

左心房纵向应变参数联合僵硬指数预测射血分数保留的心力衰竭患者左心房重构的临床价值

杨希¹, 何小丽¹, 益磋¹, 杨开菊¹, 冉海涛²

摘要 **目的** 探讨左心房纵向应变参数联合僵硬指数(LASI)预测射血分数保留的心力衰竭(HFpEF)患者左心房重构的临床价值。**方法** 选取我院收治的 HFpEF 患者 114 例,其中左心房未重构组 61 例[左心房容积指数(LAVI) $>34\text{ ml/m}^2$],左心房重构组 53 例(LAVI $\leq 34\text{ ml/m}^2$),应用超声心动图获取左心房前后径(LAd1)、左心房左右径(LAd2)、左心房上下径(LAd3)、左心室前后径(LVd1)、室间隔厚度(IVST)、左心室后壁厚度(LVPWT)、二尖瓣舒张早期峰值血流速度(E)与舒张晚期峰值血流速度(A)比值、E 与二尖瓣环舒张早期峰值运动速度比值(E/e')、左心室射血分数(LVEF)、左心房最小容积(LAVmin)、左心房最大容积(LAVmax)、左心房收缩前最大容积(LAVpreA)、LAVI、左心房储存期纵向应变(LASr)、左心房管道期纵向应变(LAScd)、左心房收缩期纵向应变(LASct)及 LASI,比较两组上述参数的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析左心房纵向应变参数、LASI 单独及联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的诊断效能。**结果** 与左心房未重构组比较,左心房重构组 LAd1、LAd3、LAVmax、LAVpreA、LAVI、LASct、LASI 均增高, E/A、LASr 均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组 IVST、LVPWT、LVd1、LVEF 比较差异均无统计学意义。ROC 曲线分析显示, LASr、LASct、LASI 联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的曲线下面积为 0.885,均高于各参数单独应用(0.734、0.751、0.791),差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);联合应用的灵敏度为 89.4%,特异度为 81.8%。**结论** 左心房纵向应变参数联合 LASI 在预测 HFpEF 患者左心房重构中有一定的临床价值。

关键词 超声心动描记术;射血分数保留;心力衰竭;左心房重构;纵向应变;左心房僵硬指数

[中图法分类号]R540.45;R541.6

[文献标识码]A

Clinical value of left atrial longitudinal strain parameters combined with stiffness index in predicting left atrial remodeling in patients with heart failure with preserved ejection fraction

YANG Xi¹, HE Xiaoli¹, YI Cuo¹, YANG Kaiju¹, RAN Haitao²

1.Department of Ultrasound Medicine, Shapingba Hospital, Chongqing University, Chongqing 400030, China. 2.Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

ABSTRACT **Objective** To explore the clinical value of left atrial longitudinal strain parameters combined with stiffness index(LASI) in predicting left atrial remodeling in patients with heart failure with preserved ejection fraction(HFpEF). **Methods** A total of 114 HFpEF patients admitted to our hospital were enrolled, including 61 cases in the non-remodeling group [left atrial volume index (LAVI) $<34\text{ ml/m}^2$] and 53 cases in the remodeling group (LAVI $\geq 34\text{ ml/m}^2$). The left atrial anteroposterior diameter(LAd1), left atrial transverse diameter(LAd2), left atrial longitudinal diameter(LAd3), left ventricular anteroposterior diameter(LVd1), interventricular septum thickness(IVST), left ventricular posterior wall thickness(LVPWT), the ratio of the peak early diastolic flow velocity of the mitral valve(E) and the peak late diastolic flow velocity(A), the ratio of E and the peak early diastolic velocity of the mitral annulus(E/e'), left ventricular ejection fraction (LVEF), left atrial minimal volume(LAVmin), left atrial maximal volume(LAVmax), left atrial pre-atrial contraction maximal volume(LAVpreA), LAVI, left atrial reservoir longitudinal strain(LASr), left atrial conduit longitudinal strain(LAScd), left atrial contractile longitudinal strain(LASct) and LASI were obtained by echocardiography. The differences in above parameters were compared between

