

实时三维超声心动图评价正常高值血压对右心室功能的影响

秦 芹 康春松 刘俊玉

摘 要 **目的** 采用实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)评估正常高值血压对右心室功能的影响。**方法** 收集笔者医院心内科门诊及体检中心的受试对象共 152 例,根据血压水平分为 3 组,即正常血压组 50 例、正常高值血压组 52 例和高血压 1 级组 50 例,均行超声心动图检查。比较各组的右心室超声心动图参数。**结果** 高血压 1 级组 RVEDV、RVESV 较正常血压组增加,FAC、RVEF 降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。与正常血压组比较,正常高值血压组和高血压 1 级组的 RVFLS、RVSLs 均减小;与正常高值血压组比较,高血压 1 级组的 RVFLS、RVSLs 减小,差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** RT-3DE 可定量评价不同血压水平受试者的右心室功能,可以早期敏感地发现正常高值血压受试者的右心室心肌损害,为临床早期干预提供依据。

关键词 正常高值血压 三维超声心动图 右心室 功能

中图分类号 R445.1

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2022.01.029

Evaluation of the Effect of High-normal Blood Pressure on Right Ventricular Function by Real-time Three-dimensional Echocardiography. QIN Qin, KANG Chunsong, LIU Junyu. Department of Medical Imaging, Shanxi Medical University, Shanxi 030001, China

Abstract **Objective** To evaluate the effect of High-normal blood pressure on right ventricular function by Real-time three-dimensional Echocardiography. **Methods** A total of 152 subjects were collected from the cardiology clinic and physical examination center of our hospital. They were divided into three groups according to their blood pressure levels, normal blood pressure group (50 cases), high-normal blood pressure group (52 cases), and hypertension stage 1 group (50 cases). Echocardiography was performed. The right ventricular three-dimensional echocardiography parameters were compared. **Results** The RVEDV and RVESV of the hypertension stage 1 group were larger than those of the normal blood pressure group, and the FAC and RVEF were reduced. The differences were statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the normal blood pressure group, the RVFLS and RVSLs of the high-normal blood pressure group and the hypertension stage 1 group were reduced. Compared with the high-normal blood pressure group, the RVFLS and RVSLs of the hypertension stage 1 group were decreased, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** RT-3DE can quantitatively evaluate the right ventricular function of subjects with different blood pressure levels, and can early and sensitively detect right ventricular myocardial damage in subjects with high-normal blood pressure, and provide a basis for early clinical intervention.

Key words High-normal blood pressure; Three-dimensional echocardiography; Right ventricle; Function

高血压是我国常见的慢性、全身性疾病,可导致血管硬化和多个靶器官受到损害,其中,对心脏的损害最值得关注^[1]。以往的研究主要集中于高血压引起的左心室功能损害,近年来研究显示,即使在正常范围内,血压轻度升高即可引起左心室收缩功能降低且血压水平与不良事件的发生率密切相关^[2,3]。由于左右两侧循环系统的相互影响,右心室功能在高血

压进程中也会受到损害,且右心室收缩功能高血压患者预后的重要决定因素^[4]。目前,关于高血压引起的右心室功能障碍已被广泛研究^[5],而很少有人关注正常高值血压受试者的右心室功能,因此,本研究应用实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)评估正常高值血压受试者的右心室功能变化,及时察觉右心室功能受损,以便患者早期治疗。

资料与方法

1. 研究对象:收集山西医科大学附属第三医院(山西白求恩医院)2019 年 5 月~2020 年 3 月心内科门诊及体检中心的受试对象 168 例,排除高血压 2 级

作者单位:030001 太原,山西医科大学医学影像学院(秦芹、刘俊玉);030032 太原,山西医科大学附属第三医院(山西白求恩医院)超声科(康春松)

