

实时三维超声心动图评价原发性高血压病左室不同构型患者的右室结构及功能

刘妍 张勇 王健

摘要 **目的** 探讨实时三维超声心动图(RT-3DE)在评价原发性高血压病左室不同构型患者右室早期结构及功能变化中的价值。**方法** 选取 113 例原发性高血压病患者,先行二维超声心动图(2DE)检查获得三尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早、晚期峰值速度的比值(E/A)、三尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早期峰值速度与三尖瓣环组织多普勒频谱舒张早期峰值速度的比值(E/e')、右室 Tei 指数、三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)及右室收缩压(SPAP),然后行 RT-3DE 检查获得右室舒张末期容积(RVEDV)、右室收缩末期容积(RVESV)、右室射血分数(RVEF)及右室每搏量(RVSV)。根据左室质量指数(LVMI)和相对室壁厚度(RWT),将 113 例患者分为正常构型组 47 例、向心性重构组 29 例、离心性肥厚组 14 例、向心性肥厚组 23 例,比较各组结构和功能参数。**结果** ①与向心性肥厚组比较,离心性肥厚组的 RVSV 和右室内径均明显增大,RVEF 明显减低(均 $P < 0.05$);与正常构型组、向心性重构组和离心性肥厚组比较,向心性肥厚组的 Tei 指数、SPAP、RVFW 显著增加,TAPSE 明显减低(均 $P < 0.05$);②与正常构型组、向心性重构组和离心性肥厚组比较,向心性肥厚组 E/A 明显减小,E/e' 明显增加(均 $P < 0.05$);③与正常构型组和向心性重构组比较,离心性肥厚组和向心性肥厚组的 RVEDV 和 RVESV 均明显增高(均 $P < 0.05$);RVEF 从正常构型组到向心性肥厚组依次减低,与正常构型组比较,向心性肥厚组的 RVEF 明显减低($P < 0.05$)。**结论** 原发性高血压病左室不同构型患者的右室结构和功能不同,以向心性肥厚患者右室结构和功能受损最重;RT-3DE 能较准确地评价高血压病患者右室结构及功能的变化,有较好的临床应用价值。

关键词 超声心动描记术,实时,三维;高血压病,原发性;左室构型;心室功能,右

[中图法分类号]R540.45;R544.1

[文献标识码]A

Evaluation on the right ventricular structure and function in essential hypertension patients with different left ventricular geometry by real-time three-dimensional echocardiography

LIU Yan, ZHANG Yong, WANG Jian

Department of Medical Imaging, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the right ventricular structure and function in essential hypertension patients with different left ventricular geometry by real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE). **Methods** A total of 113 subjects with essential hypertension were enrolled in this study. Two-dimensional echocardiography (2DE) was performed to obtain tricuspid annulus E/A and E/e', right ventricular Tei index, tricuspid annulus systolic displacement (TAPSE) and right ventricular systolic pressure (SPAP), then RT-3DE was performed to obtain right ventricular end diastole volume (RVEDV), right ventricular end systole volume (RVESV), right ventricular ejection fraction (RVEF) and right ventricular stroke volume (RVSV). According to left ventricular mass index (LVMI) and relative wall thickness (RWT), 113 patients were divided into normal configuration group (47 cases), concentric remodeling group (29 cases), eccentric hypertrophy group (14 cases) and concentric hypertrophy group (23 cases). The structural and functional parameters of each group were compared. **Results** ① Compared with concentric hypertrophy group, RVSV and right ventricular diameter in eccentric hypertrophy group

基金项目:山西省重点研发计划(国际科技合作)项目(201703D421026)

作者单位:030001 太原市,山西医科大学医学影像学系(刘妍、张勇);山西医科大学第一医院超声科(王健)

