

组织运动二尖瓣环位移自动追踪技术评估冠心病患者左房功能的临床价值

张玉佩 彭永权 王文渊 彭雪莲 杨小燕 李文兰 夏纪筑

摘要 **目的** 探讨组织运动二尖瓣环位移自动追踪(TMAD)技术在评估不同病变程度冠心病患者左房功能中的临床价值。**方法** 选取我院疑诊为冠心病患者88例,根据Gensini评分将其分为对照组30例(Gensini评分0分)、轻度病变组30例(Gensini评分<25分)及中重度病变组28例(Gensini评分≥25分)。应用双平面Simpson法获取各组左房总射血分数(LATEF)、被动射血分数(LAPEF)和主动射血分数(LAAEF),TMAD技术获取左房充盈期位移(TMAD-D)、被动射血期位移(TMAD-P)和左房收缩期位移(TMAD-S),比较各组上述参数的差异;分析冠状动脉病变患者TMAD-D与LATEF、TMAD-P与LAPEF、TMAD-S与LAAEF、TMAD参数与Gensini评分的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析TMAD参数对中重度冠状动脉病变的诊断效能。**结果** 与对照组比较,轻度病变组LATEF、LAPEF、TMAD-D、TMAD-P均减小,中重度病变组LATEF、LAPEF、LAAEF、TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S均减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);与轻度病变组比较,中重度病变组LATEF、LAPEF、LAAEF、TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S均减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。相关性分析显示,冠状动脉病变患者TMAD-D与LATEF、TMAD-P与LAPEF、TMAD-S与LAAEF均呈正相关($r=0.856、0.847、0.774$,均 $P<0.001$),TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S与Gensini评分均呈负相关($r=-0.765、-0.551、-0.531$,均 $P<0.001$)。ROC曲线分析显示,TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S诊断中重度冠状动脉病变的曲线下面积分别为0.951、0.841、0.835。**结论** TMAD技术能准确评估不同病变程度冠心病患者左房功能,可为临床提供参考依据。

关键词 超声心动描记术;组织运动二尖瓣环位移;冠状动脉疾病;心房功能,左
[中图分类号]R540.45;R541.4 [文献标识码]A

Clinical value of tissue automated motion tracking of mitral annular displacement in evaluating left atrial function in coronary heart disease patients

ZHANG Yupei, PENG Yongquan, WANG Wenyan, PENG Xuelian, YANG Xiaoyan, LI Wenlan, XIA Jizhu
Department of Ultrasound Medicine, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Sichuan 646000, China

ABSTRACT Objective To explore the clinical value of tissue automated motion tracking of mitral annular displacement(TMAD) in evaluating left atrial function in coronary heart disease patients with different levels of coronary artery lesions.**Methods** According to Gensini score, a total of 88 patients with suspected coronary heart disease in our hospital were divided into control group (Gensini score=0, 30 cases), mild lesion group (Gensini score<25, 30 cases) and moderate to severe lesion group (Gensini score≥25, 28 cases). Left atrial total ejection fraction (LATEF), left atrial passive ejection fraction (LAPEF) and left atrial active ejection fraction (LAAEF) were obtained by biplane Simpson method. Left atrial filling period displacement(TMAD-D), left atrial passive ejection period displacement(TMAD-P) and left atrial systolic period displacement(TMAD-S) were obtained by TMAD. The differences of the above parameters among the three groups were compared. The correlation between TMAD-D and LATEF, TMAD-P and LAPEF, TMAD-S and LAAEF, TMAD parameters and Gensini score

in patients with coronary artery disease were analyzed. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the efficacy of TMAD parameters in diagnosing moderate to severe coronary artery disease. **Results** Compared with the control group, LATEF, LAPEF, TMAD-D and TMAD-P in the mild lesion group were decreased (all $P < 0.05$), and LATEF, LAPEF, LAAEF, TMAD-D, TMAD-P and TMAD-S in the moderate to severe lesion group were decreased (all $P < 0.05$). Compared with the mild lesion group, LATEF, LAPEF, LAAEF, TMAD-D, TMAD-P and TMAD-S in the moderate to severe lesion group were decreased (all $P < 0.05$). Correlation analysis showed that there were positive correlations between TMAD-D and LATEF, TMAD-P and LAPEF, TMAD-S and LAAEF in patients with coronary artery disease ($r = 0.856, 0.847, 0.774$, all $P < 0.001$). TMAD-D, TMAD-P and TMAD-S were negatively correlated with Gensini score ($r = -0.765, -0.551, -0.531$, all $P < 0.001$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of TMAD-D, TMAD-P and TMAD-S in the diagnosis of moderate to severe coronary artery disease were 0.951, 0.841 and 0.835, respectively. **Conclusion** TMAD can accurately evaluate left atrial function in coronary heart disease patients with different levels of coronary artery lesions, and can provide a reference.