通信作者:康春松,电子信箱:kangchunsong2005@sina.com

或3级、肺动脉高压、心律失常等患者,152例受试者被纳入本研究,其中男性80例,女性72例,患者平均年龄 66.8 ± 6.2 岁。根据《中国高血压防治指南》^[6]分为:正常血压组[收缩压 < 120 mmHg(1 mmHg= 0.133 kPa)和舒张压 < 80 mmHg]50例,正常高值组[收缩压 $120 \sim 139$ mmHg和(或)舒张压 $80 \sim 89$ mmHg]52例,高血压1级组[收缩压 $140 \sim 159$ mmHg和(或)舒张压 $90 \sim 99$ mmHg]50例。每位受试者都记录心率(heart rate, HR)、身高、体重及收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP),计算体重指数(body mass index, BMI),本研究获受试者知情同意,经笔者医院医学伦理学委员会审批通过(YXLL-2020-045)。

2. 仪器及方法:采用配有M5S及4V探头(频率 $1.5 \sim 4.5$ MHz)的GE vivid E9超声诊断仪, EchoPAC分析软件。待被检查者平静呼吸,接心电图。灰阶成像模式下测量及计算左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVIDd)、左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameters, LVIDs)、舒张末期室间隔厚度(interventricular septal thickness at end-diastole, IVSTd)、舒张末期左心室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness at end-diastole, LVPWTd)、左心室质量指数(left ventricular mass index, LVMI)、舒张早期二尖瓣口血流速度与二尖瓣环心肌速度比值(E/E'),双平面Simpson法测左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。切换4V探头,嘱患者屏气,运用实时三维成像系统采集3个以上心动周期的动态心尖四腔心

图像并储存。用EchoPAC软件分析图像,点击4D RV Volume,手动描绘右心室心内膜,软件自动得出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)、右心室射血分数(right ventricular ejection fraction, RVEF)、三尖瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE)、右心室室间隔纵向应变(right ventricle septal longitudinal strain, RVLS)、右心室游离壁纵向应变(right ventricular freewall longitudinal strain, RVFLS)、右心室面积变化分数(right ventricular fractional area change, RVFAC)。

3. 统计学方法:采用SPSS 24.0统计学软件对数据进行统计分析。计量资料均符合正态分布,以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析,多重比较采用LSD- t 检验。以例数(百分比)[n (%)]来表示计数资料,比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般临床资料比较:3组间BMI、心率、年龄及性别比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);任意两组间SBP、DBP比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),详见表1。

2. 左心室超声参数比较:高血压1级组 E/E' 较正常血压组和正常高值血压组增大,差异有统计学意义($P < 0.05$)。3组间IVSTd、LVPWTd、LVIDd、LVIDs、LVEF及LVMI比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),详见表2。

表1 一般临床资料比较[n (%), $\bar{x} \pm s$]

组别	n	性别		年龄(岁)	SBP(mmHg)	DBP(mmHg)	BMI(kg/m ²)	HR(次/分)
		女性	男性					
正常血压组	50	23(0.46)	27(0.54)	66.6 ± 6.7	115.2 ± 4.6	74.8 ± 4.5	24.4 ± 2.2	66.7 ± 3.5
正常高值血压组	52	25(0.48)	27(0.52)	66.8 ± 6.8	$134.8 \pm 3.9^*$	$82.4 \pm 3.1^*$	24.5 ± 1.3	67.0 ± 3.9
高血压1级组	50	24(0.48)	26(0.52)	67.0 ± 6.4	$148.1 \pm 4.9^{* \#}$	$90.4 \pm 4.2^{* \#}$	24.9 ± 1.7	67.4 ± 3.2
P	—	0.75		0.95	0.00	0.00	0.33	0.61

与正常血压组比较,* $P < 0.05$;与正常高值血压组比较,# $P < 0.05$

表2 左心室参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	IVSTd(mm)	LVPWTd(mm)	LVIDd(mm)	LVIDs(mm)	LVEF(%)	LVMI(g/m ²)	E/E'
正常血压组	50	9.55 ± 1.02	9.32 ± 0.86	45.35 ± 1.48	30.15 ± 2.04	63.76 ± 2.45	88.66 ± 5.29	8.54 ± 0.66
正常高值血压组	52	9.60 ± 1.02	9.44 ± 0.97	45.84 ± 3.21	30.36 ± 2.07	64.19 ± 3.09	88.78 ± 6.76	8.69 ± 0.72
高血压1级组	50	9.70 ± 0.86	9.50 ± 0.97	46.20 ± 1.93	30.80 ± 1.61	64.63 ± 2.94	89.28 ± 5.66	$9.37 \pm 1.13^{* \#}$
P		0.75	0.64	0.19	0.23	0.50	0.13	0.01

