

# 四维自动左房定量技术评估原发性高血压病患者左房功能的价值

徐明媛 欧艳梅 李丕宇 冷晓萍

**摘要** **目的** 探讨四维自动左房定量(4D AUTO LAQ)技术评估原发性高血压病(EH)患者左房功能的临床应用价值。**方法** 选取于我院就诊的 EH 患者 99 例,根据左室质量指数(LVMI)分为非左室壁肥厚组 53 例(NLVH 组)和左室壁肥厚组 46 例(LVH 组),另选血压正常的健康体检者 48 例为对照组。应用常规超声心动图检测各组左房内径(LADs)、左室舒张末期内径(LVDd)、左室收缩末期内径(LVDs)、舒张期左室后壁厚度(LVPWT)、舒张期室间隔厚度(IVS)、左室质量(LVM)、左室质量指数(LVMI)、左室射血分数(LVEF)、二尖瓣口舒张早期和晚期峰值流速(E、A)、二尖瓣环舒张早期运动速度峰值(e')、E/e',4D AUTO LAQ 技术检测左房容积和应变参数,包括左房最大容积(LAV<sub>max</sub>)、左房最小容积(LAV<sub>min</sub>)、左房收缩前容积(LAV<sub>preA</sub>)、左房容积指数(LAVI)、左房射血分数(LAEF)、左房储备期纵向应变(LASr)、左房导管期纵向应变(LAScd)、左房收缩期纵向应变(LASct)、左房储备期圆周应变(LASr-c)、左房导管期圆周应变(LAScd-c)、左房收缩期圆周应变(LASct-c),比较各组上述参数的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析左房应变参数评估 EH 患者左房功能改变的效能。**结果** 常规超声心动图检查结果显示,与对照组比较,NLVH 组 LVDd、IVS、LVPWT、LVM、LVMI、A、E/e' 均增大,e' 减小,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );LVH 组 LADs、LVDd、LVDs、IVS、LVPWT、LVM、LVMI、A、E/e' 均增大,LVEF、e' 均减小,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。与 NLVH 组比较,LVH 组 LADs、LVDd、IVS、LVPWT、LVM、LVMI 均增大,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。4D AUTO LAQ 检查结果显示,与对照组比较,NLVH 组 LAV<sub>max</sub>、LAV<sub>min</sub>、LAV<sub>preA</sub> 均增大,LASr、LAScd 均减小,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );LVH 组 LAV<sub>max</sub>、LAV<sub>min</sub>、LAV<sub>preA</sub> 均增大,LAEF、LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LASct-c 均减小,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。与 NLVH 组比较,LVH 组 LAV<sub>max</sub>、LAV<sub>min</sub>、LAV<sub>preA</sub> 均增大,LAEF、LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LASct-c 均减小,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析显示,LASr 评估 EH 患者左房功能改变的效能最佳,当截断值为 25.5% 时,敏感性 70.8%,特异性 90.9%,曲线下面积 0.862。**结论** EH 患者左房应变改变早于左室收缩功能改变;4D AUTO LAQ 技术是评估 EH 患者左房功能的有效方法,具有较好的临床应用价值。

**关键词** 四维自动定量技术;高血压病,原发性;心房功能,心室功能,左

[中图法分类号]R540.45;R322.1

[文献标识码]A

## Value of four-dimensional automated left atrial quantification technique in the assessment of left atrial function in patients with essential hypertension

XU Mingyuan, OU Yanmei, LI Piyu, LENG Xiaoping

Department of Ultrasound Medicine, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, China

**ABSTRACT** **Objective** To investigate the clinical application value of four-dimensional automated left atrial quantification (4D AUTO LAQ) technique in assessing left atrial function in patients with essential hypertension (EH). **Methods** Ninety-nine EH patients treated in our hospital were enrolled. According to the left ventricular mass index (LVMI), the patients were divided into non-left ventricular hypertrophy (NLVH) group ( $n=53$ ) and left ventricular hypertrophy (LVH) group ( $n=46$ ). Healthy subjects with normal blood pressure were enrolled as the control group ( $n=48$ ). Conventional echocardiography parameters including left atrial diameter (LADs), left ventricular end-diastolic and-systolic diameter (LVDd and LVDs), left ventricular