KEY WORDS Echocardiography; Tissue mitral annular displacement; Coronary artery disease; Atrial function, left

冠心病 (coronary heart disease, CHD) 对人类生命健康具有极大威胁^[1]。既往研究^[2-3]多关注冠心病患者左室功能, 对左房的研究相对较少。大量研究^[4-6]表明左房功能不仅与疾病的预后密切相关, 还可对心血管事件进行风险预测。双平面 Simpson 法、斑点追踪技术、实时三维超声心动图均可用于左房功能的评价, 但双平面 Simpson 法和斑点追踪技术对图像质量要求高且操作复杂, 易受左房几何形状不规则、左心耳及肺静脉的干扰^[5-6]; 实时三维超声心动图虽可以克服几何假设的影响, 但仍高度依赖图像质量^[7-8], 因此在临床工作中应用受限。研究^[9]表明基于斑点追踪发展而来的组织运动二尖瓣环位移自动追踪 (tissue automated motion tracking of mitral annular displacement, TMAD) 技术可以通过追踪二尖瓣环相对于左房顶的移动来评估左房时相功能, 具有对图像质量要求低、操作简便、快捷等优势。本研究旨在探讨 TMAD 技术在评估不同病变程度冠心病患者左房功能中的临床价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2021 年 12 月至 2022 年 7 月我院临床诊断为冠心病的患者 88 例, 根据冠状动脉造影结果计算每例患者的冠状动脉 Gensini 评分^[10], 并依据 Gensini 评分分为对照组 (Gensini 评分 0 分)、轻度病变组 (Gensini 评分 < 25 分) 和中重度病变组 (Gensini 评分 ≥ 25 分)。对照组共 30 例, 其中男 17 例, 女 13 例, 年龄 43~76 岁, 平均 (57.63 ± 8.38) 岁; 轻度病变组共 30 例, 其中男 14 例, 女 16 例, 年龄 43~80 岁, 平均 (60.33 ± 9.21) 岁; 中重度病变组共 28 例, 其中男 21 例, 女 7 例, 年龄 44~76 岁,

平均 (62.32 ± 8.94) 岁。纳入标准: 均接受冠状动脉造影和超声心动图检查, 且冠状动脉造影前经胸超声心动图检查未见明显异常, 左室射血分数 (LVEF) $> 50\%$ 。排除标准: ①既往有心肌梗死、冠状动脉支架植入或冠状动脉搭桥治疗史; ②瓣膜置换或瓣环严重钙化; ③心脏瓣膜病、心肌病、先天性心脏病、严重心律失常、肝肾功能不全等; ④图像质量差, 不能进行后处理分析。本研究经我院医学伦理委员会批准, 所有受检者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 仪器: 使用 Philips EPIQ 7C 彩色多普勒超声诊断仪, X5-1 探头, 频率 1.0~5.0 MHz; 配备 Qlab 10.8 图像分析软件。

2. 常规超声心动图参数检测: 受检者均取左侧卧位, 同步连接心电图, 于胸骨旁左室长轴切面获取左房前后径 (LAD)、左室舒张末期内径 (LVEDd), 于心尖四腔心切面获取二尖瓣口舒张早期峰值流速 (E)、二尖瓣环间隔和侧壁舒张早期峰值运动速度平均值 (e), 计算 E/e, 使用双平面 Simpson 法测量左室舒张末期容积 (LVEDV) 和 LVEF。采集并存储心尖四腔心、两腔心切面至少 3 个连续心动周期的动态图像, 以备后期分析。所有参数均重复测量 3 次, 取平均值。

3. 左房容积及时相功能参数检测: 使用双平面 Simpson 法, 参照心电图并用体表面积进行标化, 分别获取 T 波终点的左房最大容积指数 (LAVImax)、P 波起点的左房收缩前容积指数 (LAVIpre) 和 R 波顶点的左房最小容积指数 (LAVImin)。计算左房总射血分数 [LATEF, $LATEF = (LAVImax - LAVImin) / LAVImax \times 100\%$]、左房被动射血分数 [LAPEF, $LAPEF = (LAVImax - LAVIpre) / LAVImax \times 100\%$]、左房主动射血分数