与正常血压组比较,* $P < 0.05$;与正常高值血压组比较,# $P < 0.05$

3. 右心室超声参数比较:高血压 1 级组 RVEDV、RVESV 较正常血压组增加,FAC、RVEF 降低,差异有统计学意义($P<0.05$)。与正常血压组比较,正常高

值血压组和高血压 1 级组的 RVFLS、RVLS 均减小;与正常高值血压组比较,高血压 1 级组的 RVFLS、RVLS 减小,差异有统计学意义($P<0.05$),详见表 3。

表 3 右心室参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	RVEDV(ml)	RVESV(ml)	RVEF(%)	TAPSE(mm)	FAC(%)	RVLS(%)	RVFLS(%)
正常血压组	50	85.86±7.9	37.56±1.86	56.11±2.00	23.88±1.23	37.55±0.85	-24.51±1.05	-26.41±0.99
正常高值血压组	52	86.42±8.0	38.15±1.72	55.82±2.06	23.63±0.81	37.30±0.62	-23.00±1.32 [*]	-25.06±1.37 [*]
高血压 1 级组	50	87.21±9.1 [*]	38.50±1.73 [*]	55.38±2.01 [*]	23.50±1.09	36.62±0.84 [*]	-21.36±0.90 ^{**}	-23.81±1.07 ^{**}
P		0.00	0.01	0.01	0.19	0.02	0.000	0.000

与正常血压组比较,^{*} $P<0.05$;与正常高值血压组比较,[#] $P<0.05$

讨 论

高血压发生率逐年升高,对人类健康造成极大危害,给个人和社会都带来沉重的经济负担^[7]。以往的研究表明,血压升高主要引起左心室形态改变及功能受损,即左心室壁肥厚,左心室腔扩大,左心室收缩功能减低^[8]。而最近关于高血压引起的右心室功能障碍受到人们关注,且伴有右心室收缩功能障碍的高血压患者不良预后的发生率显著增加^[9]。正常高值血压人群越来越多,较收缩压在 110/75mmHg 的人群,其 10 年后心血管疾病发生率至少增加 1 倍^[5]。因此,有必要在血压轻度升高时尽早评价右心室功能的变化。从解剖学的角度看,右心室常分为 3 个部分:①入口:由三尖瓣、腱索和 3 块或 3 块以上乳头肌组成;②小梁状心尖部:通常非常薄;③出口或漏斗部(圆锥):一种支撑肺动脉瓣叶的管状肌肉结构。右心室不规则的几何结构使二维超声心动图在评价右心室的结构和功能方面受到限制,而 RT-3DE 克服了这一局限性,可在三维立体空间更精确地显示右心室形态。

本研究结果表明,左心室二维参数 IVSTd、LVP-WTd、LVIDd、LVIDs、LVEF、LVMI 在 3 组中的结果比较,差异均无统计学意义。可能的原因是血压水平轻度升高,心室壁所受应力较小,心肌细胞和纤维肥大、增生的程度较轻,心肌尚未发生明显缺血、缺氧改变,故左心室形态结构和收缩功能尚未发生明显变化,这与王瑞琪等^[10]的研究结果相一致。高血压 1 级组 E/E'较其他两组增大,说明其左心室舒张能力下降。

与正常血压组比较,高血压 1 级组 RVEDV、RVESV 增加,表明其右心室腔增大,原因可能是血压升高,左心室射血减少,左心室收缩末压增大,逐渐向肺动脉传导,使右心室向肺动脉的泵血量减少,与 Tadic 等^[11]的研究结果一致。高血压 1 级组 FAC、RVEF 减小,说明高血压会引起右心室收缩功能减低,原因是血压升高时左心室发生重构及室壁应力变