通讯作者:王健,Email:wangjian5688@sina.com

were significantly increased, and RVEF was significantly decreased (all $P < 0.05$). Compared with normal configuration group, concentric remodeling group and eccentric hypertrophy group, Tei index, SPAP, RVFW in concentric hypertrophy group increased significantly, while TAPSE decreased significantly (all $P < 0.05$). ② Compared with normal configuration group, concentric remodeling and eccentric hypertrophy groups, E/A was significantly decreased, and E/e' was significantly increased in concentric hypertrophy group (all $P < 0.05$). ③ Compared with normal configuration group and concentric remodeling group, RVEDV and RVESV in eccentric hypertrophy group and concentric hypertrophy group were significantly higher (all $P < 0.05$). RVEF decreased from normal configuration group to concentric hypertrophy group. Compared with normal configuration group, RVEF in concentric hypertrophy group decreased significantly ($P < 0.05$). **Conclusion** The structure and function of right ventricle on the basis of different geometry of left ventricle in patients with essential hypertension are different, especially in concentric hypertrophy patients. RT-3DE can accurately evaluate the changes of right ventricular structure and function in hypertensive patients, which is helpful for early diagnosis and evaluation on therapeutic effect.

KEY WORDS Echocardiography, real-time, three-dimensional; Hypertension, essential; Left ventricular geometry; Ventricular function, right

高血压病是威胁人类健康的全球性问题,高血压造成的长期负荷可引起左室几何构型异常,其被认为是评价心血管疾病预后的独立预测因子^[1]。高血压在造成左室几何构型异常的同时,也会影响右室的结构和功能^[2]。由于右室几何形态复杂,肌小梁丰富,传统二维超声心动图(two-dimensional echocardiography, 2DE)测量右室有一定局限^[3]。研究^[4]认为,实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)可准确、重复地测量右室体积和功能,其与MRI有较好的相关性。本研究应用RT-3DE评价原发性高血压病不同左室构型患者右室早期结构及功能的变化,探讨其临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取2016年1月至2018年7月经我院心内科确诊为原发性高血压病的患者113例,其中男72例,女41例,年龄29~67岁,平均(47.6±9.2)岁。纳入标准:均符合2008年世界卫生组织或国际高血压学会原发性高血压病诊断标准,即在未服用降压药的情况下,收缩压 ≥ 140 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)和/或舒张压 ≥ 90 mm Hg。排除标准:已服药的原发性高血压病患者,继发性高血压病、心律失常、心力衰竭、冠状动脉疾病、既往脑血管事件、先天性心脏病、瓣膜性心脏病(轻度以上)、肿瘤疾病、肝硬化、肾功能衰竭、2型糖尿病患者,以及超声心动图像质量差者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 常规超声和2DE检查:使用Philips iE 33彩色多

普勒超声诊断仪,S5-1探头,频率2.5~3.5 MHz。患者取左侧卧位,于静息状态下连接心电图,依据美国超声心动图协会标准^[5]行常规超声和2DE检查,测量左室舒张末期内径(LVDd)、室间隔厚度(IVSd)、左室后壁厚度(PWTd)、右室内径、右室游离壁厚度(RVFW)、右室Tei指数、三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)、二尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早期峰值速度与二尖瓣环组织多普勒频谱舒张早期峰值速度的比值($E_m/e'm$)、三尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早、晚期峰值速度的比值(E/A)、三尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早期峰值速度与三尖瓣环组织多普勒频谱舒张早期峰值速度的比值(E/e')及右室收缩压(SPAP)。至少测量3个心动周期,取平均值。根据国际标准^[6]计算左室质量、左室质量指数(LVMI)和相对室壁厚度(RWT)。

2. RT-3DE检查:使用Philips iE 33彩色多普勒超声诊断仪,X5-1探头,频率2~5 MHz;配备QLAB分析软件。受检者取左侧卧位,同步连接心电图,显示清晰心尖四腔观后启动RT-3DE程序,获得全容积图像并储存。应用QLAB分析软件在全容积图像上确定收缩末期和舒张末期,选定5个右室心内膜取样点,然后软件在右室冠状面、矢状面、四腔心切面上自动勾画出右室心内膜缘,并进行序列分析,获得右室整体容积-时间曲线,同时计算右室舒张末期容积(RVEDV)、右室收缩末期容积(RVESV)、右室每搏量(RVSV)及右室射血分数(RVEF)。

