

左房及左心耳应变参数预测非瓣膜性心房颤动患者脑卒中的临床价值

王婷婷 黄璇 潘璐 叶晶晶 周丽

摘要 **目的** 应用二维斑点追踪技术测量非瓣膜性心房颤动(以下简称房颤)患者左房及左心耳应变参数,探讨其预测脑卒中的临床价值。**方法** 收集 80 例非瓣膜性房颤患者,根据脑卒中病史分为卒中组 38 例和非卒中组 42 例,均行经食管及经胸超声心动图检查获得左房内径、左房容积指数、左房射血分数(LAEF)、左心耳排空速度(LAAEV)和充盈速度(LAAFV)、左心耳排空分数(LAAEF),二维斑点追踪技术获得左房及左心耳应变参数,比较两组上述参数的差异。采用多元 Logistic 回归分析非瓣膜性房颤患者发生脑卒中的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析左房及左心耳应变参数对脑卒中的预测效能。**结果** 卒中组 LAEF、左房储备期峰值应变(LASr)、LAAEF、LAAEV、LAAFV、左心耳整体峰值纵向应变(LAAS)均较非卒中组减低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。Logistic 回归分析显示, LASr、LAAS 均为非瓣膜性房颤患者发生脑卒中的独立预测因子 [$OR = 0.790$ (95% 可信区间: 0.678~0.920)、0.727 (95% 可信区间: 0.575~0.919), 均 $P < 0.05$]。ROC 曲线分析显示, LASr 预测非瓣膜性房颤患者发生脑卒中的截断值为 16.96%, 曲线下面积、灵敏度、特异度分别为 0.766、72.5%、75.0%; LAAS 预测非瓣膜性房颤患者发生脑卒中的截断值为 -6.88%, 曲线下面积、灵敏度、特异度分别为 0.753、52.5%、90.0%。**结论** LASr、LAAS 均为非瓣膜性房颤患者发生脑卒中的独立预测因子,能早期、有效地预测脑卒中的发生。

关键词 超声心动描记术, 经胸, 经食管; 斑点追踪, 二维; 左心耳; 左房; 非瓣膜性心房颤动

[中图分类号] R540.45; R541.7

[文献标识码] A

Clinical value of left atrium and left atrial appendage strain parameters in predicting stroke in patients with non-valvular atrial fibrillation

WANG Tingting, HUANG Xuan, PAN Lu, YE Jingjing, ZHOU Li

Functional Examination Department of the Heart Center, General Hospital of Ningxia Medical University,
Yinchuan 750004, China

ABSTRACT **Objective** To measure the strain parameters of left atrium and left atrial appendage in patients with non-valvular atrial fibrillation by two-dimensional speckle tracking technique, and to investigate its clinical value in predicting stroke. **Methods** A total of 80 patients with non-valvular atrial fibrillation were collected and divided into stroke group (38 cases) and non-stroke group (42 cases) according to stroke history. Transesophageal and transthoracic echocardiography were performed to obtain left atrial diameter, left atrial volume index, left atrial ejection fraction (LAEF), left atrial atrial emptying velocity (LAAEV), filling velocity (LAAFV), and left atrial atrial emptying fraction (LAAEF). Two-dimensional speckle tracking technique was used to obtain left atrium and left atrial appendage strain parameters. The differences of above parameters were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of stroke in patients with non-valvular atrial fibrillation. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive efficacy of left atrial and left atrial appendage strain parameters in predicting stroke. **Results** LAEF, left atrial strain reservoir function (LASr), LAAEF, LAAEV, LAAFV and left atrial appendage strain (LAAS) in stroke group were lower than those in non-stroke group (all $P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that LASr and LAAS were independent predictors of stroke in patients with non-valvular atrial fibrillation [$OR = 0.790$ (95% confidence interval: 0.678~0.90), 0.727 (95% confidence interval: 0.575~

基金项目: 宁夏回族自治区自然科学基金项目 (2022AAC03603)

作者单位: 750004 银川市, 宁夏医科大学总医院心脏中心功能检查部

通讯作者: 周丽, Email: zhoulidocor2009@126.com

0.919), both $P < 0.05$]. ROC curve analysis showed that the cut-off value of LASr for predicting stroke in patients with non-valvular atrial fibrillation was 16.96%, the area under the curve (AUC), sensitivity, specificity were 0.766, 72.5%, 75.0%, respectively. The cut-off value of LAAS for predicting stroke in patients with non-valvular atrial fibrillation was -6.88%, the AUC, sensitivity, specificity were 0.753, 52.5%, 90.0%, respectively. **Conclusion** LASr and LAAS are independent predictors of stroke in patients with non-valvular atrial fibrillation, which can predict the occurrence of stroke early and effectively.

