

❖ 心脏、血管影像学

Assessment of left atrial function using real-time three-dimensional echocardiography and two-dimensional speckle tracking imaging in patients with essential hypertension

CHEN Xiaopei¹, JIANG Zhirong^{2*}, WANG Xiaofan², LYU Qifeng²,
SONG Xiaoxia², TIAN Yu²

(1. Department of Medical Imaging, Medical College of Qingdao University, Qingdao 266000, China; 2. Department of Cardiac Ultrasound, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the structure and function of left atrium (LA) in patients with essential hypertension by real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) and two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI). **Methods** Totally 70 essential hypertension patients and 35 healthy volunteers (control group) were enrolled. The patients were divided into no left atrial enlargement (NLAE) group and left atrial enlargement (LAE) group (each $n=35$) according to left atrial index. Using RT-3DE, the maximal, minimal and pre-systolic LA volume (LAV_{max} , LAV_{min} and LAV_{pre}) were measured, the stroke volume, total ejection fraction, active ejection fraction and passive ejection fraction of LA ($LASV$, $LAEF$, $LAaEF$, $LApEF$) were calculated. Using 2D-STI, the mean peak strain rates in systolic, early-diastolic, end-diastolic phase ($mSRs$, $mSRe$, $mSRa$) of LA were calculated. The parameters among the 3 groups were compared, the correlation between 2D-STI and RT-3DE measurement parameters were analyzed. **Results** Compared with control group, $LAaEF$ and $mSRa$ increased, while $LApEF$, $mSRs$ and $mSRe$ decreased in NLAE group (all $P<0.05$). Compared with NLAE group, LAV_{max} , LAV_{pre} , LAV_{min} , $LASV$, $LAaEF$ and $mSRa$ increased, while $LAEF$, $LApEF$, $mSRs$ and $mSRe$ decreased in LAE group (all $P<0.05$). Significant positive correlations were found between $mSRs$ and $LAEF$ ($r=0.70, 0.77$), $mSRe$ and $LApEF$ ($r=0.80, 0.82$) as well as $mSRa$ and $LAaEF$ ($r=0.87, 0.89$) in NLAE and LAE group (all $P<0.01$). **Conclusion** LA function has changed before LA geometry changes in essential hypertension patients. RT-3DE and 2D-STI play important role in assessing LA function of essential hypertension patients.

[Keywords] hypertension; atrial function, left; speckle tracking; ultrasonography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201812047

实时三维超声联合二维斑点追踪成像评价 原发性高血压患者左心房功能

陈晓沛¹, 姜志荣^{2*}, 王小凡², 吕启凤², 宋晓霞², 田雨²

(1. 青岛大学医学院医学影像系, 山东 青岛 266000; 2. 青岛大学附属医院心脏超声科, 山东 青岛 266000)

[摘要] **目的** 采用实时三维超声(RT-3DE)及二维斑点追踪成像(2D-STI)评估原发性高血压患者左心房形态和功能。**方法** 收集 70 例原发性高血压患者, 根据左心房内径指数将其分为左心房无扩大(NLAE)组($n=35$)和左心房扩大

[第一作者] 陈晓沛(1991—), 女, 山西晋中人, 在读硕士。研究方向: 心血管超声诊断。E-mail: 1047909546@qq.com

[通信作者] 姜志荣, 青岛大学附属医院心脏超声科, 266000。E-mail: jiangzhirong2@163.com

[收稿日期] 2018-12-08 **[修回日期]** 2019-04-13

(LAE)组($n=35$),并收集 35 名健康志愿者为对照组。应用 RT-3DE 检测最大、最小和收缩前左心房容积(LAV_{max} 、 LAV_{min} 、 LAV_{pre}),计算左心房每搏输出量(LASV)、总射血分数(LAEF)、主动射血分数(LAaEF)和被动排空分数(LApEF)。采用 2D-STI 计算左心房壁的收缩期、舒张早期和晚期平均峰值应变率(mSRs、mSRe、mSRa)。比较 3 组间上述参数的差异,分析 2D-STI 与 RT-3DE 测量参数的相关性。**结果** 与对照组比较,NLAE 组 LAaEF、mSRa 增高,LApEF、mSRs、mSRe 降低(P 均 <0.05);与 NLAE 组比较,LAE 组 LAV_{max} 、 LAV_{pre} 、 LAV_{min} 、LASV、LAaEF、mSRa 增高,LAEF、LApEF、mSRs、mSRe 降低(P 均 <0.05)。NLAE 组和 LAE 组中,mSRs 与 LAEF($r=0.70, 0.77$)、mSRe 与 LApEF($r=0.80, 0.82$)、mSRa 与 LAaEF($r=0.87, 0.89$)呈明显正相关(P 均 <0.01)。**结论** 原发性高血压患者左心房在重构前即已发生功能改变;RT-3DE 和 2D-STI 技术可用于评价原发性高血压患者左心房结构和功能。

