

◇心脏、血管影像学

Real-time three-dimensional echocardiography in quantitative assessment of the right ventricular diastolic function in patients with primary hypertension

PAN Yan, GUO Sheng-lan*, WU Ji, QIN Shi-yun, DAI Hong, DONG Xin

(Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China)

[Abstract] **Objective** To explore the clinical value of real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) in quantitative assessment of the right ventricular diastolic function in patients with primary hypertension (PH). **Methods** Fifty-one hypertensive patients and 51 healthy volunteers (control group) were enrolled. The PH patients were divided into non-left ventricular hypertrophy (NLVH) group and left ventricular hypertrophy (LVH) group according to the left ventricle mass index. Doppler parameters of tricuspid valves, including peak early diastolic velocity (E), peak late diastolic velocity (A), early diastolic velocity (Ea) and late diastolic velocity (Aa) were measured, and E/A, Ea/Aa and E/Ea were calculated. The volume-time curve was obtained with RT-3DE. The time ratios of right ventricular filling to 1/4, 1/3, 1/2, 3/4 capacity ($D_{1/4}$, $D_{1/3}$, $D_{1/2}$ and $D_{3/4}$) were calculated. In addition, 1/3 filling fraction (1/3 FF) and peak-filling rate (PFR) were calculated. All the above parameters were compared among the three groups, and the correlations of them in PH patients were analyzed. **Results** There were 16 patients in NLVH group and 35 patients in LVH group. E/A, Ea/Aa in NLVH and LVH group were both lower than those in control group (all $P < 0.05$). There was no difference of Ea nor E/Ea in NLVH group compared with control group (all $P > 0.05$), while Ea was lower and E/Ea was higher in LVH group than those in control group (both $P < 0.05$). RT-3DE showed that $D_{1/4}$, $D_{1/3}$, $D_{1/2}$ and $D_{3/4}$ increased, while PFR and 1/3 FF decreased in both NLVH and LVH group compared with control group (all $P < 0.05$). There was no statistical difference of all the above parameters between NLVH group and LVH group (all $P > 0.05$). $D_{1/4}$, $D_{1/3}$, $D_{1/2}$ and $D_{3/4}$ had positive correlation with E/Ea (all $P < 0.05$), PFR and 1/3 FF had negative correlation with E/Ea (both $P < 0.05$). **Conclusion** RT-3DE provides insight into parameters of right ventricular filling over time. It is of great significance for quantitative evaluating right ventricular diastolic function in PH patients.

[Key words] Hypertension; Ventricular function, right; Echocardiography, three-dimensional

实时三维超声心动图定量评价原发性高血压患者右心室舒张功能

潘艳, 郭盛兰*, 吴棘, 覃诗耘, 戴红, 董欣

(广西医科大学第一附属医院超声科, 广西南宁 530021)

[摘要] **目的** 探讨实时三维超声心动图(RT-3DE)定量评价原发性高血压(PH)患者右心室舒张功能的价值。**方法** 收集 51 例 PH 患者和 51 名健康志愿者(对照组), 根据左心室质量指数将 PH 患者分为非左心室肥厚(NLVH)组和左心室肥厚(LVH)组。采用多普勒超声测量三尖瓣口舒张早期峰值血流速度(E)、舒张晚期峰值血流速度(A)、三尖瓣前瓣