基金项目:重庆市科卫联合医学科研项目(2022MSXM030)

作者单位:1.重庆大学附属沙坪坝医院超声医学科,重庆 400030;2.重庆医科大学附属第二医院超声科,重庆 400010

通讯作者:冉海涛, Email: ranhaitao@hospital.cqmu.edu.cn

the two groups. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of left atrial longitudinal strain parameters and LASI used alone and in combination for predicting left atrial remodeling in patients with HFpEF. **Results** Compared with the non-remodeling group, LAd1, LAd3, LAVmax, LAVpreA, LAVI, LASct, and LASI were all increased in the remodeling group, while E/A and LASr were decreased, the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). There were no significant differences in IVST, LVPWT, LVd1, LVEF between the two groups. ROC curve analysis showed that the combination of LASr, LASct, and LASI in predicting left atrial remodeling in patients with HFpEF was 0.885, which was higher than that of each parameter used alone (0.734, 0.751, 0.791), the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The corresponding sensitivity was 89.4%, and the specificity was 81.8%. **Conclusion** Left atrial longitudinal strain parameters combined with LASI can effectively predict left atrial remodeling in patients with HFpEF, and has a certain clinical value.

KEY WORDS Echocardiography; Preserved ejection fraction; Heart failure; Left atrial remodeling; Longitudinal strain; Left atrial stiffness index

射血分数保留的心力衰竭 (heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF) 作为心力衰竭的重要临床亚型, 约占心力衰竭总病例数的 50%, 患者 5 年再住院率高达 65%, 已成为心血管领域亟待突破的临床难题^[1]。研究^[2]显示, HFpEF 本质上是以心房-心室-血管轴失调为特征的全身性微循环障碍疾病, 其中左心房重构与全因死亡率增加相关。左心房重构是 HFpEF 患者诊疗中的多功能枢纽指标, 涉及早期诊断、风险分层、治疗策略选择及预后评估。当前临床实践中, 常规超声心动图评估主要聚焦于左心房的结构性改变, 对结构重构发生前的早期异常功能评估灵敏度较低。本研究通过构建左心房纵向应变联合左心房僵硬指数 (LASI) 多参数评估体系, 探讨其预测 HFpEF 患者左心房重构的诊断价值, 旨在为临床 HFpEF 患者的精准管理提供参考。

资料与方法

一、研究对象

选取 2020 年 5 月至 2024 年 6 月于我院就诊的 HFpEF 患者 114 例, 男 68 例, 女 46 例, 年龄 46~79 岁, 平均 (62.74 ± 13.25) 岁。其中, 左心房未重构者 61 例 [左心房未重构组, 左心房容积指数 (LAVI) $\leq 34 \text{ ml/m}^2$], 男 37 例, 女 24 例, 平均 (61.70 ± 12.22) 岁; 左心房重构者 53 例 (左心房重构组, LAVI $> 34 \text{ ml/m}^2$), 男 31 例, 女 22 例, 平均 (64.4 ± 14.07) 岁。纳入标准: HFpEF 诊断标准参照《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018》^[3] 和《射血分数保留的心力衰竭诊断与治疗中国专家共识 2023》^[4]。排除标准: 缺血性心脏病、心律失常、严重肺疾病、严重肝肾疾病等引起的心力衰竭。本研究经我院医学伦理委员会批准 (批准号: 202115), 所有患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 超声心动图检查: 使用 Philips EPIQ 7C 彩色多