基金项目:国家自然科学基金项目(81971626);黑龙江省重点研发计划项目(GA21D007)

作者单位:150086 哈尔滨市,哈尔滨医科大学附属第二临床医院超声医学科

通讯作者:冷晓萍,Email:xpleng@ems.hrbmu.edu.cn

posterior wall thickness (LVPWT), interventricular septal thickness (IVS), left ventricular mass (LVM), left ventricular mass index (LVMI), left ventricular ejection fraction (LVEF), early diastolic transmitral inflow velocity (E), late diastolic transmitral inflow velocity (A), peak velocity of the transmitral annulus early diastole ( $e'$ ) and  $E/e'$  were measured. 4D AUTO LAQ technique was used to measure the volume and strain parameters of left atrial, including left atrial maximum volume (LAVmax), left atrial minimum volume (LAVmin), left atrial volume before A wave (LAVpreA), left atrial volume index (LAVI), left atrial ejection fraction (LAEF), left atrial reservoir phase longitudinal strain (LASr), left atrial ductal phase longitudinal strain (LAScd), left atrial systolic phase longitudinal strain (LASct), left atrial reservoir phase circumferential strain (LASr-c), left atrial ductal phase circumferential strain (LAScd-c) and left atrial systolic phase circumferential strain (LASct-c). The differences of the above parameters in each group were compared. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the efficacy of left atrial strain parameters in evaluating left atrial function changes in EH patients. **Results** The results of conventional echocardiography showed that, compared with the control group, LVDd, IVS, LVPWT, LVM, LVMI, A,  $E/e'$  in the NLVH group increased and  $e'$  decreased, the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). In the LVH group, LADs, LVDd, LVDs, IVS, LVPWT, LVM, LVMI, A and  $E/e'$  increased, while LVEF and  $E'$  decreased, the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). Compared with the NLVH group, the LADs, LVDd, IVS, LVPWT, LVM and LVMI in the LVH group increased, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). The results of 4D AUTO LAQ technique showed that, compared with the control group, LAVmax, LAVmin, LAVI and LAVpreA increased in the NLVH group and LVH group, while LASr and LAScd decreased, the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). In the LVH group, LAVmax, LAVmin, LAVI and LAVpreA increased, LAEF, LASr, LAScd, LASct, LASr-c and LASct-c decreased, the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that LASr had the best efficacy in evaluating left atrial function changes in EH patients when the cut-off value, sensitivity, specificity and area under the curve were 25.5%, 70.8%, 90.9%, 0.862, respectively. **Conclusion** Changes of left atrial strain in patients with EH are earlier than those of left ventricular systolic function. 4D AUTO LAQ technique can be used to evaluate the left atrial function changes in EH patients, and has good clinical application value.

**KEY WORDS** Four-dimensional automatic quantification technique; Hypertension, essential; Atrial function, ventricular function, left

高血压病是临床常见的慢性心血管疾病之一,其中原发性高血压病(essential hypertension, EH)占 90% 以上,其是引起其他心血管疾病及中风、残疾、死亡的主要危险因素之一<sup>[1]</sup>。既往对高血压性心脏病的研究主要集中在左室,研究<sup>[2]</sup>表明左房重塑发生在左室改变之前,因此,早期、有效地评估左房功能对 EH 的诊治尤为重要。左房是一个复杂的几何结构,包括左、右肺静脉开口及左心耳等,常规超声心动图测量心房大小、容积的准确性不高,三维斑点追踪技术对心内膜及心外膜的描记情况会影响分析结果。因此,临床需探索一种简单、可行、准确的测量手段评估左房功能。四维自动左房定量(four-dimensional automated left atrial quantification, 4D AUTO LAQ)技术是基于实时三维超声心动图的一种左房测量工具,其通过自动描记心内膜及心外膜对感兴趣区的心肌结构和功能进行量化评估,可以实时获取左房容积、不同时相心肌应变和左房射血分数(LAEF),且不受左房形态的影响,检测结果更加准确,尤其适用于评估无剪切力作用下左房纵向收缩的心肌形变,其代表了心肌纤维长度的直接变化,不受肺静脉的影响,可以准确评估心脏功能<sup>[3]</sup>。本研究应用 4D AUTO LAQ 技

