47#	18.17±1.47#
重度 PAH 组					
术前	163.69±34.58*	76.69±15.79*	87.47±19.52*	52.32±1.17*	15.85±0.80*
术后	128.47±43.28#	54.43±19.19#	74.04±24.33#	55.23±1.47#	17.91±1.06#

与正常对照组比较, * $P < 0.05$; 与术前比较, # $P < 0.05$ 。RVEDV: 右室舒张末容积; RVESV: 右室收缩末容积; RVSV: 右室每搏输出量; RVEF: 右室射血分数; TAPSE: 三尖瓣环收缩位移。

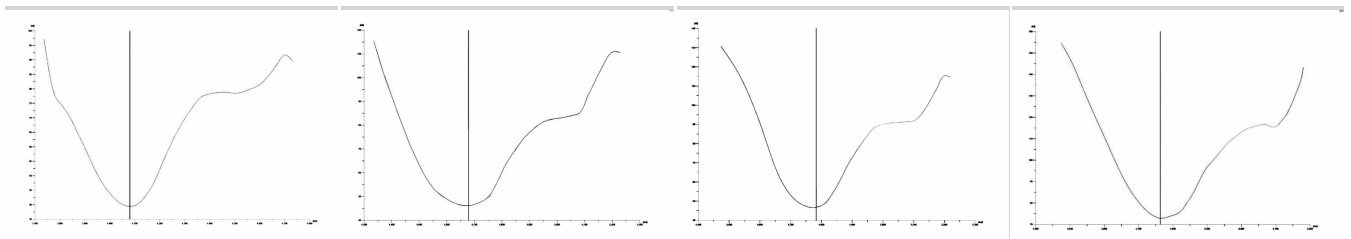


图 1 正常对照组右室容积-时间曲线图 图 2 轻度 PAH 组右室容积-时间曲线图 图 3 中度 PAH 组右室容积-时间曲线图 图 4 重度 PAH 组右室容积-时间曲线图

讨 论

因右心复杂的形态结构, 二维超声心动图对其心功能评价受到质疑^[3-4], RT-3DE 技术的出现弥补了二维超声心动图的缺陷, 其忽略几何假设, 应用三维矩阵阵列换能器, 通过实时一系列三维显像及实时三维彩色多普勒等模式对二维图像进行实时三维重建, 形成“金字塔”形右室三维立体图像^[5-6]。对右室功能的评估更精准^[7]。

本研究中术前 ASD 患者轻、中度 PAH 组 RVEDV、RVESV、RVSV、RVEF 及 TAPSE 均较正常对照组增大, 重度 PAH 组 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均较正常对

照组增大, RVEF、TAPSE 均较正常对照组减小, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 这与国内外研究^[8-10]结果一致。分析其原因, 由于长期的心房水平左向右分流, 致使右室容量负荷增加, 右室容积也随之逐渐增大, 轻、中度 PAH 时, 右室尚在代偿范围内, 心肌初长度虽有增加, 但尚未超过最适长度, 心肌收缩力随之增强, 右室每搏量增加, RVEF 增加, TAPSE 增大; 重度 PAH 时, 右室容量长期处于高负荷状态下, 右室腔形态失常, RVEDV 明显增大, 同时右室压力负荷增大, 心室处于失代偿期, 心肌受累严重, 心肌初长度超过最适长度, 心肌收缩力减低^[11]。

由于手术纠正了异常的血流, 使右室容量负荷减

轻,右室容积减小。ASD 患者轻、中、重度 PAH 组术后 RVEDV、RVESV 及 RVSV 均较术前减低(均 $P < 0.05$),但长期前、后负荷过重导致右室增大变形,心肌拉长,即使心房水平异常分流终止,在术后短期内右室心肌未能完全恢复张力至正常范围,故上述右心功能仍较正常对照组增大。RVEF 和 TAPSE 均较术前减低,与正常对照组比较差异均无统计学意义,分析原因。可能是由于术后右室容量、压力负荷急剧减低,三尖瓣环位移减少,右室收缩功能得到改善。此外,儿童单纯继发孔型 ASD 继发重度 PAH 患者较少见,本研究所收集的 19 例重度 PAH 患者均为成人,且均为动力型 PAH,肺小动脉尚未形成器质性病变,术前常规降压治疗,积极改善心室功能,治疗后常规复查超声心动图,其右室收缩功能改善,肺动脉压明显下降。