普勒超声诊断仪, X5-1 三维容积探头及 S5-1 探头, 频率 1~5 MHz。患者取左侧卧位, 平静呼吸, 同步连接心电图, 采集左心室长轴、大动脉短轴及心尖四腔心切面, 常规超声心动图获取舒张末期室间隔厚度 (IVST)、收缩末期左心房前后径 (LAd1)、舒张末期左心室后壁厚度 (LVPWT)、舒张末期左心室前后径 (LVd1)、收缩末期左心房左右径 (LAd2)、收缩末期左心房上下径 (LAd3); 采用双平面 Simpson 法获取左心室射血分数 (LVEF); 组织多普勒测量二尖瓣口舒张早、晚期峰值血流速度 (E、A)、二尖瓣环舒张早期峰值运动速度 (e'), 并计算 E/A、E/ e' 。同时采集连续 5 个心动周期的心尖两腔心、四腔心切面动态图像, 使用载机软件 QLAB-TMQA 或脱机软件 QLAB 13.0 定量分析超声动态及静态图像, 获取左心房最小容积 (LAVmin)、左心房最大容积 (LAVmax)、左心房收缩前最大容积 (LAVpreA)、LAVI、左心房储存期纵向应变 (LASr)、左心房管道期纵向应变 (LAScd)、左心房收缩期纵向应变 (LASct), 并计算 LASI, 其定义为 E/ e' 与 LASr 的比值^[5-6]。所有数据均重复测量 3 次取平均值。

2. 一般资料收集: 收集患者年龄、血压、空腹血糖、体质量指数 (BMI)、心率及 B 型钠尿肽 (BNP)。

三、统计学处理

应用 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组比较采用独立样本 t 检验。采用 Logistic 回归分析构建联合应用的方程式; 绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线分析左心房纵向应变参数、LASI 单独及联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的诊断效能; 曲线下面积 (AUC) 比较采用 DeLong 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料比较

左心房重构组 BNP 较左心房未重构组增高, 差异

有统计学意义($P<0.05$);两组年龄、血压、空腹血糖、BMI 及心率比较差异均无统计学意义。见表 1。

二、两组常规超声心动图参数比较

左心房重构组 LAd1、LAd3 均较左心房未重构组均增高, E/A 较左心房未重构组降低, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$); 两组 LAd2、LVd1、IVST、LVPWT、LVEF 比较差异均无统计学意义。见表 2。

三、两组左心房纵向应变参数及 LASI 比较

左心房重构组 LAVmax、LAVpreA、LAVI、LASct、LASI 均较左心房未重构组增高, LASr 较左心房未重构组降低, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$); 两组 LAVmin、LAScd 比较差异均无统计学意义。见表 3 和

图 1, 2。

四、Logistic 回归分析

Logistic 回归分析显示, LASr、LASct、LASI 均为预测 HFpEF 患者左心房重构的独立影响因素(均 $P<0.05$), 基于此构建联合应用的方程式为: $\text{Logit}(P)=0.199-0.149\times\text{LASr}+0.286\times\text{LASct}+11.151\times\text{LASI}$ 。见表 4。

五、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示, LASr、LASct、LASI 预测 HFpEF 患者左心房重构的 AUC 分别为 0.734、0.751、0.791, 其联合应用的 AUC 为 0.885, 高于各参数单独应用, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$); 联合应用的灵敏度为 89.4%, 特异度为 81.8%。见表 5 和图 3。

表 1 两组一般资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	空腹血糖(mmol/L)	心率(次/min)	BNP(ng/L)
左心房未重构组(61)	61.70±12.22	21.58±2.34	114.14±9.57	78.34±8.43	5.21±1.04	77.00±8.05	192.51±27.42
左心房重构组(53)	64.40±14.07	22.03±1.91	116.31±10.22	81.22±9.06	5.21±1.04	73.00±7.17	223.47±31.84
<i>t</i> 值	-2.305	-1.327	-2.867	-0.548	0.769	0.265	-2.458
<i>P</i> 值	0.057	0.235	0.061	0.581	0.455	0.793	0.031