[LAAEF, LAAEF=(LAVIpre-LAVImin)/LAVIpre×100%], 分别代表左房储器功能、通道功能和泵功能。

4. 左房 TMAD 参数检测: 打开 Qlab 10.8 图像分析软件, 启动 TMAD 技术, 分别于二尖瓣环间隔及侧壁、前壁及下壁放置瓣环固定点, 于左房顶部放置“心尖”固定点, 获得 4 条时间-位移曲线。测量 4 条曲线的最大负向位移(D)及左房收缩期的正向位移(S), 分别取 4 条曲线 D、S 的平均值计算左房充盈期位移(TMAD-D)和左房收缩期位移(TMAD-S), 分别代表左房储器功能和泵功能; 计算 TMAD-D 与 TMAD-S 差值即为左房被动射血期位移(TMAD-P), 代表左房通道功能。

5. 重复性检验: 从所有受检者中随机选取 15 例, 由同一医师间隔 2 周及另一医师使用相同方法检测 TMAD-D, 分别用于观察者内和观察者间的重复性检验。

三、统计学处理

应用 SPSS 25.0 统计软件, 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; 计数资料以频数或率表示, 组间比较采用 χ^2 检验。应用 Pearson 和 Spearman 相关分析法分析冠状动脉病变患者 TMAD-D 与 LATEF、TMAD-P 与 LAPEF、TMAD-S 与 LAAEF、TMAD 参数与 Gensini 评分的相关性。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析 TMAD 参数对中重度冠状动脉病变的诊断效能。采用 Bland-Altman 法分析和组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评价观察者内和观察者间的重复性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组一般资料比较

各组年龄、性别、体质量指数、体表面积、心率、吸烟史、饮酒史, 以及高血压、糖尿病、高脂血症病史比较差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 各组一般资料比较

| 组别 | 年龄(岁) | 男/女(例) | 体质量指数(kg/m ²) | 体表面积(m ²) | 心率(次/min) | 高血压(例) | 糖尿病(例) | 高脂血症(例) | 吸烟史(例) | 饮酒史(例) |
|---------------------------|------------|--------|---------------------------|-----------------------|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 对照组(30) | 57.63±8.38 | 17/13 | 24.79±3.06 | 1.67±0.18 | 75.33±11.58 | 15 | 2 | 8 | 5 | 3 |
| 轻度病变组(30) | 60.33±9.21 | 14/16 | 23.83±2.93 | 1.61±0.17 | 75.00±11.76 | 20 | 5 | 13 | 9 | 6 |
| 中重度病变组(28) | 62.32±8.94 | 21/7 | 23.89±3.68 | 1.67±0.17 | 74.25±8.78 | 22 | 7 | 8 | 12 | 10 |
| <i>F</i> χ ² 值 | 2.057 | 4.920 | 0.824 | 1.423 | 0.075 | 5.253 | 3.636 | 2.243 | 4.777 | 5.725 |
| <i>P</i> 值 | 0.134 | 0.085 | 0.442 | 0.247 | 0.927 | 0.072 | 0.154 | 0.326 | 0.092 | 0.057 |

二、各组常规超声心动图参数比较

与对照组比较, 轻度病变组 LAD、E/e 均增大, e 减小, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); LVEDd、LVEDV 及 LVEF 比较差异均无统计学意义。中重度病变组 LAD、LVEDd、E/e、LVEDV 均较对照组增大, e、LVEF 均减小, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 中重度病变组 LAD、LVEDd、LVEDV 均较轻度病变组增大, e、LVEF 均减小, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 两组 E/e 比较差异无统计学意义。见表 2。

三、各组左房容积及时相功能参数比较

与对照组比较, 轻度病变组 LAVImax、LAVIpre、LAVImin 均增大, LATEF、LAPEF、TMAD-D、TMAD-P 均减小, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 两组 LAAEF、TMAD-S 比较差异均无统计学意义。与对照组和轻度病变组比较, 中重度病变组 LAVImax、LAVIpre、LAVImin 均增大, LATEF、LAPEF、LAAEF、TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S 均减小, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 3 和图 1~3。

表 2 各组常规超声心动图参数比较($\bar{x} \pm s$)