[关键词] 高血压;心房功能;左;斑点追踪;超声检查

[中图分类号] R544.1; R540.45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)06-0843-05

原发性高血压(essential hypertension, EH)可引起左心室舒张功能障碍,最终导致左心房重构及功能减退^[1]。左心房结构与功能改变在高血压进展过程中起重要作用,及时发现 EH 患者左心房功能异常已成为临床防治的重点。本研究采用实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)联合二维斑点追踪成像(two-dimension speckle tracking imaging, 2D-STI)技术定量检测 EH 患者左心房容积及心肌应变等,以综合评价左心房功能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 9 月—2018 年 8 月在青岛大学附属医院确诊的 70 例 EH 患者,男 34 例,女 36 例,年龄 42~61 岁,平均(52.1 ± 5.2)岁;排除先天性心脏病、中重度瓣膜病、心肌病、冠心病等患者。根据左心房内径指数(left atrial diameter index, LAI)将 EH 患者分为左心房无扩大(no left atrial enlargement, NLAE)组($LAI \leq 2$)和左心房扩大(left atrial enlargement, LAE)组($LAI > 2$)。NLAE 组 35 例,男 18 例,女 17 例,年龄 42~59 岁,平均(50.6 ± 4.8)岁;LAE 组 35 例,男 16 例,女 19 例,年龄 45~61 岁,平均(53.5 ± 4.6)岁。另选取同期 35 名性别、年龄匹配的健康志愿者作为对照组,男 17 名,女 18 名,年龄 44~58 岁,平均(50.2 ± 4.5)岁。本研究经医院伦理委员会批准,所有受检者均知情同意。

1.2 仪器与方法 采用 Philips iE33 超声诊断仪,S5-1 及 X3-1 探头。嘱受检者左侧卧位,连接同步心电图,首先进行常规二维超声测量,并采集持续 4 个心动周期心尖四腔、两腔及三腔心切面动态图像。随后切换 X3-1 探头,于四腔心切面获得清晰图像后点击实时全容积成像,采集持续 4 个心动周期全容积动态图像。将图像储存于硬盘中用以脱机分析。

1.2.1 采集临床资料 记录受检者心率、血压、身高及体质量,超声系统软件自动生成体表面积(body

surface area, BSA)。

1.2.2 二维超声参数 测量左心房内径(left atrial diameter, LAD)、舒张末期左室内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDd)、室间隔厚度(interventricular septal thickness, IVST)和左室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPWT),计算 LAI, $LAI = LAD/BSA$ 。以 Simpson 法测量左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF);以频谱多普勒测量二尖瓣口舒张早期和晚期血流速度 E 峰和 A 峰;以组织多普勒测量二尖瓣环舒张早期室间隔侧运动速度 e ,并计算 E/A 、 E/e 。

1.2.3 2D-STI 参数 将二维动态图像导入 Qlab 工作站并进入 TMQA 系统,采样点放置于距离二尖瓣环 6~8 mm 处的左心房前壁、后壁、侧壁、下壁和房间隔内膜下心肌层,系统自动追踪心肌斑点运动轨迹,必要时手动调整采样点位置,直至各节段均可追踪成功,获得左心房各壁应变率-时间曲线(图 1)。测量左心室收缩期左心房各壁的峰值应变率(systolic peak strain rate, SRs)、舒张早期峰值应变率(early diastolic peak strain rate, SRe)和舒张晚期峰值应变率(late diastolic peak strain rate, SRa),并计算其平均峰值应变率(mSRs、mSRe、mSRa)。

1.2.4 RT-3DE 参数 应用 Qlab 工作站对采集的全容积动态图像进行分析,进入 3DQ 模式,将采样点放置于左心房对应部位的内膜面,必要时手动调整,软件自动获得左心房容积曲线。据此读取最大左心房容积(maximal left atrial volume, LAV_{max})、最小左心房容积(minimal left atrial volume, LAV_{min})及收缩前左心房容积(pre-systolic left atrial volume, LAV_{pre}),并获得左心房每搏输出量(left atrial stroke volume, LASV)和总射血分数(left atrial ejection fraction, LAEF),计算左心房主动射血分数(left atrial active ejection fraction, LAaEF)和被动排空分数(left atrial