BMI: 体质量指数; BNP: B 型钠尿肽。1 mmHg=0.133 kPa

表 2 两组常规超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	LAd1(mm)	LAd2(mm)	LAd3(mm)	LVd1(mm)	IVST(mm)	LVPWT(mm)	LVEF(%)	E/e'	E/A
左心房未重构组(61)	30.42±2.05	35.23±3.35	37.29±3.21	42.17±4.22	10.34±0.92	9.61±0.77	59.21±7.31	16.03±0.51	1.07±0.22
左心房重构组(53)	37.42±3.11	36.41±3.56	42.48±3.92	45.03±5.71	10.89±0.76	9.93±0.82	56.30±5.14	17.22±0.73	0.84±0.19
<i>t</i> 值	-3.416	-0.355	-2.182	-0.341	-0.973	-0.657	0.256	0.273	2.754
<i>P</i> 值	<0.001	0.674	0.007	0.465	0.363	0.518	0.719	0.632	0.025

LAd1: 收缩末期左心房前后径; LAd2: 收缩末期左心房左右径; LAd3: 收缩末期左心房上下径; LVd1: 舒张末期左心室前后径; IVST: 舒张末期室间隔厚度; LVPWT: 舒张末期左心室后壁厚度; LVEF: 左心室射血分数; E/e': 二尖瓣口舒张早期峰值血流速度与二尖瓣环舒张早期峰值运动速度比值; E/A: 二尖瓣口舒张早、晚期峰值血流速度比值

表 3 两组左心房纵向应变参数及 LASI 比较($\bar{x}\pm s$)

组别	LAVmin(ml)	LAVmax(ml)	LAVpreA(ml)	LAVI(ml/m ²)	LASr(%)	LAScd(%)	LASct(%)	LASI
左心房未重构组(61)	19.03±4.34	38.22±6.53	36.28±6.02	30.17±3.23	30.21±5.76	-20.23±6.22	-14.40±4.08	0.61±0.13
左心房重构组(53)	20.97±5.49	46.40±8.14	43.21±7.33	37.43±2.19	24.34±7.19	-18.57±5.29	-11.07±3.51	0.73±0.11
<i>t</i> 值	-1.633	-3.871	-3.179	-2.403	-4.153	-1.985	-0.359	2.139
<i>P</i> 值	0.174	<0.001	<0.001	0.024	<0.001	0.231	0.022	0.035

LAVmin: 左心房最小容积; LAVmax: 左心房最大容积; LAVpreA: 左心房收缩前最大容积; LAVI: 左心房容积指数; LASr: 左心房储存期纵向应变; LAScd: 左心房间道期纵向应变; LASct: 左心房收缩期纵向应变; LASI: 左心房僵硬指数