[基金项目] 广西科学基金(2010GXNSFA013138)、广西卫生厅重点科研课题项目(卫生厅重 200624)。

[作者简介] 潘艳(1985—), 女, 广西玉林人, 在读硕士。研究方向: 心血管疾病的超声诊断。E-mail: 441331969@qq.com

[通讯作者] 郭盛兰, 广西医科大学第一附属医院超声科, 530021。E-mail: gxnyydc@126.com

[收稿日期] 2013-02-07 **[修回日期]** 2013-05-24

环处舒张早期心肌运动速度(Ea)、舒张晚期心肌运动速度(Aa),计算 E/A、Ea/Aa 和 E/Ea;应用 RT-3DE 时间-容积曲线,计算右心室舒张期充盈 1/4、1/3、1/2、3/4 容积的时间比率(D_{1/4}、D_{1/3}、D_{1/2}、D_{3/4}),计算 1/3 充盈分数(1/3 FF)、峰值充盈率(PFR)。比较组间上述参数差异,分析 PH 患者上述参数间的相关性。**结果** NLVH 组 16 例、LVH 组 35 例,其 E/A、Ea/Aa 均小于对照组(P 均<0.05);NLVH 组 Ea、E/Ea 与对照组比较差异均无统计学意义(P 均>0.05),而 LVH 组 Ea 小于对照组、E/Ea 大于对照组(P 均<0.05);NLVH 和 LVH 组 D_{1/4}、D_{1/3}、D_{1/2}和 D_{3/4}均高于对照组(P 均<0.05),PFR 和 1/3 FF 均低于对照组(P 均<0.05);NLVH 和 LVH 组上述参数差异均无统计学意义(P 均>0.05)。PH 患者 D_{1/4}、D_{1/3}、D_{1/2}和 D_{3/4}与 E/Ea 呈正相关,PFR、1/3 FF 与 E/Ea 呈负相关(P 均<0.05)。**结论** 应用 RT-3DE 能直接获得右心室容积随时间变化的相关参数,对评价 PH 患者右心室舒张功能有重要指导意义。

[关键词] 高血压;心室舒张功能;右;超声心动描记术,三维

[中图分类号] R544.2; R540.45 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2013)08-1309-04

近年无创性评价原发性高血压(primary hypertension, PH)患者右心室舒张功能已成为临床研究热点。本研究应用实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)的时间-容积曲线(volume-time curve, VTC)测量 PH 患者右心室舒张功能相关参数,与多普勒参数比较,探讨 RT-3DE 评价不同左心室构型 PH 患者右心室舒张功能的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2012 年 1 月—2012 年 9 月于我院高血压病房住院的 PH 患者 51 例,男 26 例,女 25 例,年龄 34~75 岁,平均(52.7±12.6)岁;均为窦性心律,心电图正常,无继发性高血压、糖尿病、冠心病及先天性心脏病史。另收集同期健康志愿者 51 名作为对照组,男 26 名,女 25 名,年龄 35~74 岁,平均(53.4±11.4)岁。

1.2 仪器与方法 采用 Philips iE33 超声诊断仪,配置实时三维超声成像系统,S5-1 探头及 X3-1 矩阵探头,频率 1~5 MHz,内置 QLab 分析软件。

1.2.1 M-型超声参数测量 采用 M-型超声测量左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、舒张末期室间隔厚度(inter-ventricular septal thickness, IVST)及左心室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPWT),计算体表面积(body surface area, BSA)、左心室质量(left ventricle mass, LVM)及左心室质量指数(left ventricle mass index, LVMI), $BSA(m^2) = 0.0061 \times \text{身高}(cm) + 0.0128 \times \text{体质量}(kg) - 0.1529$, $LVM(g) = 0.8 \times 1.04 \times [(IVST + LVPWT + LVEDD)^3 - LVEDD^3] + 0.6$, $LVMI(g/m^2) = LVM/BSA$ 。按 LVMI 将 PH 患者分为非左心室肥厚(non left ventricular hypertrophy, NLVH)组(LVMI 正常,男性<135 g/m²,女性<111 g/m²)和左心室肥厚(left ven-

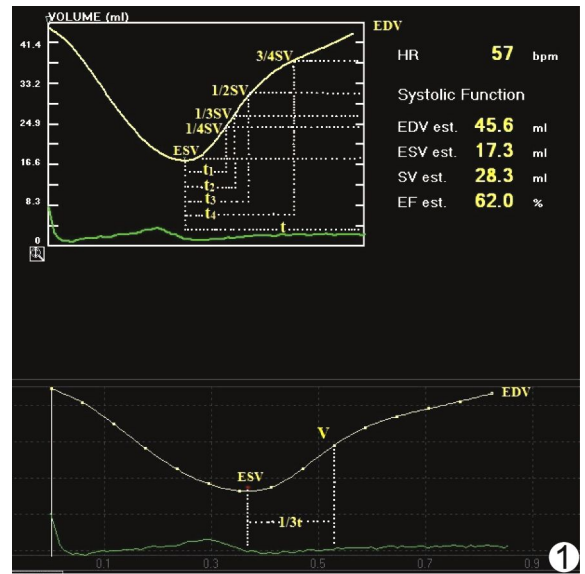


图 1 右心室 VTC 曲线及其相关参数测量示意图 (EDV: 舒张末期容积;ESV: 收缩末期容积;SV: 每搏输出量;EF: 射血分数)