化,左右室通过共用室间隔、心包腔及肌束产生的相互依赖性以及肾素-血管紧张素系统介导的儿茶酚胺和氧化应激等因素共同作用引起的肺小血管内膜受损,反应性缩窄,右心室心肌纤维化等,均可引起右心室收缩能力降低。而高血压 1 级组 TAPSE 无明显变化,与 Cicala 等^[12]研究结果一致,可能是因为 TAPSE 仅代表右心室游离壁基底段的位移,具有角度和负荷依赖性,对评价右心室收缩功能有一定局限性。正常高值血压组的右心室常规参数较正常血压组比较无明显变化,说明血压轻度升高,上述参数不能反映出右心室收缩功能的变化。

随着血压水平增高,RVFLS、RVLS 逐渐减小,即在正常高值血压的个体中也可以检测到右心室心肌力学的亚临床变化,这说明与 TAPSE、FAC、RVEF 等比较,右心室纵向应变可更早期、敏感地发现右心室壁收缩能力的降低。右心室壁主要由环状排列的浅肌层和纵向排列的深肌层组成,右心室收缩的 80% 依赖于纵向肌纤维^[13]。Focardi 等^[14]以心脏磁共振为参照标准,探讨传统和应变超声心动图参数与磁共振测量的右心室射血分数的相关性,结果表明,RVFLS、FAC 及 TAPSE 与 RVEF 相关性分别为($r=-0.86$ 、 0.77 和 0.45 , $P<0.05$),与本研究结果相符。Pedrinelli 等^[15]应用二维应变成像评价早期高血压患者的右心室力学,结果表明正常高值血压与高血压组的 RVLS 较最佳血压组减低,与本研究结果大致一致。高血压 1 级组的 RVFLS、RVLS 较正常高值血压组减小,说明血压水平进一步升高,右心室心肌出现较明显的病理生理反应,纵向运动能力进一步下降。值得注意的是,有研究者不推荐用室间隔应变评估右心室的整体收缩功能,因为室间隔同时受左、右心室功能的影响^[16]。

综上所述,RT-3DE 可早期发现正常高值血压受试者的右心室功能受损,随着血压水平升高,右心

室纵向应变逐渐减小。可帮助临床医生早期采取治疗手段,避免向高血压进展,对患者的健康有重要意义。但本研究存在一定局限性:①该研究收集的试验者较少,今后可收集更多病例数进一步验证;②图像采集的技术要求较高,图像质量会影响心内膜描记;③未观察右心室二维超声参数的变化。