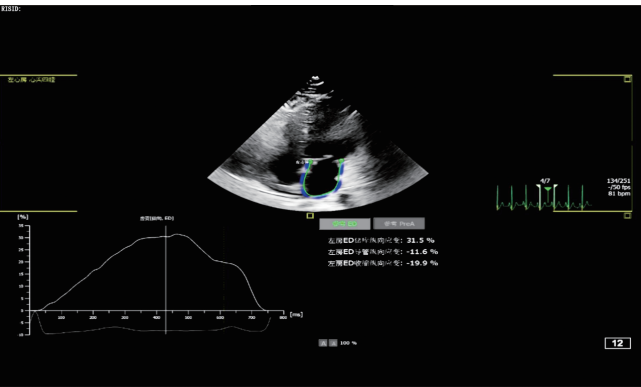


图 1 左心房未重构组一患者(67 岁, 男)LASr 为 31.5%

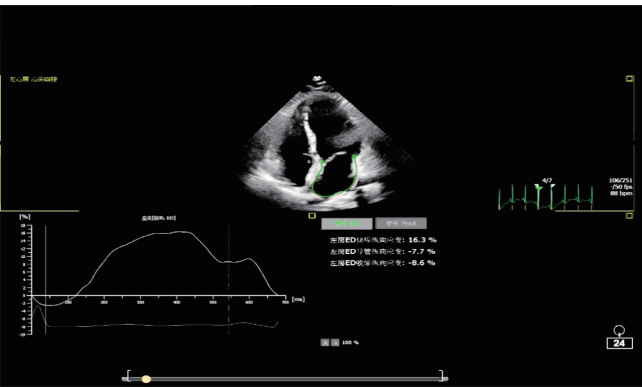


图 2 左心房重构组一患者(55 岁, 男)LASr 为 16.3%

表 4 Logistic 回归分析

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P值	OR值及其95%可信区间
LASr	-0.149	0.047	10.035	0.002	0.862(0.786~0.945)
LASct	0.286	0.085	11.346	0.001	1.331(1.127~1.572)
LASI	11.151	2.787	16.010	<0.001	6.966(2.956~16.418)
常量	0.199	2.255	0.008	0.009	1.220(-)

表 5 左心房纵向应变参数、LASI 单独及联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的 ROC 曲线分析

方法	AUC 及其 95% 可信区间	标准误	P 值	截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
LASr	0.734(0.643~0.824)	0.046	<0.001	26.32%	83.1	84.6
LASct	0.751(0.664~0.839)	0.045	<0.001	-14.7%	83.7	86.3
LASI	0.791(0.709~0.873)	0.042	<0.001	0.703	84.9	85.5
联合应用	0.885(0.828~0.943)	0.029	<0.001	-	89.4	81.8

AUC: 曲线下面积

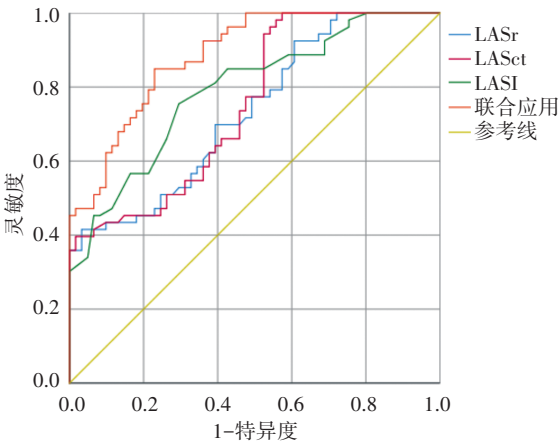


图 3 左心房纵向应变参数、LASI 单独及联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的 ROC 曲线图

讨论

目前全球人口老龄化程度加剧,心血管疾病发病率随之增加,其中 HFpEF 患病率以每年 1.2% 的速度递增,造成重大公共卫生负担^[7]。左心房作为人体心脏较重要的一个腔室,其结构大小、心功能状态及电生理传导情况均会影响左心室充盈及舒张等改变。特别是 HFpEF 患者,心肌损伤后其心肌细胞外基质中胶原成分过度沉积、排列紊乱导致心脏重构、形态失常,心肌顺应性降低,引起舒张功能障碍^[8-9]。研究^[10]表明,左心房重构是 HFpEF 患者不良预后的独立预测因素, LAVI ≥ 48 ml/m² 的患者 1 年内再住院风险增加 2.8 倍,死亡风险增加 37%。Anker 等^[11]和 Seferović 等^[12]研究表明,左心房重构指导 HFpEF 患者靶向药物反应可用于预测个体化治疗选择;可见左心房重构是 HFpEF 患者诊疗中的多功能枢纽指标,涉及早期诊断、风险分

层、治疗策略选择及预后评估,早期精准诊断和治疗对提高患者生活质量具有重要意义。本研究采用左心房纵向应变参数及 LASI 作为评估指标,旨在探讨二者联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的临床价值。