tricular hypertrophy, LVH)组(LVMI 异常,男性≥135 g/m²,女性≥111 g/m²)。

1.2.2 多普勒参数测量 测量三尖瓣口脉冲多普勒参数:舒张早期峰值血流速度(peak early diastolic velocity, E)、舒张晚期峰值血流速度(peak late diastolic velocity, A),计算 E/A 比值;测量三尖瓣前瓣环处组织多普勒参数:舒张早期心肌运动速度(early diastolic velocity, Ea)、舒张晚期心肌运动速度(late diastolic velocity, Aa),计算 Ea/Aa 及 E/Ea 比值。

1.2.3 RT-3DE 参数测量及分析(图 1) 采用 X3-1 探头于心尖四腔心切面取样,启动 QLab 8.1 分析软件,自动获得右心室 VTC、右心室舒张末期容积(right ventricular end-diastolic volume, RVEDV)、右心室收缩末期容积(right ventricular end-systolic volume, RVESV);测量右心室舒张功能相关参数:右心室舒张期充盈 1/4、1/3、1/2 和 3/4 容积的时间(t₁、t₂、t₃和

表 1 3 组受检者年龄及多普勒参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	E/A	Ea/Aa	Ea(cm/s)	E/Ea
NLVH 组(n=16)	50.9±12.5	0.91±0.30*	0.82±0.27*	10.69±3.48	5.73±1.79
LVH 组(n=35)	53.4±12.8	0.84±0.24*	0.69±0.21*	9.77±2.55*	5.97±1.53*
对照组(n=51)	53.4±11.4	1.19±0.26	1.05±0.34	10.95±3.48	5.52±1.32

注: * :与对照组比较, P<0.05

表 2 3 组受检者右心室 RT-3DE 参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	D _{1/4}	D _{1/3}	D _{1/2}	D _{3/4}	PFR	1/3 FF
NLVH 组(n=16)	0.27±0.05*	0.32±0.05*	0.43±0.07*	0.67±0.06*	108.35±17.19*	0.33±0.09*
LVH 组(n=35)	0.27±0.05*	0.32±0.05*	0.42±0.06*	0.67±0.05*	107.41±27.88*	0.33±0.08*
对照组(n=51)	0.24±0.04	0.29±0.04	0.39±0.06	0.61±0.07	125.41±33.57	0.41±0.09

注: * :与对照组比较, P<0.05

t₄)及舒张期总体充盈时间(t),计算右心室舒张期充盈 1/4、1/3、1/2 和 3/4 容积的时间比率;D_{1/4}=t₁/t, D_{1/3}=t₂/t、D_{1/2}=t₃/t、D_{3/4}=t₄/t;取 VTC 上升支最陡处的相邻两点,计算最大斜率即峰值充盈率(peak filling rate, PFR);测量 $\frac{1}{3}t$ 及其对应的容积(V),计算右心室 1/3 充盈分数(1/3 filling fraction, 1/3 FF)=(V-RVESV)/(RVEDV-RVESV)。各参数均由 2 名操作者重复测量 3 次,取平均值。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 16.0 软件分析,所有计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用单因素方差分析进行组间比较,以 LSD 检验进行两两比较,采用 Pearson 相关分析评价各指标间相关性。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

根据 LVMI 结果,51 例 PH 患者中,NLVH 组 16 例,其中男 10 例,女 6 例,年龄 34~75 岁,平均(50.9±12.5)岁;LVH 组 35 例,其中男 16 例,女 19 例,年龄 34~74 岁,平均(53.4±12.8)岁。NLVH 组、LVH 组及对照组之间年龄差异均无统计学意义(P均>0.05)。