术评估 EH 患者左房功能,旨在探讨其临床应用价值。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取 2020 年 9 月至 2021 年 9 月于我院就诊的 EH 患者 99 例,根据美国心脏病协会 2018 年关于诊断、评估和治疗顽固性高血压病的科学声明<sup>[4]</sup>,静坐 5 min 后至少 2 次测量收缩压  $\geq 140$  mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa) 和(或)舒张压  $\geq 90$  mm Hg 者诊断为高血压病。纳入标准:①符合高血压病诊断指标;②无传导异常的窦性心律;③年龄  $> 18$  岁;④左室射血分数 (LVEF)  $\geq 55\%$ 。排除标准:①因主动脉瓣狭窄、心肌病等其他原因导致的左室肥厚;②既往有心肌梗死、先天性心脏病、糖尿病及持续性心房颤动病史;③起搏器植入术后。99 例 EH 患者根据左室质量指数 (LVMI, 男性  $\text{LVMI} \geq 125 \text{ g/m}^2$ , 女性  $\text{LVMI} \geq 110 \text{ g/m}^2$  定义为左室肥厚) 分为非左室壁肥厚组 53 例 (NLVH 组) 和左室壁肥厚组 46 例 (LVH 组)。另选同期血压正常的健康体检者 48 例为对照组。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有研究对象均知情同意。

二、仪器与方法

1. 仪器:使用GE Vivid E 95 彩色多普勒超声诊断仪,二维M5S探头和四维4Vc探头,频率1.5~4.6 MHz;配备EchoPAC 203工作站。

2. 常规超声心动图检查:受检者取左侧卧位,同步连接心电图,平静呼吸状态下使用M5S探头,于胸骨旁左室长轴切面及心尖四腔、三腔、两腔心切面连续采集3个心动周期图像,根据美国超声心动图学会和欧洲心血管成像学会的建议<sup>[5]</sup>测量左房内径(LADs)、左室舒张末期内径(LVDd)、左室收缩末期内径(LVDs)、舒张期左室后壁厚度(LVPWT)、舒张期室间隔厚度(IVS)、左室质量(LVM)、LVMI、LVEF、二尖瓣环舒张早期运动峰值速度(e')、二尖瓣口舒张早期和晚期峰值流速(E、A)及E/e'。

3. 4D AUTO LAQ 检查:使用4Vc探头采集心尖四腔心切面3个心动周期的三维图像,清晰显示左室和左房壁,帧频>心率40%。进入四维模式时嘱受检者于呼气末屏气,获取四维实时动态图像,使用EchoPAC 203工作站后处理软件分析图像,测量左房最大容积(LAV<sub>max</sub>)、左房最小容积(LAV<sub>min</sub>)、左房收缩前容积(LAV<sub>preA</sub>)、左房容积指数(LAVI)、左房射血量(LAEV)、LAEF,以及左房应变参数,包括左房储备期纵向应变(LASr)、左房导管期纵向应变(LAScd)、左房收缩期纵向应变(LASct)、左房储备期圆周应变(LASr-c)、左房导管期圆周应变(LAScd-c)、左房收缩期圆周应变(LASct-c)。