3. 分型标准^[5]:根据男性LVMI临界值115 g/m²或女性LVMI临界值95 g/m²,RWT临界值0.42,将左室分为以下构型:①正常构型,LVMI和RWT均正常;②向心性重构,LVMI正常,RWT大于临界值;③离心性肥

厚, LVMI 大于临界值, RWT 正常; ④向心性肥厚, LVMI 和 RWT 均大于临界值。113 例原发性高血压病患者分为正常构型组 47 例, 向心性重构组 29 例, 离心性肥厚组 14 例, 向心性肥厚组 23 例。

三、统计学处理

应用 SPSS 20.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组比较行 LSD-*t* 检验, 多组间比较采用单因素方差分析; 计数资料以百分比表示, 组间比较行 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析法分析 RVEF 与 Tei 指数、TAPSE 及 SPAP 间的关系, 以及右室内径与 RVEDV 间的关系。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组一般资料比较

各组间性别、年龄、体质量指数、体表面积及心率比较差异均无统计学意义。与正常构型组和向心性重构组比较, 向心性肥厚组收缩压和舒张压均明显增高, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与离心性肥厚组比较, 向心性肥厚组的舒张压明显增高, 差异有统计学意义 (P<0.05)。见表 1。

二、各组常规超声检查结果比较

1. 结构参数: 与正常构型组和向心性重构组比较, 离心性肥厚组和向心性肥厚组的 LVDd、LVMI 均明显增大, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与向心性肥厚

组比较, 离心性肥厚组的 LVDd 明显增大, PWTd、LVMI 均明显减小, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与正常构型组比较, 向心性重构组和向心性肥厚组的 RWT、PWTd 均明显增大, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与离心性肥厚组比较, 向心性肥厚组的 RWT 明显增大, 差异有统计学意义 (P<0.05)。见表 2。

2. 功能参数: 与正常构型组和向心性重构组比较, 离心性肥厚组和向心性肥厚组的 E/e' 均明显增大, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与离心性肥厚组比较, 向心性肥厚组的 Em/e'm 明显增大, 差异有统计学意义 (P<0.05); 与正常构型组和向心性重构组比较, 向心性肥厚组的 LVEF 均明显减低, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05)。见表 2。

三、各组 2DE 检查结果比较

1. 结构参数: 与正常构型组和向心性重构组比较, 离心性肥厚组的右室内径均明显增大, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与向心性肥厚组比较, 离心性肥厚组的右室内径明显增大, 差异有统计学意义 (P<0.05); 与正常构型组、向心性重构组和离心性肥厚组比较, 向心性肥厚组的 RVFW 均显著增加, 差异均有统计学意义 (均 P<0.05); 与正常构型组比较, 向心性重构组的 RVFW 明显增加, 差异有统计学意义 (P<0.05)。见表 3。

2. 功能参数: 与正常构型组、向心性重构组和离心

表 1 各组一般资料比较

组别	年龄(岁)	男/女(例)	BMI(kg/m ²)	BSA(m ²)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)	心率(次/min)
正常构型组(47)	46.8±8.3	30/17	25.6±3.7	2.17±0.18	138.4±15.4	79.7±6.7	68±7
向心性重构组(29)	45.3±10.1	17/12	26.9±2.3	2.18±0.12	142.5±13.9	83.1±7.3	70±6
离心性肥厚组(14)	48.5±8.5	9/5	26.4±2.9	2.19±0.10	146.2±13.2	86.4±6.4	70±8
向心性肥厚组(23)	55.3±12.4	16/7	27.0±1.6	2.27±0.11	154.3±13.1 [#]	91.4±5.6 ^{#△}	71±7
F/ χ^2 值	1.73	0.24	1.89	0.83	1.94	0.37	0.23
P值	0.16	0.97	0.14	0.55	<0.001	<0.001	0.16

与正常构型组比较, *P<0.05; 与向心性重构组比较, #P<0.05; 与离心性肥厚组比较, △P<0.05。BMI: 体质量指数; BSA: 体表面积。1 mm Hg=0.133 kPa