2.1 多普勒参数比较 NLVH 和 LVH 组 E/A、Ea/Aa 均<1,且均小于对照组(P均<0.05);NLVH 组 Ea、E/Ea 与对照组比较差异无统计学意义(P均>0.05),LVH 组 Ea 小于对照组、E/Ea 大于对照组(P均<0.05);NLVH 组与 LVH 组上述参数比较差异均无统计学意义(P均>0.05),见表 1。

2.2 RT-3DE 参数比较 NLVH 和 LVH 组 D_{1/4}、D_{1/3}、D_{1/2}和 D_{3/4}均高于对照组(P均<0.05),PFR 和 1/3 FF 均低于对照组(P均<0.05),NLVH 组和 LVH 组上述参数差异无统计学意义(P均>0.05),见

表 2。

2.3 PH 患者右心室 RT-3DE 参数与多普勒参数相关性分析 各参数间相关性见表 3。

3 讨论

右心室位置特殊,几何形态复杂,检测其功能较困难。多普勒超声无创、快速、可重复性好,为初始评价及随访右心室功能的必需工具,其常用指标包括三尖瓣口脉冲多普勒参数 E、A 及 E/A,三尖瓣前瓣环处组织多普勒参数 Ea、Aa 及 Ea/Aa。E/A<1、Ea/Aa<1 提示右心室舒张功能减低,E/Ea 与平均右心房压呈正相关,亦能较好地反映右心室充盈压^[1];但多普勒超声易受声束角度、心室负荷状态、心肌运动和年龄等因素的影响。RT-3DE 不受右心室几何形态影响,可自动获得心动周期中右心室整体和局部容积随时间变化的曲线^[2],并可直接测量右心室充盈容积及时间,为定量评估右心室舒张功能提供了一种新的方法。

表 3 PH 患者右心室 RT-3DE 参数与多普勒参数相关性(r 值)

参数	E/A	Ea/Aa	Ea	E/Ea
D _{1/4}	-0.22	-0.35*	-0.41*	0.52*
D _{1/3}	-0.30*	-0.31*	-0.41*	0.45*
D _{1/2}	-0.33*	-0.34*	-0.43*	0.47*
D _{3/4}	-0.36*	-0.41*	-0.45*	0.47*
PFR	0.30*	0.30*	0.38*	-0.31*
1/3 FF	0.26*	0.29*	0.39*	-0.47*

注: * :经 Pearson 相关分析, P<0.05

Akintunde 等^[3]发现,随着右心室形态和功能改变,PH 患者右心室舒张功能减低,这可能是高血压性心脏病的早期表现。右心室舒张功能不全主要表现为右心室松弛性减退和顺应性降低、右心室充盈速度减

慢、充盈时间延长。本研究中 NLVH 组与 LVH 组 $D_{1/4}$ 、 $D_{1/3}$ 、 $D_{1/2}$ 、 $D_{3/4}$ 均高于对照组,提示 PH 患者右心室舒张期各时段充盈时间延长;PFR 和 1/3 FF 低于对照组,提示右心室舒张早期充盈速度减慢,表明在 PH 早期,左心室尚未发生心肌重构时,右心室舒张功能已经减低;多普勒超声结果显示 NLVH 组与 LVH 组 E/A、Ea/Aa 均小于 1,亦证实了这一结果。