passive ejection fraction, LApEF): $LAAEF = (LAV_{pre} - LAV_{min}) / LAV_{pre} \times 100\%$, $LApEF = (LAV_{max} - LAV_{pre}) / LAV_{max} \times 100\%$ 。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。先行正态性检验和方差齐性检验,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析,方差齐性时,组间两两比较采用 LSD 法;方差不齐时采用 Welch 校正,组间两两比较采用 Dunnett's T3 法。变量间相关性分析采用 Pearson 相关。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料及常规超声参数 3 组间年龄、BSA、LVEF 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。与对照组比较,NLAE 组和 LAE 组收缩压和舒张压均增高(P 均 < 0.05),但 NLAE 组和 LAE 组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。与对照组、NLAE 组相比,LAE 组 LAD、LAI、LVEDd、IVST、LVPWT、E/e' 增大,E/A 减小(P 均 < 0.05)。见表 1。

2.2 2D-STI 检测左心房应变率参数 3 组间左心房 mSRs、mSR_e 及 mSR_a 总体差异均有统计学意义(P 均 < 0.001)。NLAE 组和 LAE 组 mSRs、mSR_e 较对照组降低,且 LAE 组低于 NLAE 组(P 均 < 0.05);NLAE 组和 LAE 组 mSR_a 较对照组增高,且 LAE 组高于 NLAE 组(P 均 < 0.05);见表 2。

2.3 RT-3DE 检测左心房容积参数 3 组间左心房容积参数总体差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。与对照组比较,NLAE 组 LAAEF 增加,LApEF 降低(P 均 < 0.05);与对照组、NLAE 组比较,LAE 组 LAV_{max}、LAV_{pre}、LAV_{min}、LASV、LAAEF 增加,而 LAEF、LApEF 降低(P 均 < 0.05),见表 3。

2.4 2D-STI 参数与 RT-3DE 参数相关性分析 NLAE 组和 LAE 组中,mSRs 与 LAEF($r = 0.70, 0.77$)、mSR_e 与 LApEF($r = 0.80, 0.82$)、mSR_a 与 LAAEF($r = 0.87, 0.89$)呈明显正相关(P 均 < 0.01)。

3 讨论

在各种生理及病理状态下,左心房通过调节其存储、

表 1 3 组间一般情况及二维超声参数比较($\bar{x} \pm s, n = 35$)

组别	年龄(岁)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	BSA(m ²)	LAD(cm)	LAI(cm/m ²)
LAE 组	53.5 ± 4.6	146.03 ± 9.81*	92.23 ± 8.42*	1.66 ± 0.15	3.65 ± 0.34*#	2.10 ± 0.11*#
NLAE 组	50.6 ± 4.8	144.20 ± 8.03*	91.02 ± 9.17*	1.68 ± 0.16	3.20 ± 0.29	1.75 ± 0.12
对照组	50.2 ± 4.5	110.07 ± 10.12	72.11 ± 7.02	1.64 ± 0.17	3.04 ± 0.32	1.70 ± 0.15
F 值	2.461	163.704	65.442	1.109	34.770	101.803
P 值	0.095	0.001	0.003	0.321	<0.001	<0.001
组别	LVEDd(cm)	IVST(cm)	LVPWT(cm)	LVEF(%)	E/A	E/e'
LAE 组	4.79 ± 0.38*#	1.11 ± 0.14*#	1.10 ± 0.11*#	62.65 ± 3.98	0.67 ± 0.16*#	9.86 ± 1.10*#
NLAE 组	4.54 ± 0.33	0.95 ± 0.08	0.91 ± 0.08	63.35 ± 5.42	0.98 ± 0.23	7.86 ± 1.01
对照组	4.43 ± 0.32	0.90 ± 0.05	0.88 ± 0.07	62.09 ± 4.12	1.12 ± 0.16	7.23 ± 0.97
F 值	10.052	44.331	63.870	0.673	53.492	62.440
P 值	0.001	<0.001	<0.001	0.513	<0.001	<0.001

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$; #: 与 NLAE 组比较, $P < 0.05$



图 1 2D-STI 四腔心切面左心房应变率-时间曲线 A. 对照组,健康志愿者女,55 岁; B. NLAE 组,患者男,46 岁; C. LAE 组,患者男,58 岁 (BIS:房间隔基底段;MIS:房间隔中间段;Aps:房间隔心尖段;ApL:侧壁心尖段;MAL:侧壁中间段;BAL:侧壁基底段;心尖:左心房顶部)

表 2 3 组间左心房平均峰值应变率比较 ($\bar{x} \pm s, n=35$)