在 HFpEF 左心房重构过程中,常规超声心动图可对 HFpEF 患者左心房容积、形态改变进行检测。本研究结果显示,与左心房未重构组比较,左心房重构组 LAd1、LAd3 均增高, E/A 降低, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$); 表明 HFpEF 患者左心房重构后 LAd1、LAd3 变化较 LAd2 显著, 提示患者左心房重构过程中心脏纵向轴变大于横向轴变, 心脏形态改变以左心房前后径及上下径为主。但两组 LAd2、LVd1、IVST、LVPWT、LVEF 比较差异均无统计学意义, 提示左心房重构后左心室形态、心肌厚度及收缩功能改变尚不明显。左心房重构是渐进过程, 早期可能仅表现为舒张功能异常, 常规超声心动图相关左心房容积参数 (如 LAVI) 多为静态测量, 无法全面反映左心房动态功能, 难以捕捉细微变化 (如储器应变、收缩同步性)。因此临床亟需探寻一种更精准的检测方法以评估左心房重构前后功能变化, 从而为 HFpEF 患者左心房重构早期诊断、精准治疗提供参考依据。

欧洲心脏病学会虽将 LAVI ≥ 34 ml/m² 作为 HFpEF 的诊断标准, 但其识别左心房重构的灵敏度仅 56%^[13], 提示近半数早期左心房功能障碍患者可能被漏诊。这一局限性源于 LAVI 主要反映左心房结构性扩张, 而难以捕捉舒张早期主动松弛功能异常。相较之下, 左心房应变参数展现出更优的病理生理关联性: LASr 与心肌间质纤维化程度呈负相关 ($r = -0.68$, $P < 0.05$)^[14], 其每降低 5% 可导致全因死亡风险增加 37% ($HR = 1.37$, 95% 可信区间: 1.15~1.64, $P < 0.05$)^[15]。一项多中心研究^[15]证实, LASr $< 23\%$ 可有效识别 35.0% 的 LAVI 正常但存在潜在心房功能失代偿的 HFpEF 人群。该发现提示左心房应变参数在 HFpEF 早期筛查及病理生理分型中具有关键作用, 其中新近提出的 LASI 可通过多维参数整合, 显著提升了定量评估舒张功能障碍的精准度。LASI 的定义为左心房舒张末期压力与 LASr 比值, 其中左心房舒张末期压力为通过右心导管检查测量的肺毛细血管楔压 (PCWP), 但其为有创检查, 临床应用受限。研究^[16]表明, E/e' 与 PCWP 呈高度相关 ($r = 0.87$, $P < 0.001$); 当 E/e' > 15 时, 其诊断 PCWP ≥ 15 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 的灵敏度及特异度分别达 88%、97%, 故 E/e' 可作为无创评估左心房舒张末期压力的间接替代指标, 由此计算的 LASI 可作为非侵入

性血流动力学标志物。本研究结果显示,左心房重组组 LAVmax、LAVpreA、LAVI、LASct、LASI 均较左心房未重组组增高,LASr 较左心房未重组组降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),与 Liu 等^[17]研究结果一致;表明左心房重构患者的舒张功能呈进行性恶化,与 HFpEF 特征性的心房-心室耦联障碍及心肌纤维化程度高度一致。本研究中两组 LAScd 比较差异无统计学意义,分析原因为:①纳入对象包含早期左心房重构者(如无症状舒张功能不全),虽然左心房重构出现容量扩张,但仍以舒张功能进一步损害为主,尚能维持被动排血功能,此时管道期收缩功能保留较好,因而未表现出差异;②LAScd 受左心房舒张末期压力(本研究采用 E/e' 作为替代指标)和房室耦合影响较大^[18]。本研究两组 E/e' 比较差异无统计学意义,导致 LAScd 差异可能被掩盖;③左心房重组组仅纳入 53 例患者,考虑样本量偏小对统计结果有一定影响,后续可扩大样本进一步验证。

本研究 Logistic 回归分析显示,LASr、LASct、LASI 均为预测 HFpEF 患者左心房重构的独立影响因素($OR=0.862$ 、 1.331 、 6.966 ,均 $P < 0.05$),其中 LASr 为预测 HFpEF 患者左心房重构的独立保护因素,LASct、LASI 为独立危险因素;ROC 曲线分析显示,LASr、LASct、LASI 联合应用预测 HFpEF 患者左心房重构的 AUC 为 0.885 ,均高于各参数单独应用(0.734 、 0.751 、 0.791),差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);联合应用的灵敏度为 89.4% ,特异度为 81.8% 。表明联合应用可综合评估左心房整体功能情况,提高单一参数预测左心房重构的诊断效能,为 HFpEF 患者左心房重构早期预测诊断、治疗指导、疗效监测提供参考。