PH 患者右心室舒张功能减低程度与左心室心肌重构的关系尚不明确。杨晓东等^[4]发现右心室舒张功能减低程度与左心室构型有关;陈宏斌等^[5]则发现无论左心室构型是否改变,PH 患者右心室功能均已受损;Tumuklu 等^[6]发现右心室舒张功能障碍与 LVM 无明显相关性。本研究中 NLVH 组与 LVH 组 $D_{1/4}$ 、 $D_{1/3}$ 、 $D_{1/2}$ 、 $D_{3/4}$ 、PFR 和 1/3 FF 均无明显差异(P 均 > 0.05),提示 PH 患者右心室舒张功能减低程度与 LVM 无关;右心室壁增厚与室间隔肥厚可能是影响右心室舒张功能的主要因素,同时 PH 患者体液因素异常亦作用于右心室,引起右心室心肌纤维僵硬而致舒张功能减低。本研究分析 RT-3DE 参数及多普勒参数间相关性,发现 $D_{1/4}$ 、 $D_{1/3}$ 、 $D_{1/2}$ 、 $D_{3/4}$ 分别与 E/Ea 呈正相关,PFR、1/3 FF 与 E/Ea 呈负相关;这是由于 PH 时肺小血管病变增加了肺循环阻力及右心室负荷,而右心室为薄壁低压系统,长期高负荷易使右心室壁代偿性增厚,小血管与心肌纤维比率降低,心肌供血相对不足,加重了心肌收缩和舒张的时间和空间的不均一性^[7],心肌弹性度和顺应性降低,致右心室舒张延迟。Tashiro 等^[8]观察左心室舒张功能,发现左心室 RT-3DE 参数 $D_{1/2}$ 与二尖瓣 E/E' 的相关性最佳,认为舒张晚期可能不是分析左心室舒张功能的最好时期。原发性高血压患者左、右心室舒张功能关系密切,左心室功能的改变可能会影响右心室功能,本研究中 $D_{1/4}$ 与 E/Ea 的相关性最佳($r=0.52, P<0.05$),而 $D_{1/4}$ 为反映右心室舒张早期功能的指标,提示 PH 患者右心室舒张功能的减低很可能主要表现在舒张早期, $D_{1/4}$ 更能反映右心室舒张功能。

已有研究^[9-10]显示 RT-3DE 测量右心室容积与 MRI 相关性良好;但 RT-3DE 亦有不足,如透声条件

差、二维图像显示欠佳等均会影响其测量右心室容积的准确性^[11]。另外,目前 RT-3DE 帧频有限,难以准确反映右心室容积的瞬时变化。

总之,利用 RT-3DE 的 VTC 能直接获得右心室容积随时间变化的参数,对定量评价 PH 患者右心室舒张功能有重要指导意义。

[参考文献]

- [1] 芮逸飞. 超声心动图评价右心室功能的进展. 中国医学影像技术, 2010, 26(9):1786-1789.
- [2] 许婷. 实时三维超声心动图在右心室功能评价中的应用进展. 上海医学影像, 2010, 19(2):153-155.
- [3] Akintunde AA, Akinwusi PO, Familoni OB, et al. Effect of systemic hypertension on right ventricular morphology and function: An echocardiographic study. *Cardiovasc J Afr*, 2010, 21(5):252-256.
- [4] 杨晓东, 任卫东, 宋平梅, 等. 多普勒组织成像对原发性高血压右心室舒张功能的评价. 中华超声影像学杂志, 2004, 13(1):29-31.
- [5] 陈宏斌, 陈金玲, 郭瑞强. 应变率成像评价不同左心室构型原发性高血压患者右心室局部功能. 中华超声影像学杂志, 2009, 18(11):934-937.
- [6] Tumuklu MM, Erkorkmaz U, Ocal A. The impact of hypertension and hypertension-related left ventricle hypertrophy on right ventricle function. *Echocardiography*, 2007, 24(4):374-384.
- [7] 王洪霞, 高晓军, 赵君康. Tei 指数对原发性高血压不同左室构型右室功能的研究. 中国超声诊断杂志, 2006, 7(4):252-255.
- [8] Tashiro H, Aoki T, Sadamatsu K, et al. Evaluation of the left ventricular diastolic function using three-dimensional echocardiography. *Echocardiography*, 2008, 25(9):968-973.
- [9] Mangion JR. Right ventricular imaging by two-dimensional and three-dimensional echocardiography. *Curr Opin Cardiol*, 2010, 25(5):423-429.
- [10] Leibundgut G, Rohner A, Grize L, et al. Dynamic assessment of right ventricular volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography: A comparison study with magnetic resonance imaging in 100 adult patients. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(2):116-126.
- [11] Xie MX, Wang XF, Cheng TO, et al. Real-time 3-dimensional echocardiography: A review of the development of the technology and its clinical application. *Prog Cardiovasc Dis*, 2005, 48(3):209-225.