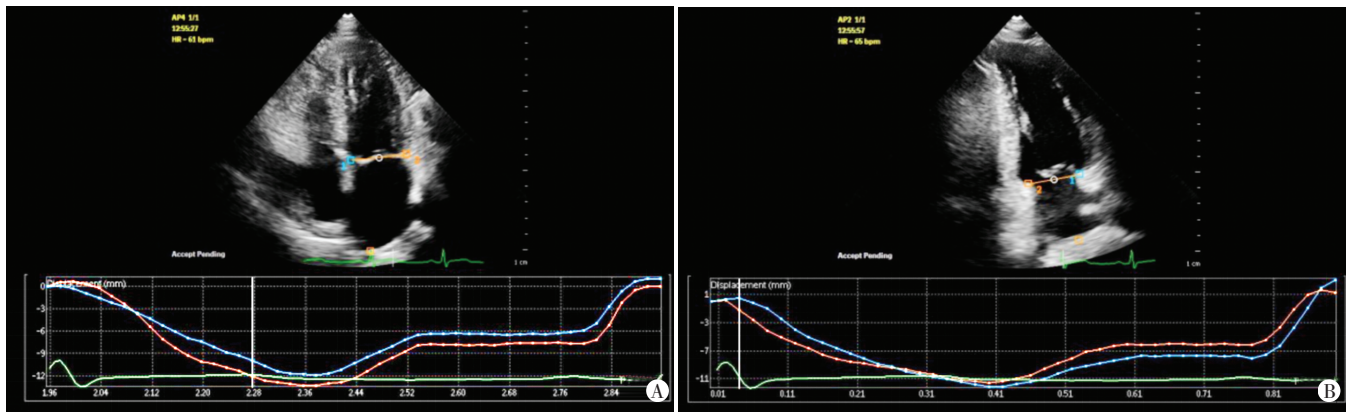
| 组别 | LAD(mm) | LVEDd(mm) | e(cm/s) | E/e | LVEDV(ml) | LVEF(%) |
|------------|--------------|--------------|-------------|------------|---------------|--------------|
| 对照组 | 28.57±2.67 | 43.70±3.15 | 9.26±1.09 | 7.95±1.34 | 87.15±15.26 | 66.59±3.52 |
| 轻度病变组 | 30.67±2.70* | 44.07±3.34 | 7.94±1.48* | 9.12±1.98* | 88.45±15.14 | 66.47±2.65 |
| 中重度病变组 | 32.68±4.01** | 46.79±4.17** | 7.07±1.14** | 9.94±2.78* | 98.60±21.15** | 63.86±4.12** |
| <i>F</i> 值 | 12.226 | 6.403 | 22.616 | 7.562 | 3.754 | 4.619 |
| <i>P</i> 值 | <0.001 | 0.003 | <0.001 | 0.001 | 0.027 | 0.014 |

与对照组比较, * $P < 0.05$; 与轻度病变组比较, ** $P < 0.05$ 。LAD: 左房前后径; LVEDd: 左室舒张末期内径; e: 二尖瓣环间隔和侧壁舒张早期峰值运动速度平均值; E: 二尖瓣口舒张早期峰值流速; LVEDV: 左室舒张末期容积; LVEF: 左室射血分数

表3 各组左房容积及时相功能参数比较($\bar{x}\pm s$)

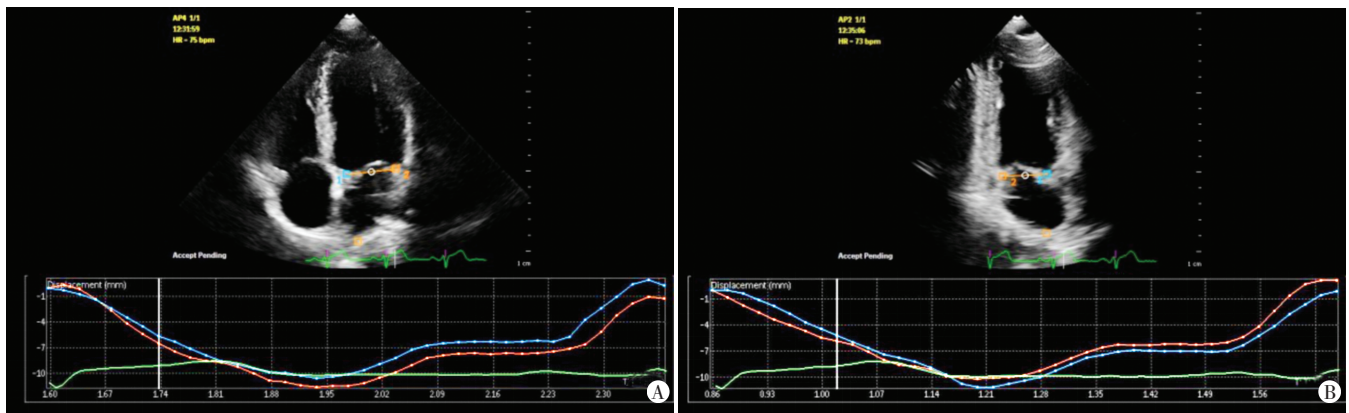
| 组别 | LAVImax (ml/m ²) | LAVIpre (ml/m ²) | LAVImin (ml/m ²) | LATEF (%) | LAPEF (%) | LAAEF (%) | TMAD-D (mm) | TMAD-S (mm) | TMAD-P (mm) |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 对照组 | 23.51±3.71 | 16.04±2.36 | 8.28±1.41 | 64.80±2.03 | 31.55±3.55 | 48.53±2.55 | 12.16±0.72 | 6.78±0.61 | 5.37±0.76 |
| 轻度病变组 | 29.17±3.78* | 21.50±3.00* | 11.19±1.56* | 61.50±4.03* | 26.19±5.45* | 47.69±5.43 | 11.05±0.90* | 6.68±0.87 | 4.37±0.74* |
| 中重度病变组 | 32.81±5.76*# | 25.69±5.38*# | 15.02±3.19*# | 54.36±3.99*# | 22.04±4.93*# | 41.38±4.75*# | 9.35±0.89*# | 5.75±0.72*# | 3.61±0.90*# |
| F值 | 31.676 | 54.861 | 64.646 | 77.392 | 29.803 | 24.869 | 81.819 | 16.976 | 35.607 |
| P值 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