综上所述,左心房纵向应变参数联合 LASI 可用于预测 HFpEF 患者左心房重构,具有一定的临床价值。但本研究为单中心、回顾性研究,且样本量偏小,今后需扩大样本量深入探讨。

参考文献

- [1] Lisi M, Mandoli GE, Cameli M, et al. Left atrial strain by speckle tracking predicts atrial fibrosis in patients undergoing heart transplantation [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2022, 23 (6): 829-835.
- [2] Salvador DB Jr, Gamba MR, Gonzalez-Jaramillo N, et al. Diabetes and myocardial fibrosis: a systematic review and Meta-analysis [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2022, 15 (5): 796-808.
- [3] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会.中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018 [J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46 (10): 760-789.
- [4] 射血分数保留的心力衰竭诊断与治疗中国专家共识制定工作组,周京敏,杨杰孚,等.射血分数保留的心力衰竭诊断与治疗中国专家共识 2023 [J]. 中国循环杂志, 2023, 38 (4): 375-393.
- [5] Machino-Ohtsuka T, Seo Y, Tada H, et al. Left atrial stiffness relates to left ventricular diastolic dysfunction and recurrence after pulmonary vein isolation for atrial fibrillation [J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2011, 22 (9): 999-1006.
- [6] Demir M, Aktaş İ, Çamci S. Left atrial mechanical function and stiffness in patients with atrial septal aneurysm: a speckle tracking study [J]. Cardiol J, 2015, 22 (5): 535-540.
- [7] McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure [J]. Eur Heart J, 2021, 42 (36): 3599-3726.
- [8] 高朗,林艺霞,季萌萌,等.心肌应变成像技术评价心肌纤维化的应用进展 [J]. 中华超声影像学杂志, 2023, 32 (6): 543-547.
- [9] Maruyama K, Imanaka-Yoshida K. The pathogenesis of cardiac fibrosis: a review of recent progress [J]. Int J Mol Sci, 2022, 23 (5): 2617.
- [10] Drazner MH. Insights from the history and physical examination in HFpEF or HFrEF similarities and differences comment [J]. JACC Heart Fail, 2021, 9 (5): 398-400.
- [11] Anker SD, Butler J, Filippatos G, et al. Empagliflozin in heart failure with a preserved ejection fraction [J]. N Engl J Med, 2021, 385 (16): 1451-1461.
- [12] Seferović PM, Vardas P, Jankowska EA, et al. The Heart Failure Association Atlas: heart failure epidemiology and management statistics 2019 [J]. Eur J Heart Fail, 2021, 23 (6): 906-914.
- [13] Khalid U, Marzec LN, Mantini N, et al. Treatment of AF in American Indians and Alaska natives: insights from the NCDR PINNACLE-AF registry [J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 75 (21): 2749-2750.
- [14] Goetz K, Warkentin N, Weiss L, et al. "We are the patients' advocates": care and case managers' reasons to participate in a geriatric health care project—a qualitative study [J]. Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes, 2021, 161: 28-32.
- [15] Whelton SP, Post WS. Importance of traditional cardiovascular risk factors for identifying high-risk persons in early adulthood [J]. Eur Heart J, 2022, 43 (30): 2901-2903.
- [16] Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures [J]. Circulation, 2000, 102 (2): 1788-1794.
- [17] Liu S, Guan Z, Zheng X, et al. Impaired left atrial systolic function and inter-atrial dyssynchrony may contribute to symptoms of heart failure with preserved left ventricular ejection fraction: a comprehensive assessment by echocardiography [J]. Int J Cardiol, 2018, 257 (1): 177-181.
- [18] Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2016, 29 (4): 277-314.

(收稿日期:2024-10-23)