右室容积-时间曲线可观察整个心动周期中右室容积的动态变化,肺动脉压是右室射血的主要阻力,右室容积的改变与肺动脉压力相关^[11]。本研究结果显示,轻、中、重度 PAH 组右室容积-时间曲线幅度逐渐低平,随着肺动脉压的增高,右室收缩峰值时间逐渐后移。原因可能是随着肺动脉压增高,右室射血阻力增加,射血时间延长。此外因轻、中度 PAH 组右室尚处于代偿期,右室收缩峰值时间后移程度较正常对照组相差不大,而重度 PAH 组已处于失代偿期,后移程度较为明显^[12]。

RT-3DE 是新兴的超声技术,存在一定的局限性:如因患者自身条件、呼吸、仪器的性能及操作者技术等影响,二维图像质量影响较大,心律不齐时造成图像重组的错位,心脏明显增大者受容积扇角限制可能出现心室残缺,使其三维图像质量也降低,从而影响后期的图像分析,今后对于 RT-3DE 的进一步研究应克服这些局限性。

综上所述,RT-3DE 技术能更准确、便捷地对右心功能做出评估,对 ASD 患者临床诊断、手术前后心功能的评估有重要意义,且随着三维超声仪器的完善,其对临床心血管疾病的诊疗具有更广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 姚青,宋治远.先天性心脏病相关性肺动脉高压的临床诊断与评估[J].心血管病学进展,2013,34(5):599-603.
- [2] Post MC.Association between pulmonary hypertension and an atrial septal defect.[J].Netherlands Heart J,2013,21(7):331-332.
- [3] Lai WW,Gauvreau K,Rivera ES,et al.Accuracy of guideline recommendations for two-dimensional quantification of the right ventricle by echocardiography[J].Int J Cardiovasc Imaging,2008,24(7):691-698.
- [4] Arora H,Virani SS,Simpson L,et al.Contrast echocardiography for right-sided heart conditions:case reports and literature review[J].Tex Heart Inst J,2008,35(1):38-41.
- [5] Lang RM,Badano LP,Tsang W,et al.EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography[J].Eur Heart J Cardiovasc Imaging,2012,25(1):1-46.
- [6] 王玥,崔文姬.实时三维超声心动图对右心室功能评价的应用进展[J].中国医学影像学杂志,2015,29(10):794-796.
- [7] Jiang L,Handschumacher MD,Hibberd MG,et al.Three-dimensional echocardiographic reconstruction of right ventricular volume:in vitro comparison with two-dimensional methods[J].J Am Soc Echocardiogr,1994,7(2):150-158.
- [8] Fang F,Henein MY,Yu CM,et al.Right ventricular long-axis response to different chronic loading conditions:its relevance to clinical symptoms[J].Int J Cardiol,2013,167(2):378-382.
- [9] 麦媛,郭盛兰,覃诗耘,等.实时三维超声心动图评价房间隔缺损伴轻、中度肺动脉高压患者右室功能[J].中国超声医学杂志,2014,30(11):997-999.
- [10] Vitarelli A,Sardella G,Roma AD,et al.Assessment of right ventricular function by three-dimensional echocardiography and myocardial strain imaging in adult atrial septal defect before and after percutaneous closure[J].Int J Cardiovasc Imaging,2012,28(8):1905-1916.
- [11] 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.
- [12] 王文斯.实时三维超声心动图评价房间隔缺损合并肺动脉高压患者右心室功能的研究[D].大连:大连医科大学,2012.

(收稿日期:2017-07-13)