以上操作均由同一具有7年以上超声心动图检查经验的医师完成;所有参数均重复测量3次,取平均值。

三、统计学处理

应用SPSS 25.0统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组比较采用单因素方差分析,两组比较采用 $t$ 检验;计数资料以例表示,组间比较行 $\chi^2$ 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析左房应变参数评估EH患者左房功能改变的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组一般资料比较

NLVH组和LVH组体表面积、服用抗高血压药物者占比、收缩压、舒张压均高于对照组(均 $P < 0.05$ )。各组性别、年龄、心率比较差异均无统计学意义。见表1。

二、各组常规超声心动图参数比较

除LVEF和E外,各组常规超声心动图参数比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。与对照组比较,NLVH组LVDd、IVS、LVPWT、LVM、LVMI、A、E/e'均增大,e'减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ );LVH组LADs、LVDd、LVDs、IVS、LVPWT、LVM、LVMI、A、E/e'均增大,LVEF、e'均减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。与NLVH组比较,LVH组LADs、LVDd、IVS、LVPWT、LVM、LVMI均增大,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。见表2。

三、各组4D AUTO LAQ 参数比较

表1 各组一般资料比较

| 组别           | 男/女(例) | 年龄(岁)       | 心率(次/min)   | 体表面积(m <sup>2</sup> )  | 服用抗高血压药物者(例)     | 收缩压(mm Hg)                | 舒张压(mm Hg)                 |
|--------------|--------|-------------|-------------|------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|
| NLVH组(53)    | 26/27  | 54.06±9.56  | 74.81±9.94  | 1.86±0.19 <sup>△</sup> | 33 <sup>△</sup>  | 148.19±11.34 <sup>△</sup> | 91.53±9.89 <sup>△</sup>    |
| LVH组(46)     | 25/21  | 53.26±11.36 | 71.78±11.82 | 1.88±0.22 <sup>△</sup> | 37 <sup>△#</sup> | 149.67±11.45 <sup>△</sup> | 102.80±10.95 <sup>△#</sup> |
| 对照组(48)      | 23/25  | 50.58±8.40  | 74.00±11.03 | 1.76±0.18              | 0                | 123.63±10.01              | 82.63±8.00                 |
| $F/\chi^2$ 值 | 0.443  | 1.696       | 0.997       | 5.087                  | 68.053           | 86.061                    | 51.223                     |
| $P$ 值        | 0.351  | 0.187       | 0.371       | 0.007                  | <0.001           | <0.001                    | <0.001                     |

与对照组比较,<sup>△</sup> $P < 0.05$ ;与NLVH组比较,<sup>#</sup> $P < 0.05$ 。1 mm Hg=0.133 kPa

表2 各组常规超声心动图参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别    | LADs(mm)                 | LVDd(mm)                 | LVDs(mm)                | IVS(mm)                  | LVPWT(mm)                | LVM(g)                     | LVMI(ml/m <sup>2</sup> )   | LVEF(%)    | E(cm/s)     | A(cm/s)                  | e'                     | E/e'                   |
|-------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|-------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| NLVH组 | 32.02±3.62               | 45.56±4.19 <sup>△</sup>  | 28.15±5.18              | 10.29±1.02 <sup>△</sup>  | 10.05±0.95 <sup>△</sup>  | 162.17±35.93 <sup>△</sup>  | 87.25±16.17 <sup>△</sup>   | 65.28±4.17 | 72.26±15.11 | 87.43±19.37 <sup>△</sup> | 8.58±1.98 <sup>△</sup> | 8.80±2.56 <sup>△</sup> |
| LVH组  | 37.76±3.59 <sup>△#</sup> | 47.41±4.94 <sup>△#</sup> | 29.94±5.53 <sup>△</sup> | 12.45±1.28 <sup>△#</sup> | 11.71±1.44 <sup>△#</sup> | 215.34±47.94 <sup>△#</sup> | 115.55±28.50 <sup>△#</sup> | 64.18±5.59 | 74.61±17.05 | 82.33±19.58 <sup>△</sup> | 8.07±2.03 <sup>△</sup> | 9.69±3.21 <sup>△</sup> |
| 对照组   | 31.23±3.82               | 43.38±4.44               | 26.88±3.78              | 9.41±1.84                | 9.34±1.21                | 136.32±34.69               | 77.42±17.76                | 66.29±4.23 | 77.85±19.73 | 71.27±19.86              | 11.98±3.13             | 6.75±1.89              |
| $F$ 值 | 40.295                   | 9.376                    | 4.635                   | 57.800                   | 47.714                   | 47.762                     | 40.430                     | 2.065      | 1.316       | 8.843                    | 36.862                 | 15.946                 |
| $P$ 值 | <0.001                   | <0.001                   | 0.011                   | <0.001                   | <0.001                   | <0.001                     | <0.001                     | 0.125      | 0.334       | <0.001                   | <0.001                 | <0.001                 |