与对照组比较,* $P<0.05$;与轻度病变组比较,# $P<0.05$ 。LAVImax:左房最大容积指数;LAVIpre:左房收缩前容积指数;LAVImin:左房最小容积指数;LATEF:左房总射血分数;LAPEF:左房被动射血分数;LAAEF:左房主动射血分数;TMAD-D:左房充盈期位移;TMAD-S:左房收缩期位移;TMAD-P:左房被动射血期位移



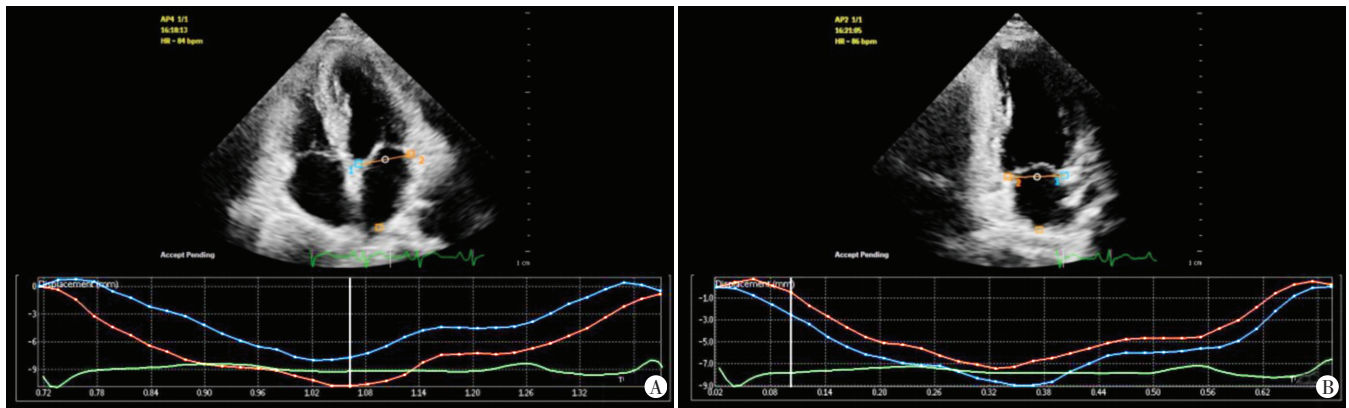
A: 四腔心切面左房TMAD图;B: 两腔心切面左房TMAD图。TMAD-D为12.3 mm, TMAD-S为7.0 mm, TMAD-P为5.3 mm

图1 对照组左房TMAD图



A: 四腔心切面左房TMAD图;B: 两腔心切面左房TMAD图。TMAD-D为10.9 mm, TMAD-S为6.8 mm, TMAD-P为4.1 mm

图2 轻度病变组左房TMAD图



A: 四腔心切面左房TMAD图;B: 两腔心切面左房TMAD图。TMAD-D为8.8 mm, TMAD-S为5.6 mm, TMAD-P为3.2 mm

图3 中重度病变组左房TMAD图

四、相关性分析

冠状动脉病变患者TMAD-D与LATEF、TMAD-P与LAPEF、TMAD-S与LAAEF均呈正相关($r=0.856$ 、 0.847 、 0.774 ,均 $P<0.001$);TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S与Gensini评分均呈负相关($r=-0.765$ 、 -0.551 、 -0.531 ,均 $P<0.001$)。

五、TMAD参数对中重度冠状动脉病变的诊断效能

ROC曲线分析显示,当TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S截断值分别为10.85 mm、3.90 mm、5.95 mm时,其诊断中重度冠状动脉病变的曲线下面积分别为0.951(95%可信区间:0.911~0.990)、0.841(95%可信区间:0.750~0.933)、0.835(95%可信区间:0.741~0.928),灵敏度分别为96.4%、67.9%、71.4%,特异度分别为80.0%、85.0%、88.3%。见图4。