组别	mSRs	mSRe	mSRa
LAE 组	1.32±0.62*#	-1.09±0.23*#	-3.20±0.68*#
NLAE 组	1.85±0.58*	-1.77±0.66*	-2.88±0.51*
对照组	2.24±0.89	-2.34±0.76	-2.36±0.69
F 值	14.801	38.574	15.751
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

注：*：与对照组比较， $P<0.05$ ；#：与 NLAE 组比较， $P<0.05$

表 3 3 组间左心房容积比较 ($\bar{x} \pm s, n=35$)

组别	LAV _{max} (ml)	LAV _{min} (ml)	LAV _{pre} (ml)	LASV(ml)	LAEF(%)	LAaEF(%)	LApEF(%)
LAE 组	52.37±9.85*#	20.61±8.43*#	34.09±7.35*#	31.72±9.74*#	49.16±2.47*#	34.42±7.25*#	26.62±4.36*#
NLAE 组	35.87±6.85	15.61±4.43	23.01±5.75	19.37±5.96	50.21±3.14	28.92±6.68*	30.51±5.40*
对照组	34.17±7.68	15.38±4.39	20.48±6.13	19.22±5.87	51.01±4.03	25.75±6.07	33.84±5.48
F 值	52.290	8.343	44.141	32.780	4.934	15.080	17.531
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.009	<0.001	<0.001

注：*：与对照组比较， $P<0.05$ ；#：与 NLAE 组比较， $P<0.05$

管道及助力泵功能维持左心室充盈量和正常心输出量^[2]。高血压早期，左心房功能处于代偿状态，晚期左心房功能减退。同时，左心房功能变化也可间接反映左心室收缩与舒张功能^[3]，故早期发现 EH 患者左心房功能异常对于指导临床早期诊断、及时干预和减少并发症至关重要。RT-3DE 可获取左心房三维立体结构，成像无需依靠几何假设，亦不受左心房重构形变的影响，可精确评估左心房容积及变化^[4]。2D-STI 通过追踪图像上声学斑点的运动轨迹，检测心肌运动速率及应变率等参数，无角度依赖性，能较准确地评估心肌功能^[5]。近年来将 RT-3DE、2D-STI 技术用于左心房功能的研究结果均显示其具有较高的特异度和敏感度^[6-8]。

本研究中常规超声测得 LAE 组 LAD、LAI、LVEDd、IVST、LVPWT 及 E/e' 均高于对照组和 NLAE 组，E/A 低于对照组和 NLAE 组，且 3 组间 LVEF 无明显差异，与王鸿凤等^[9]研究结果相似，提示高血压患者左心室收缩功能虽正常，但已出现心肌肥厚及左心室舒张功能减低。RT-3DE 检测到 NLAE 组和 LAE 组 LApEF 均低于对照组，且 LAE 组低于 NLAE 组；而 NLAE 组和 LAE 组的 LAaEF 均高于对照组，且 LAE 组高于 NLAE 组，表明 EH 患者管道功能减低、助力泵功能增加，即使左心房构型尚未改变，其功能也已发生变化，并随着左心房重构，其功能变化更加明显，原因可能是高血压时左心室舒张功能障碍，随着左心室充盈压升高，左房室腔间压力差减低，左心房血液于舒张早期被动流入左心室受阻；而高血压状态下心肌细胞内 Ca^{2+} 超负荷是引起左心室舒张功能

障碍的生化机制^[10]。左心房扩大且其内残余血量增多时，根据 Frank-Starling 原理^[10]，在一定限度内前负荷增加将伴随收缩力增强，故左心房主动排空量增加以维持正常心输出量。同时，本研究中 NLAE 组 LAEF 与对照组相比无明显差异，与高血压患者血流动力学改变并不完全一致，但结合心肌应变率参数 mSRs 在 NLAE 组和 LAE 组均低于对照组，且 LAE 组更低的结果，可间接反映高血压患者左心房存储功能减低。因此，左心房容积变化结合心肌应变率等参数可更全面地分析评估其功能变化。

本研究结果还显示，与对照组相比，NLAE 组和 LAE 组 mSRs、mSRe 降低，而 mSRa 增高，提示高血压患者左心房功能在其重构前已有减低，且随左心房扩大以及疾病进展，其功能逐渐减低。相关研究^[11-12]也发现，高血压患者左心房应变率改变早于其结构变化。高血压时左心房后负荷增加，其内残存血量增多，同时伴随心肌肥厚，左心房壁心肌间质纤维合成增加，故导致心肌僵硬增加，左心房形变能力和顺应性逐渐减低，存储能力（即 mSRs）渐低。左心房管道功能（即 mSRe）降低更多反映了左心室舒张功能障碍，而助力泵功能（即 mSRa）增高可能是高血压患者左心房心肌初长度增加所致，与杨颖等^[13]的研究结果一致。本研究中 NLAE 组和 LAE 组的 LAEF 与 mSRs、LApEF 与 mSRe、LAaEF 与 mSRa 呈正相关，表明高血压患者左心房整体平均峰值应变率（mSRs、mSRe、mSRa）分别可较好地反映 LAEF、LApEF 及 LAaEF，提示左心房容积变化是影响心肌收缩和舒张功能的外在因素，而肌肉内部功能则是决定心肌收缩和舒张效