与对照组比较,<sup>△</sup> $P < 0.05$ ;与NLVH组比较,<sup>#</sup> $P < 0.05$ 。LADs:左房内径;LVDd:左室舒张末期内径;LVDs:左室收缩末期内径;IVS:室间隔厚度;LVPWT:左室后壁厚度;LVM:左室质量;LVMI:左室质量指数;LVEF:左室射血分数;E:二尖瓣口舒张早期峰值流速;A:二尖瓣口舒张晚期峰值流速;e':二尖瓣环舒张早期运动峰值速度

除 LAEF、LAScd-c 外, 各组 4D AUTO LAQ 参数比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。与对照组比较, NLVH 组 LAVmax、LAVmin、LAVpreA 均增大, LASr、LAScd 均减小, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); LVH 组 LAVmax、LAVmin、LAVI、LAVpreA 均增大, LAEF、LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LASct-c 均减小, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。与 NLVH 组比较, LVH 组

LAVmax、LAVmin、LAVpreA 均增大, LAEF、LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LASct-c 均减小, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 3 和图 1。

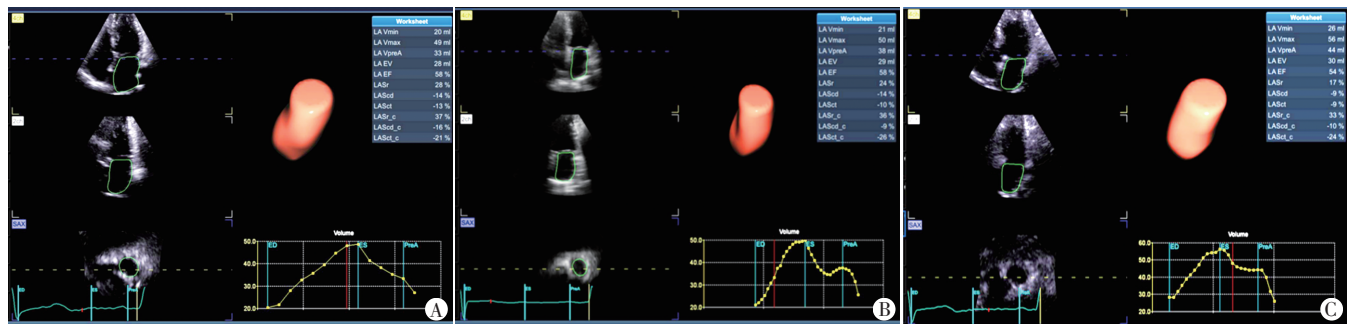
#### 四、ROC 曲线分析

左房应变参数中 LASr 评估 EH 患者左房功能改变的效能最佳, 当截断值为 25.5% 时, 敏感性 70.8%, 特异性 90.9%, 曲线下面积 0.862。见图 2 和表 4。