六、重复性检验

观察者内和观察者间检测TMAD-D的ICC分别为

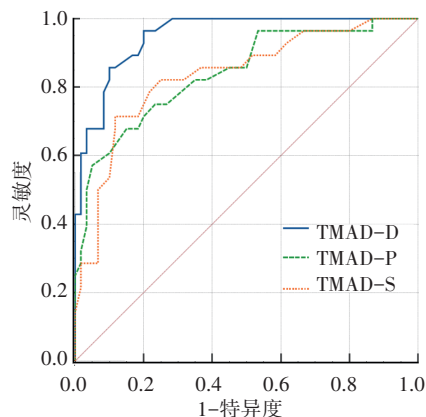
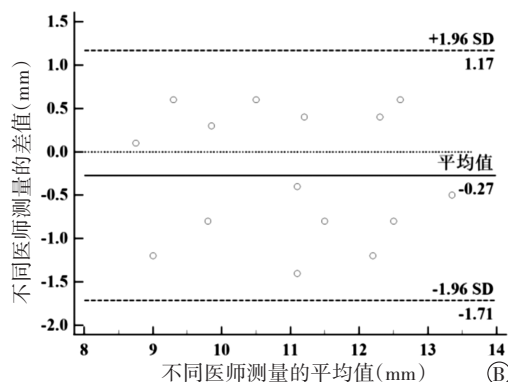
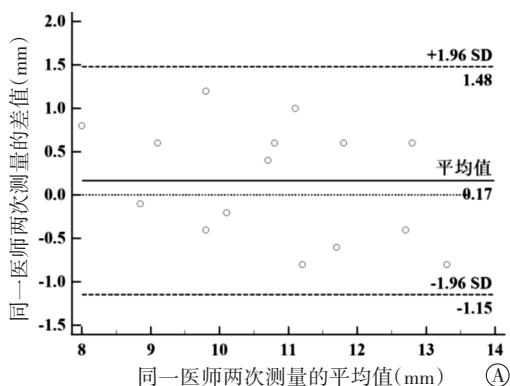


图4 TMAD参数诊断中重度冠状动脉病变的ROC曲线图

0.910、0.869,表明一致性均良好。Bland-Altman分析显示观察者内和观察者间检测TMAD-D的95%一致性界限分别为-1.15~1.48、-1.71~1.17,且所有点均位于相应的95%一致性界限内。见图5。



A: 观察者内Bland-Altman图; B: 观察者间Bland-Altman图

图5 观察者内及观察者间检测TMAD-D的Bland-Altman图

讨论

冠状动脉病变可引起心肌缺血、缺氧,从而导致心功能不全,以往临床多关注冠心病患者左室功能,但其左房功能也会发生相应变化。研究^[4-6]表明,左房功能是决定预后和风险分层的重要指标,因此,研究冠心病患者左房功能具有重要的临床价值。在一个完整的心动周期中,左房的机械功能可分为储器功能、通道功能和泵功能,左房通过这三种功能调节左室充盈和心输出量,在维持正常血流动力学中发挥着重要作用。目前评估左房功能的方法较多,双平面Simpson法需清晰显示左房心内膜才能准确勾画,同时还需测量3个时相的左房容积才能评估其时相功能,操作较复杂,且左房不规则的几何形状及其附件、肺静脉也会影响测量结果的准确性^[6]。实时三维超声心动图虽克服了几何假设的影响,可以相对准确、便

捷地评估左房容积和功能,但其高度依赖图像质量^[7-8]。斑点追踪技术测量左房应变虽无角度依赖性,但对图像质量要求较高,且易受左心耳、肺静脉开口及左房壁厚度的影响^[5]。上述方法的局限性在一定程度上限制了其在临床的推广应用,因此寻找一种简便、准确评估冠心病患者左房功能的方法具有重要意义。

研究^[11-12]发现, TMAD技术可以通过追踪二尖瓣环相对于左房顶的位移来评估左房时相功能。二尖瓣环由纤维组织、心肌和脂肪组织构成,是心脏的纤维骨架,且有大量心肌纤维附着,心肌纤维的收缩与舒张可引起二尖瓣环在左房室间的纵向移动^[13]。左房顶部有肺静脉进入,多为无运动功能的纤维组织^[14],并通过肺静脉固定在纵隔上,因此位置相对固定,可以作为参考的固定点。在左室收缩期,二尖瓣环背向左房顶移动,左房扩大引起的左房压下降可促