表 2 各组常规超声检查结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	LVDd(mm)	PWTd(mm)	RWT(mm)	LVMI(g/m ²)	LVEF(%)	Em/e'm
正常构型组(47)	47.6±2.7	9.1±0.8	0.37±0.04	78.7±13.4	63.8±7.0	7.4±1.0
向心性重构组(29)	46.9±3.2	10.6±1.0 [*]	0.46±0.03 [*]	83.8±10.8 [*]	61.2±6.9	7.9±1.1
离心性肥厚组(14)	53.5±3.3 [#]	10.3±0.9	0.38±0.04 [#]	114.9±6.6 [#]	60.5±4.8	9.7±0.7 [#]
向心性肥厚组(23)	51.3±3.4 ^{#△}	11.2±1.2 ^{*△}	0.46±0.02 ^{*△}	125.4±8.7 ^{#△}	57.8±5.5 [#]	10.6±0.8 ^{#△}
F值	40.47	14.6	88.94	106.64	4.12	62.62
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.008	<0.001

与正常构型组比较, *P<0.05; 与向心性重构组比较, #P<0.05; 与离心性肥厚组比较, △P<0.05。LVDd: 左室舒张末期内径; PWTd: 左室后壁厚度; RWT: 相对室壁厚度; LVMI: 左室质量指数; LVEF: 左室射血分数; Em/e'm: 二尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早期峰值速度与二尖瓣环组织多普勒频谱舒张早期峰值速度的比值

性肥厚组比较,向心性肥厚组 E/A 明显减小, E/e' 明显增加,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与正常构型组和向心性重构组比较,离心性肥厚组的 E/e' 明显增加,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与正常构型组、向心性重构组和离心性肥厚组比较,向心性肥厚组的 Tei 指数和 SPAP 均明显增大, TAPSE 明显减低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与正常构型组比较,向心性重构组和离心性肥厚组的 Tei 指数均明显增大,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与正常构型组和向心性重构组比较,离心性肥厚组的 SPAP 明显增加,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 3。

四、各组 RT-3DE 检查结果比较

1. 结构参数:与正常构型组和向心性重构组比较,离心性肥厚组和向心性肥厚组的 RVEDV、RVESV 均明显增高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与正常

构型组比较,向心性重构组的 RVEDV 和 RVESV 均明显增高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与向心性肥厚组比较,离心性肥厚组的 RVEDV 明显增高,差异有统计学意义($P < 0.05$);与正常构型组和向心性重构组比较,离心性肥厚组 RVSV 明显增大,差异有统计学意义($P < 0.05$);与向心性肥厚组比较,离心性肥厚组的 RVSV 明显增高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4 和图 1。

2. 功能参数:RVEF 从正常构型组到向心性肥厚组依次减低,与正常构型组比较,向心性肥厚组的 RVEF 明显减低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

五、相关性分析

RVEF 与 TAPSE 呈正相关($r = 0.531, P < 0.01$),与 Tei 指数和 SPAP 均呈负相关($r = -0.521, -0.429$, 均 $P < 0.01$);右室内径与 RVEDV 呈正相关($r = 0.592, P < 0.01$)。

表 3 各组 2DE 检查结果比较($\bar{x} \pm s$)