表 3 各组 4D AUTO LAQ 参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别     | LAVmax (ml)               | LAVI (ml/m <sup>2</sup> ) | LAVmin (ml)              | LAVpreA (ml)              | LAEF (%)                  | LAEV (ml)  | LASr (%)                 | LAScd (%)                | LASct (%)                | LASr-c (%)                | LAScd-c (%) | LASct-c (%)                |
|--------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------|----------------------------|
| NLVH 组 | 47.51±11.20 <sup>△</sup>  | 25.82±6.69                | 20.06±5.03 <sup>△</sup>  | 35.57±8.92 <sup>△</sup>   | 57.00±8.40                | 27.58±8.94 | 22.57±3.30 <sup>△</sup>  | -11.04±4.34 <sup>△</sup> | -11.50±4.14              | 34.91±12.10               | -12.62±7.64 | -22.26±11.31               |
| LVH 组  | 52.37±13.10 <sup>△#</sup> | 28.22±7.72 <sup>△</sup>   | 25.39±9.27 <sup>△#</sup> | 39.70±10.89 <sup>△#</sup> | 52.00±11.00 <sup>△#</sup> | 27.33±8.39 | 18.80±4.90 <sup>△#</sup> | -9.80±4.43 <sup>△#</sup> | -9.04±5.03 <sup>△#</sup> | 29.13±13.73 <sup>△#</sup> | -12.61±9.57 | -16.37±12.08 <sup>△#</sup> |
| 对照组    | 40.52±11.87               | 23.06±6.54                | 15.92±4.26               | 27.79±8.07                | 60.00±5.40                | 24.58±8.48 | 27.31±4.86               | -14.98±7.21              | -12.40±5.47              | 36.25±10.62               | -15.31±9.96 | -20.90±9.67                |
| F 值    | 11.546                    | 6.437                     | 25.263                   | 19.859                    | 10.143                    | 1.816      | 44.681                   | 11.642                   | 5.979                    | 4.530                     | 1.432       | 3.746                      |
| P 值    | <0.001                    | 0.002                     | <0.001                   | <0.001                    | <0.001                    | 0.166      | <0.001                   | <0.001                   | 0.003                    | 0.012                     | 0.242       | 0.026                      |

与对照组比较, <sup>△</sup> $P < 0.05$ ; 与 NLVH 组比较, <sup>#</sup> $P < 0.05$ 。LAVmax: 左房最大容积; LAVI: 左房容积指数; LAVmin: 左房最小容积; LAVpreA: 左房收缩前容积; LAEF: 左房射血分数; LAEV: 左房射血量; LASr: 左房储备期纵向应变; LAScd: 左房导管期纵向应变; LASct: 左房收缩期纵向应变; LASr-c: 左房储备期圆周应变; LAScd-c: 左房导管期圆周应变; LASct-c: 左房收缩期圆周应变



A: 对照组(男, 56 岁), LASr 为 28%; B: NLVH 组(女, 56 岁), LASr 为 24%; C: LVH 组(女, 56 岁), LASr 为 17%

图 1 各组 4D AUTO LAQ 检查图

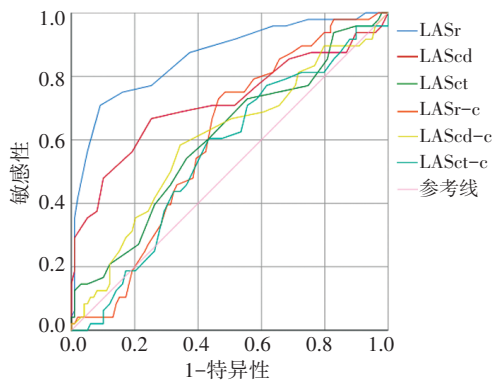


图 2 左房应变参数评估 EH 患者左房功能改变的 ROC 曲线图

#### 讨 论

高血压病患者普遍存在左房结构和功能受损, 且与多种并发症如房性心律失常、卒中、心力衰竭等有关。左房对血压升高的适应性改变是早期左房重塑的原因, 因其壁薄、心肌纤维较短, 对压力和容量负荷均不耐受, 故其形态的异常改变常发生在高血压左室