进肺静脉的回流;在左室舒张期,二尖瓣环向左房顶移动促进了左室充盈。应用TMAD技术研究左房功能仅需在二尖瓣环两侧和左房顶放置3个固定点,简化了操作流程,且一般情况下二尖瓣环回声较强,更容易清晰显示,因此操作时仅需清晰显示左房顶即可,这降低了对图像质量的要求,避免了左心耳、肺静脉开口及左房壁厚度的影响,且TMAD技术也无角度依赖性。不同病变程度冠心病患者的临床表现、治疗效果和预后均各有差异,早期准确诊断冠状动脉病变严重程度有助于个体化精准治疗和改善患者预后。根据冠状动脉造影结果计算的冠状动脉Gensini评分将病变血管的位置和病变管腔的狭窄程度均纳入考虑,可以相对准确地量化冠状动脉病变情况。本研究根据Gensini评分进行分组,探讨TMAD技术评估不同病变程度冠心病患者左房功能的临床价值。

本研究结果显示,与对照组比较,轻度病变组LAVImax、LAVIpre、LAVImin均增大,e减小(均 $P<0.05$);与对照组和轻度病变组比较,中重度病变组LAVImax、LAVIpre、LAVImin均增大,e减小(均 $P<0.05$)。表明冠状动脉病变患者左室舒张功能受损、左房容积增加,且中重度病变患者更为显著。当冠状动脉发生病变引起慢性心肌缺血时,左室舒张功能会出现障碍,左室充盈压持续升高,左房在长期超压力负荷下发生扩张。左房容量变化是左室充盈压增高的长期结果,左房扩张程度可以反映左室舒张功能障碍的严重程度^[15]。此外,在评估不同病变程度冠心病患者左房时相功能方面,冠状动脉轻度病变组LATEF、LAPEF、TMAD-D、TMAD-P均减小(均 $P<0.05$),提示其左房储器功能和通道功能均已受损;且中重度病变组LATEF、LAPEF、LAAEF、TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S均较对照组和轻度病变组减小(均 $P<0.05$),表明随着病变程度的加重,左房时相功能也会进一步受损。冠状动脉轻度病变时,左房泵功能尚可维持,但随着病变程度的加重,左房泵功能也会降低。分析原因可能为冠心病患者左室心肌缺血引起左室舒张功能障碍和左室充盈压升高,改变了左房的负荷状态。另外,因左室心肌缺血引起的不同步及不协调舒张导致左室的抽吸作用减弱,左房被动排空受阻,左房通道功能降低^[16],且增高的左室压力传递到左房会削弱左房顺应性^[17],储器功能与左房顺应性有关,因此储器功能降低。当左房出现心肌缺血梗死时,可引起左房瘢痕形成和间质纤维化^[18],这也会导致左房松弛受损,使储器功能降低。冠心病患者左房泵功能的

变化受病程的影响,左室心肌缺血时舒张功能受损,左室充盈压升高,左房的前负荷也因此增加,由于Frank-Starling机制,早期左房心肌可代偿性增强收缩,但持续的压力会导致左房扩大、左房收缩功能下降的失代偿^[16]。此外,冠心病患者左房泵功能的变化还与病变血管有关,左前降支病变时左房泵功能增强^[19];左房主要由左回旋支近段的分支供血^[20],左回旋支近段病变时,左房心肌缺血缺氧,左房心肌的收缩能力受损,导致左房泵功能降低。本研究中轻度病变组LAAEF、TMAD-S与对照组比较差异无统计学意义,可能是由于轻度病变冠心病患者既有左室心肌缺血又有左房心肌缺血,故左房泵功能未见明显变化;而中重度病变组LAAEF、TMAD-S与对照组和轻度病变组比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),可能是由于长期过重的后负荷使其左房泵功能发生失代偿,加之左房心肌严重缺血,故出现左房泵功能降低。

本研究相关性分析显示,冠状动脉病变患者TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S与Gensini评分均呈负相关(均 $P<0.001$),表明冠心病患者冠状动脉病变程度越重左房功能越差;代表左房储器功能的TMAD-D与LATEF、代表通道功能的TMAD-P与LAPEF、代表泵功能的TMAD-S与LAAEF均呈正相关(均 $P<0.001$),表明TMAD技术与双平面Simpson法在冠心病患者左房时相功能的评价方面具有良好的相关性。本研究ROC曲线分析显示,TMAD-D、TMAD-P、TMAD-S诊断中重度冠状动脉病变的曲线下面积分别为0.951、0.841、0.835(均 $P<0.001$),其中TMAD-D对中重度冠状动脉病变的诊断效能最佳,当TMAD-D为10.85 mm时,其诊断灵敏度为96.4%,特异度为80.0%。表明TMAD技术获得的左房时相功能参数在评估冠状动脉病变严重程度方面具有一定的临床价值。由于TMAD-D与Gensini评分的相关性最强且对中重度冠状动脉病变的诊断效能最佳,故对其进行重复性检验,结果显示观察者内和观察者间检测TMAD-D的ICC分别为0.910、0.869;Bland-Altman分析显示观察者内和观察者间检测TMAD-D的95%一致性界限分别为-1.15~1.48、-1.71~1.17,且所有点均位于相应的95%一致性界限内。表明TMAD技术在观察者内和观察者间均有良好的重复性,代表左房储器功能的TMAD-D可能是反映左房功能与冠状动脉病变严重程度关系的更敏感指标。