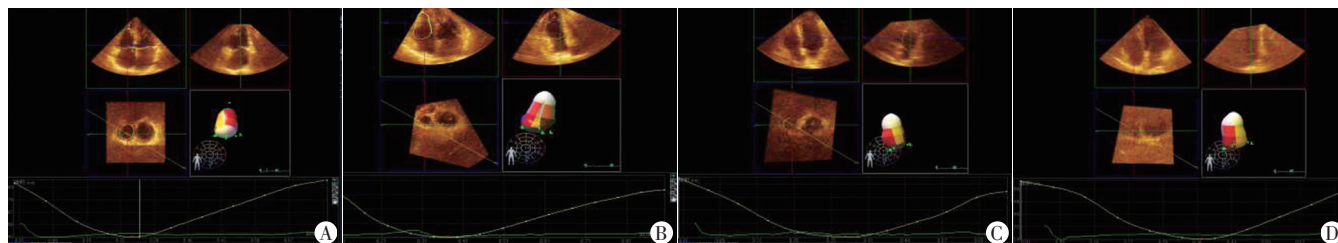
组别	右室内径(mm)	RVFW(mm)	E/A	E/e'	SPAP(mm Hg)	Tei 指数	TAPSE(mm)
正常构型组(47)	24.3±2.2	3.8±0.8	1.2±0.5	4.7±0.5	24.3±2.3	0.36±0.40	23.3±2.5
向心性重构组(29)	24.8±2.1	4.1±0.6*	1.1±0.4	4.7±0.5	24.2±2.5	0.43±0.30*	22.9±2.6
离心性肥厚组(14)	27.8±1.8**	4.0±0.7	1.0±0.3	5.2±0.6**	25.6±2.5**	0.46±0.03*	22.6±2.5
向心性肥厚组(23)	24.0±2.7 [△]	4.6±1.0** [△]	0.7±0.3** [△]	6.4±0.4** [△]	30.2±1.2** [△]	0.60±0.02** [△]	19.7±1.1** [△]
F 值	9.86	4.675	5.75	67.19	26.55	120.21	1.72
P 值	<0.001	0.04	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001

与正常构型组比较,* $P < 0.05$;与向心性重构组比较,** $P < 0.05$;与离心性肥厚组比较,[△] $P < 0.05$ 。RVFW:右室游离壁厚度;E/A:三尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早期峰值速度与舒张晚期峰值速度的比值;E/e':三尖瓣脉冲多普勒频谱舒张早期峰值速度与三尖瓣环组织多普勒频谱舒张早期峰值速度的比值;SPAP:肺动脉收缩压;TAPSE:三尖瓣收缩期位移。1 mm Hg=0.133 kPa

表 4 各组 RT-3DE 检查结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	RVEDV/BSA (ml/m ²)	RVESV/BSA (ml/m ²)	RVSV/BSA (ml/m ²)	RVEF (%)
正常构型组(47)	60±4	24±4	36±5	59±6
向心性重构组(29)	62±5*	26±4*	36±6	58±7
离心性肥厚组(14)	70±5**	30±4*	40±7**	57±7
向心性肥厚组(23)	65±4** [△]	30±3**	35±6 [△]	54±6*
F 值	41.01	17.29	3.15	2.45
P 值	<0.001	<0.001	0.03	0.68

与正常构型组比较,* $P < 0.05$;与向心性重构组比较,** $P < 0.05$;与离心性肥厚组比较,[△] $P < 0.05$ 。RVESV:右室收缩末期容积;RVEDV:右室舒张末期容积;RVSV:右室每搏量;RVEF:右室射血分数;BSA:体表面积



A: 正常构型组; B: 向心性重构组; C: 离心性肥厚组; D: 向心性肥厚组

图 1 各组右室容积-时间曲线图

讨 论

随着对心脏功能的进一步研究,准确评价右心功能对临床诊断的决策、临床治疗的随访及疾病的预后评估均有重要的价值。右室解剖复杂、位置特殊,准确评价其功能一直是难点。研究^[4]认为 RT-3DE 在评价右室容积和功能方面准确、可靠、重复好。本研究从不同左室几何构型的角度出发,应用 RT-3DE 评价原发性高血压病患者右室结构及功能。