表 4 左房应变参数评估 EH 患者左房功能改变的 ROC 曲线分析

| 参数      | 敏感性 (%) | 特异性 (%) | 曲线下面积(95% 可信区间)    | 截断值 (%) | P 值    |
|---------|---------|---------|--------------------|---------|--------|
| LASr    | 70.8    | 90.9    | 0.862(0.795~0.929) | 25.5    | <0.001 |
| LAScd   | 74.7    | 66.7    | 0.718(0.619~0.816) | -13.5   | <0.001 |
| LASct   | 63.6    | 54.2    | 0.601(0.502~0.700) | -11.5   | 0.047  |
| LASr-c  | 75.0    | 51.5    | 0.601(0.509~0.693) | 30.5    | 0.048  |
| LAScd-c | 65.7    | 58.3    | 0.597(0.497~0.697) | -13.5   | 0.057  |
| LASct-c | 38.4    | 77.1    | 0.557(0.461~0.654) | -14.5   | 0.260  |

肥厚或重构之前<sup>[6]</sup>。左房功能包括 3 个阶段: 收缩期作为储液器, 舒张早期作为导管, 舒张晚期作为增压泵。左房储器功能代表左房松弛性和顺应性, 由左室收缩功能通过左室基底段下降来调节<sup>[7]</sup>; 左房导管功能依赖于左室舒张功能; 而左房增压泵功能基于左房收缩力和左室舒张末期顺应性及压力<sup>[8]</sup>。斑点追踪技术是最常用的评估左房应变的方法, 该技术需手动描记心内膜和心外膜, 描记不准确时会影响分析结果<sup>[9]</sup>。4D AUTO LAQ 技术是在斑点追踪技术和实时三维成



像基础上发展起来的新技术,可以自动描记心内膜,准确评估高血压病患者左房容积和应变。本研究应用 4D AUTO LAQ 技术评估 EH 患者左房功能,旨在探讨其临床应用价值。

本研究结果显示,与对照组比较,NLVH 组 LAVmax、LAVmin、LAVpreA 均增大(均  $P<0.05$ ),LADs 比较差异无统计学意义,表明左房容积较左房内径更早发生变化,可以早期评估左房形态改变。由于左房结构存在不对称性,且左房增大主要发生于单一方向,因此仅使用 LADs 作为评估左房扩大的参数不够准确。Cuspidi 等<sup>[10]</sup>研究也建议将左房容积作为监测舒张压和预测心血管疾病预后的参数。与对照组比较,LVH 组 LAVI 增大( $P<0.05$ ),随着左室壁增厚,LAVI 进一步增大。研究<sup>[11]</sup>表明,在正常窦性心律患者中,LAVI 预测 3.5 年内主要不良心血管事件的发生优于四腔心切面测得的左房面积和 M 型超声心动图测得的左房大小,具有较好的临床价值。

4D AUTO LAQ 技术较常规超声心动图能更好地评估左房大小。本研究结果显示,与对照组比较,NLVH 组 LASr、LAScd 和 LVH 组 LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LASct-c、LVEF 均减小,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),说明在左室收缩功能未发生改变前,左房储器和导管功能均已减低,且随着高血压病的进展,左房功能进一步减低。Cameli 等<sup>[12]</sup>研究也表明即使在未发生左室重塑和收缩功能障碍的情况下,高血压病患者的左房应变也发生了改变。根据 Frank-Starling 定律,高血压病患者左房后负荷增加,导致左房导管功能下降,舒张早期流入左室的血流量下降,使舒张晚期残留在左房的血流量增多,为了维持左室血液充盈量,左房通过增加自身的收缩力来补充左室的血液充盈量<sup>[13]</sup>。但本研究结果显示左房增压泵功能减低,与对照组比较,LVH 组 LASct、LASct-c 均减小,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),可能与本研究患者血压程度有关。本研究还发现与 NLVH 组比较,LVH 组 LASr 显著减小,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),说明随着高血压心脏损害程度的加重,左房储器功能进一步减低。Miyoshi 等<sup>[14]</sup>研究表明,高血压病患者左房应变的减低早于左房增大或其他结构改变,在亚临床高血压或轻度左室舒张功能不全时,左房功能障碍首先表现为左房舒张时的储器功能受损。