综上所述,TMAD技术能简便、准确地评估不同病变程度冠心病患者左房功能,同时为临床无创评估冠

状动脉病变严重程度提供参考,具有较好的临床应用价值。但本研究样本量较小,未分析不同病变血管对左房功能的影响,且未排除冠状动脉侧支循环对心功能的影响,今后有待进一步深入探讨。

参考文献

- [1] GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet*, 2020, 396(10258):1204–1222.
- [2] Silva RRM, Hueb W, Lima EG, et al. Long-term analysis of ventricular function in patients with symptomatic coronary disease who underwent on-pump or off-pump coronary artery by pass grafting[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2022, 17(1):326.
- [3] Şener YZ, Okşul M, Hekimsoy V. Left ventricular global longitudinal strain rate is influenced by stable coronary artery disease[J]. *Anatol J Cardiol*, 2019, 21(6):350.
- [4] Li YT, Shen WQ, Duan X, et al. Left atrial strain predicts risk and prognosis in patients with acute coronary syndrome: a retrospective study with external validation[J]. *Heliyon*, 2022, 8(11):e11276.
- [5] 吕航,邢雪柯,练春燕,等.左房容积与功能在预测心血管事件中的作用[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10(1):115–117.
- [6] Hoit BD. Left atrial size and function: role in prognosis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(6):493–505.
- [7] 刘勤,庞家华,张敏,等.超声心动图评价左房形态和功能的临床应用进展[J]. *现代生物医学进展*, 2019, 19(15):2989–2992.
- [8] Strachinaru M, Annis C, Catez E, et al. The mitral annular displacement by two-dimensional speckle tracking: a new tool in evaluating the left atrial function[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2016, 17(5):344–353.
- [9] 马秀玲,郭泰,芦芳.二尖瓣环位移自动追踪技术评价阵发性心房颤动患者左房收缩功能[J]. *临床超声医学杂志*, 2021, 23(5):360–364.
- [10] Rampidis GP, Benetos G, Benz DC, et al. A Guide for Gensini score calculation[J]. *Atherosclerosis*, 2019, 287(8):181–183.
- [11] 李珺,王永槐,李光源,等.组织二尖瓣环位移评价冠状动脉慢血流患者左心房功能[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(5):691–695.
- [12] 杜亚倩,许建萍,赵晓宇,等.组织二尖瓣环位移技术评价重度子痫前期病人左心房功能的应用价值[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2021, 19(7):1164–1168.
- [13] Faletra FF, Leo LA, Paiocchi VL, et al. Anatomy of mitral annulus insights from non-invasive imaging techniques[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(8):843–857.
- [14] 吴雅峰,张娟,吴江,等.解剖M型超声对正常人心房功能的分析研究[J]. *中国超声诊断杂志*, 2003, 4(5):337–338.
- [15] 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.
- [16] Yang L, Ma L, Li Y, et al. Real-time three-dimensional echocardiography of left atrial volume and function in patients with severe multi-vessel coronary artery disease [J]. *J Med Ultrason (2001)*, 2017, 44(1):71–78.
- [17] Lin J, Ma H, Gao L, et al. Left atrial reservoir strain combined with E/E' as a better single measure to predict elevated LV filling pressures in patients with coronary artery disease [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2020, 18(1):11.
- [18] Aguero J, Galan-Arriola C, Fernandez-Jimenez R, et al. Atrial infarction and ischemic mitral regurgitation contribute to post-MI remodeling of the left atrium [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(23):2878–2889.
- [19] Said KM, Nassar AI, Fouad A, et al. Left atrial deformation analysis as a predictor of severity of coronary artery disease [J]. *Egypt Heart J*, 2018, 70(4):353–359.
- [20] 赵燕芹,陈晓菲,孙品,等.三维斑点追踪技术评价冠状动脉不同程度病变患者左房容积及功能[J]. *临床超声医学杂志*, 2022, 24(2):112–118.

(收稿日期:2022-12-25)