本研究结果显示,离心性肥厚组患者的右室内径明显增大,向心性肥厚组患者的 RVFW 明显增加,提示离心性肥厚患者右室扩大,向心性肥厚患者右室肥厚,与以往研究^[7-8]结果相似。分析引起这种结构变化的原因可能是高血压病患者的交感神经及肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS)过度激活,以及心肌需氧-供氧失衡,而 RAAS 系统可通过影响蛋白及胶原合成及降解过程,使右室发生重构,导致心室内径及室壁厚度增加^[9]。此外,本研究高血压病患者右室功能也有不同程度受损。本研究结果显示,向心性肥厚组的 E/A 明显减小, E/e' 明显增加, TAPSE 明显减低, Tei 指数和 SPAP 均明显增大,提示向心性肥厚患者右室舒张功能和收缩功能受损均最严重,与 Tadic 等^[8]研究结果相似。王洪霞等^[10]研究发现,使用 Tei 指数评估不同左室几何构型的右室功能,各构型组的右室整体功能均减低,以离心性肥厚组最明显。Kanye 等^[2]应用 E/A 评价不同左室几何构型右室舒张功能,向心性肥厚组的 E/A 最低;应用 TAPSE 和 SPAP 评价不同左室几何构型右室收缩功能时,离心性肥厚组的 TAPSE 明显减低, SPAP 明显增大。本研究结果与上述研究不同,原因可能与种族、高血压病严重程度和持续时间,以及患者的社会经济状况等有关。

本研究结果还显示,向心性肥厚组患者的 RVEF 明显减小, RVEDV 和 RVSV 均增加,提示向心性肥厚患者右室结构和功能受损,与 Tadic 等^[8]研究结果相似。而于超和高林^[11]的研究显示,离心性肥厚组的 RVEDV 和 RVESV 均较对照组明显增大, RVEF 显著减低(均 $P < 0.05$)。分析原因可能是随着高血压病患者的肺压增加,右室后负荷增加, RVEDV 和 RVESV 均增大,当后负荷增加超过其代偿能力时,导致右室功能减低。此外,本研究还发现常规超声检查参数与 RT-3DE 检查参数在评估右室结构和功能方面具有良好的相关性,说明 RT-3DE 评价原发性高血压病不同

左室几何构型患者的右室结构和功能结果可靠。

本研究的局限性:①RT-3DE 有负荷依赖性,结果可受室间隔运动变化、透声条件不佳和不规则心律的影响;②由于样本量小,无法确定左室几何构型与右室重构之间的因果关系。

综上所述,RT-3DE 作为一种新的诊断技术,可准确、全面地评价原发性高血压病不同左室几何构型患者的右室结构及功能变化,为临床高血压心血管并发症的预防和治疗提供依据。

参考文献

- [1] Oktay AA, Lavie CJ, Milani RV, et al. Current perspectives on left ventricular geometry in systemic hypertension [J]. Prog Cardiovasc Dis, 2016, 59(3):235-246.
- [2] Kanye KM, Hadiza S, Shehu MN. Right ventricular dysfunction in a hypertensive population stratified by patterns of left ventricular geometry [J]. Cardiovasc J Afr, 2012, 23(9):478-482.
- [3] Zeidan Z, Erbel R, Barkhausen J, et al. Analysis of global systolic and diastolic left ventricular performance using volume-time curves by real-time three-dimensional echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2003, 16(1):29-37.
- [4] 刘洪,郑东,彭洪,等.实时三维超声心动图与 MRI 对慢性阻塞性肺病患者右室功能评估的对比研究 [J]. 临床超声医学杂志, 2015, 17(7):469-472.
- [5] Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2013, 26(9):921-964.
- [6] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2015, 28(1):1-39.
- [7] Tadic M, Cuspidi C, Vukomanovic V, et al. Right ventricular remodeling and updated left ventricular geometry classification: is there any relationship? [J]. Blood Press, 2016, 25(5):292-297.
- [8] Tadic M, Cuspidi C, Vukomanovic V, et al. The impact of different left ventricular geometric patterns on right ventricular deformation and function in hypertensive patients [J]. Arch Cardiovasc Dis, 2016, 109(5):311-320.
- [9] Bosc LV, Resta T, Walker B, et al. Mechanisms of intermittent hypoxia induced hypertension [J]. J Cell Mol Med, 2010, 14(1-2):3-17.
- [10] 王洪霞,高晓军,赵君康. Tei 指数对原发性高血压病不同左室构型右室功能的研究 [J]. 中国超声诊断杂志, 2006, 7(4):252-255.
- [11] 于超,高林.实时三维超声心动图和 QTVI 技术评价原发性高血压病右心室形态及功能的研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2012, 28(3):229-232.

(收稿日期:2019-01-01)