本研究 ROC 曲线分析显示,LASr 评估 EH 患者左房功能改变的曲线下面积为 0.862,高于其他左房应变参数,说明 LASr 评估 EH 患者左房功能改变的效能最佳,可作为一项敏感指标反映左房心肌早期功能的变化。

综上所述,4D AUTO LAQ 技术是定量评估 EH 患

者左房功能的有效方法。但本研究未考虑抗高血压药物对研究结果的影响,未对服用药物的患者进行分类,后续研究将针对上述不足进一步分析。

## 参考文献

- [1] Iyer TK, Hirsch H. Clinical impact of 2020 American Heart Association statement on menopause and cardiovascular disease risk [J]. *Cleve Clin J Med*, 2022, 89(1): 13-17.
- [2] Ta HT, Alsaied T, Steele JM, et al. Atrial function and its role in the non-invasive evaluation of diastolic function in congenital heart disease [J]. *Pediatr Cardiol*, 2020, 41(4): 654-668.
- [3] Ran H, Schneider M, Wan LL, et al. Four-dimensional volume-strain expression in asymptomatic primary hypertension patients presenting with subclinical left atrium-ventricle dysfunction [J]. *Cardiology*, 2020, 145(9): 578-588.
- [4] Carey RM, Calhoun DA, Bakris GL, et al. Resistant hypertension: detection, evaluation, and management: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Hypertension*, 2018, 72(5): e53-e90.
- [5] Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method [J]. *Circulation*, 1977, 55(4): 613-618.
- [6] Maresca AM, Guasti L, Bozzini S, et al. sRAGE and early signs of cardiac target organ damage in mild hypertensives [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1): 17.
- [7] Kobayashi Y, Moneghetti KJ, Bouajila S, et al. Time based versus strain based myocardial performance indices in hypertrophic cardiomyopathy, the merging role of left atrial strain [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(3): 334-342.
- [8] Carluccio E, Biagioli P, Mengoni A, et al. Left atrial reservoir function and outcome in heart failure with reduced ejection fraction [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2018, 11(11): e007696.
- [9] 古今, 王冬, 丁伦碧, 等. 斑点追踪技术评估化疗相关心脏毒性的应用进展 [J]. *临床超声医学杂志*, 2022, 24(4): 301-303.
- [10] Cuspidi C, Tadic M, Gherbesi E, et al. Targeting subclinical organ damage in obstructive sleep apnea: a narrative review [J]. *J Hum Hypertens*, 2021, 35(1): 26-36.
- [11] Gounoue AC, Tamdja AD, Choukem SP, et al. Echocardiographic left atrial remodelling and determinants of left atrial size in the early phase of high blood pressure: a comparative cross-sectional study in Douala, Cameroon [J]. *Cardiovasc J Afr*, 2020, 31(1): 40-46.
- [12] Cameli M, Ciccone MM, Maiello M, et al. Speckle tracking analysis: a new tool for left atrial function analysis in systemic hypertension: an overview [J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2016, 17(5): 339-343.
- [13] Thomas L, Marwick TH, Popescu BA, et al. Left atrial structure and function, and left ventricular diastolic dysfunction: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(15): 1961-1977.
- [14] Miyoshi H, Oishi Y, Mizuguchi Y, et al. Effect of an increase in left ventricular pressure overload on left atrial-left ventricular coupling in patients with hypertension: a two-dimensional speckle tracking echocardiographic study [J]. *Echocardiography*, 2013, 30(6): 658-666.

(收稿日期: 2022-04-06)