参考文献

- Leung A, Daskalopoulou S, Dasgupta K, *et al.* Hypertension Canada's 2017 Guidelines for diagnosis, risk assessment, prevention, and treatment of hypertension in adults [J]. *Can J Cardiol*, 2017, 33(5): 557-576
- Mehmet Y, Ahmet AO, Merrill HS, *et al.* Left ventricular hypertrophy and hypertension [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2020, 63(1): 10-21
- Tadic M, Majstorovic A, Pencic B, *et al.* The impact of high-normal blood pressure on left ventricular mechanics: a three-dimensional and speckle tracking echocardiography study[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2014, 30(4): 699-711
- 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
- Shelburne NJ, Parikh KS, Chiswell K, *et al.* Echocardiographic assessment of right ventricular function and response to therapy in pulmonary arterial hypertension [J]. *Am J Cardiol*, 2019, 124(8): 1298-1304
- 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南(2018年修订版)[J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(1): 24-56
- 中国老年医学学会高血压分会, 国家老年疾病临床医学研究中心中国老年心血管病防治联盟. 中国老年高血压管理指南 2019 [J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(1): 1-23
- Yildiz M, Oktay AA, Stewart MH, *et al.* Left ventricular hypertrophy and hypertension [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2020, 63(1): 10-21
- Oketona OA, Balogun MO, Akintomide AO, *et al.* Right ventricular systolic function in hypertensive heart failure [J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2017, 13(1): 353-360
- 王瑞琪, 康春松. 二维分层应变技术评价高血压患者左心室肌力学改变[J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30(9): 633-636
- Tadic M, Cuspidi C, Pencic B, *et al.* High-normal blood pressure impacts the right heart mechanics: a three-dimensional echocardiography and two-dimensional speckle tracking imaging study [J]. *Blood Press Monit*, 2014, 19(3): 145-152
- Cicala S, Galderisi M, Caso P, *et al.* Right ventricular diastolic dysfunction in arterial systemic hypertension: analysis by pulsed tissue Doppler [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2002, 3(2): 135-142
- Sanz J, Sánchez-Quintana D, Bossone E, *et al.* Anatomy, function, and dysfunction of the right ventricle: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(12): 1463-1482
- Focardi M, Cameli M, Carbone SF, *et al.* Traditional and innovative echocardiographic parameters for the analysis of right ventricular performance in comparison with cardiac magnetic resonance [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015, 16(1): 47-52
- Pedrinelli R, Canale ML, Giannini C, *et al.* Right ventricular dysfunction in early systemic hypertension: a tissue Doppler imaging study in patients with high-normal and mildly increased arterial blood pressure [J]. *J Hypertens*, 2010, 28(3): 615-621
- Amsallem M, Mercier O, Kobayashi Y, *et al.* Forgotten no more: a focused update on the right ventricle in cardiovascular disease [J]. *JACC Heart Fail*, 2018, 6(11): 891-903
- (收稿日期: 2021-08-02)
- (修回日期: 2021-08-16)
- (上接第 119 页)
- Sui A, Xu Y, Yang J, *et al.* The histone H3 Lys 27 demethylase KDM6B promotes migration and invasion of glioma cells partly by regulating the expression of SNAI1 [J]. *Neurochem Int*, 2019, 124: 123-129
- Lee SH, Kim O, Kim HJ, *et al.* Epigenetic regulation of TGF- β -induced EMT by JMJD3/KDM6B histone H3K27 demethylase [J]. *Oncogenesis*, 2021, 10(2): 17
- Yang J, Wang X, Huang B, *et al.* An IFN γ /STAT1/JMJD3 axis induces ZEB1 expression and promotes aggressiveness in lung adenocarcinoma [J]. *Mol Cancer Res*, 2021, 19(7): 1234-1246
- Zhang W, Cheng J, Diao P, *et al.* Therapeutically targeting head and neck squamous cell carcinoma through synergistic inhibition of LSD1 and JMJD3 by TCP and GSK-J1 [J]. *Br J Cancer*, 2020, 122(4): 528-538
- Zhang Y, Shen L, Stupack DG, *et al.* JMJD3 promotes survival of diffuse large B-cell lymphoma subtypes via distinct mechanisms [J]. *Oncotarget*, 2016, 7(20): 29387-29399
- Yin X, Yang S, Zhang M, *et al.* The role and prospect of JMJD3 in stem cells and cancer [J]. *Biomed Pharmacother*, 2019, 118: 109384
- Zhao X, Qu J, Sun Y, *et al.* Prognostic significance of tumor-associated macrophages in breast cancer: a Meta-analysis of the literature [J]. *Oncotarget*, 2017, 8(18): 30576-30586
- Ramesh A, Brouillard A, Kumar S, *et al.* Dual inhibition of CSF1R and MAPK pathways using supramolecular nanoparticles enhances macrophage immunotherapy [J]. *Biomaterials*, 2020, 227: 119559
- Ramesh A, Kumar S, Nandi D, *et al.* CSF1R- and SHP2-inhibitor-loaded nanoparticles enhance cytotoxic activity and phagocytosis in tumor-associated macrophages [J]. *Adv Mater*, 2019, 31(51): e1904364
- Chen Y, Zhang S, Wang Q, *et al.* Tumor-recruited M2 macrophages promote gastric and breast cancer metastasis via M2 macrophage-secreted CHI3L1 protein [J]. *J Hematol Oncol*, 2017, 10(1): 36
- (收稿日期: 2021-07-28)
- (修回日期: 2021-08-20)