果的内在因素。

总之,RT-3DE 和 2D-STI 技术相结合,可从不同角度全面评估 EH 患者左心房功能,为临床提供有价值的参考。

[参考文献]

- [1] 徐芸,尹立雪,王胰,等. 超声血流向量成像技术评价原发性高血压患者左心房早期功能不全. 中国医学影像技术, 2018, 34(8): 1187-1191.
- [2] Yuda S, Muranaka A, Miura T. Clinical implications of left atrial function assessed by speckle tracking echocardiography. J Echocardiogr, 2016, 14(3):104-112.
- [3] Xu TY, Sun JP, Lee AP, et al. Left atrial function as assessed by speckle-tracking echocardiography in hypertension. Medicine (Baltimore), 2015, 94(6):e526.
- [4] LeBlanc N, Scollan K, Sisson D. Quantitative evaluation of left atrial volume and function by one-dimensional, two-dimensional and three-dimensional echocardiography in a population of normal dogs. J Vet Cardiol, 2016, 18(4):336-349.
- [5] 梅丹娥,陈金玲,冯闯丽,等. 二维应变参数评价扩张型心肌病患者左心室收缩同步性及其与心功能的关系. 中国医学影像技术, 2017, 33(9):1339-1343.
- [6] Atas H, Kepez A, Tigen K, et al. Evaluation of left atrial volume and function in systemic sclerosis patients using speckle tracking and real-time three-dimensional echocardiography. Anatol J Cardiol, 2016, 16(5):316-322.
- [7] 向覃言秋,孙阳,王志刚,等. 实时三维超声及斑点追踪技术评价非酒精性肝硬化患者左心房功能. 中国医学影像技术, 2018, 34(2):232-236.
- [8] 陈斌,周丽英,林东,等. 实时三维超声心动图和二维斑点追踪成像技术评价高血压病患者左心房功能. 福建医科大学学报, 2018, 52(1):24-28.
- [9] 王鸿凤,任敏,申凯凯,等. 应用血流向量成像评价不同构型高血压患者左心室舒张功能. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(11): 926-931.
- [10] 温朝辉,吴长君,温朝阳,等. 高血压心脏病左心房收缩功能的超声心动图评价. 中华高血压杂志, 2005, 13(2):75-79.
- [11] Tadic M, Cuspidi C, Ilic I, et al. The relationship between blood pressure variability, obesity and left atrial phasic function in hypertensive population. Int J Cardiovasc Imaging, 2016, 32(4):603-612.
- [12] 李雪,于慧俊,张荣健,等. 应变率成像技术评价原发性高血压飞行员左心房功能的早期改变. 中华医学超声杂志(电子版), 2014, 11(5):403-408.
- [13] 杨颖,吴国祥,张宝妮,等. 斑点追踪技术评价高血压患者左心房功能的早期改变. 中华超声影像学杂志, 2012, 21(8):661-664.

《CT 与 MRI 袖珍断层解剖图谱 第 1 卷:头颈部》(第 4 版) 已出版

由德国迪林根 Marienhaus Klinikum Saarlouis 托斯坦·B. 穆勒和埃米尔·赖夫主编,山东省千佛山医院集团无棣医院李新华教授主译,福建医科大学附属协和医院薛蕴菁教授主审,天津科技翻译出版有限公司出版的《CT 与 MRI 袖珍断层解剖图谱 第 1 卷:头颈部》(第 4 版)一书已于 2018 年 4 月出版,并在全国发行。本书为断层解剖图谱,包括头颈部断层解剖,还包括脑部血管造影术,每一层面都包括精确的断层解剖和对应的彩色插图,左边页面为 CT/MR 图像,右边页面为对应的彩色手绘解剖示意图。

《CT 与 MRI 袖珍断层解剖图谱 第 1 卷:头颈部》(第 4 版),32 开,平装,铜版纸全四色印刷,共 328 页,定价 98 元。

邮购地址:天津市南开区白堤路 244 号科贸大厦 B 座 6 楼

联系人:姜晓婷

电话:022-87892596

也可关注公众号“科翻图书出版”购买!