KEY WORDS Echocardiography, transthoracic, transesophageal; Speckle tracking imaging, two-dimensional; Left atrial appendage; Left atrial; Non-valvular atrial fibrillation

心房颤动(以下简称房颤)是临床最常见的快速性心律失常,缺血性脑卒中是房颤患者致死、致残的首要病因。在非瓣膜性房颤(non-valvular atrial fibrillation, NVAF)患者中,90%以上的心源性血栓形成于左心耳^[1-2]。目前,对房颤及脑卒中的治疗已有相关指南和规范,CHA2DS2-VASc 评分^[3]是临床应用最广泛的抗凝评分法,但其并未包含左房及左心耳功能参数。而为了有效预防卒中,探讨左房及左心耳功能参数的变化及其与卒中发生的关系十分必要。超声心动图是观察、评估左房及左心耳结构及功能最主要的影像学手段,其中斑点追踪技术通过分析心肌形变能力反映心肌收缩功能,可实时定量评价左房及左心耳的功能变化^[4-5]。本研究应用二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)技术测量 NVAF 患者左房及左心耳应变参数,并探讨其预测患者脑卒中的临床价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2018 年 12 月至 2021 年 12 月我院经临床确诊的 NVAF 患者,病程 6 个月~11 年。根据《心源性卒中诊断中国专家共识(2020)》^[6]进行分组,其中有脑卒中病史者 38 例(卒中组),男 22 例,女 16 例,年龄 32~61 岁,平均(45.79±14.78)岁;无脑卒中病史者 42 例(非卒中组),男 23 例,女 19 例,年龄 35~67 岁,平均(45.00±15.23)岁。纳入标准:①均为 NVAF,房颤依据常规导联心电图或 24 h 动态心电图结果确诊,包括阵发性房颤(持续时间≤7 d)、持续性房颤(持续时间>7 d)及永久性房颤(转复失败或转复后 24 h 内复发);②均行经食管及经胸超声心动图(TEE、TTE)检查,图像质量优,可完成左房及左心耳斑点追踪分析;③卒中组患者同时满足卒中发作急、病情发展迅速的病程特点和均经头颅 CT 或 MRI 证实其中卒中病灶。排除标准:①风湿性瓣膜病、先天性心脏病(包括卵圆孔未闭)、心肌病病史;②各类心脏手术史;③肺栓塞、深静脉血栓、脑出血病史;④经超声诊断颈动脉

斑块致狭窄程度≥75%或颈动脉易损斑块;⑤左室射血分数(LVEF)≤50%。本研究经我院医学伦理委员会批准(伦审号:KYLL-2022-0499),入选者及家属均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 超声心动图检查:TTE 检查使用 GE E 95 彩色多普勒超声诊断仪,S5-1 探头,频率 1.0~5.0 MHz。患者取左侧卧位,采用双平面 Simpson 法测定 LVEF;于心尖四腔心切面获得二尖瓣口舒张早期血流速度(E);组织多普勒测量二尖瓣环间隔和侧壁舒张早期运动速度,计算平均值(e')及 E/e';测量左房前后径,留取以左房为主的心尖两腔心及四腔心切面图像,采集 5 个完整心动周期动态图待后续分析。TEE 检查使用 Philips EPIQ 7C 彩色多普勒超声诊断仪,X8-2t 探头,频率 1.7~3.5 MHz。于食管中段水平 0°、45°、90°、135°多切面观察左心耳,于 45°、135°测量左心耳开口直径(LAAD)和深度(LAAH);频谱多普勒观察左心耳开口处血流频谱,测量左心耳排空速度(LAAEV)和充盈速度(LAAFV);于 45°、135°留取 5 个完整心动周期的左心耳动态图待后续分析。以上操作均由同一具有 5 年以上工作经验的超声医师完成,所有参数均重复测量 3 次取平均值。

2. 图像处理及数据分析:使用 EchoPAC AFI 软件自动分析左房容积及应变,计算左房容积指数(LAVI)和左房射血分数(LAEF)。根据欧洲心血管影像协会及美国超声心动图学会发布的指南^[7],左房应变分析以心电图舒张末期为零点,获得左房储备期峰值应变(LASr)、左房通道期峰值应变(LAScd)及左房收缩期峰值应变。由于本研究对象均为房颤患者,理论上不存在心房收缩期,故根据指南^[7]要求,左房收缩期峰值应变不纳入本研究。使用 QLAB 13.0 软件分析左心耳应变,对 45°、135°左心耳动态 TEE 图像进行分析,软件自动追踪左心耳内、外膜,获得各个节段应变峰值,取平均值为左心耳整体峰值纵向应变(LAAS),同时自动获得左心耳排空分数(LAAEF)。以上操作均由具有 3 年斑点追踪分析经验的超声医师完成。

3.一般资料收集:收集患者性别、年龄、体表面积、体质量指数、收缩压、舒张压、持续性或永久性房颤例数、卒中前CHA2DS2-VASc评分等。

三、统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用两独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,采用秩和检验。计数资料以例或率表示,采用 χ^2 检验。采用多元Logistic回归分析NVAf患者发生脑卒中的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析左房及左心耳应变参数对脑卒中的预测效能,取约登指数最大值计算灵敏度、特异度和截断值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料比较

两组性别、年龄、收缩压、舒张压、体表面积、体质量指数、持续性或永久性房颤占比比较差异均无统计学意义;卒中组卒中前CHA2DS2-VASc评分高于非卒中组,差异有统计学意义($P<0.001$)。见表1。

二、两组超声心动图参数比较

卒中组 LAEF、LASr、LAAEV、LAAFV、LAAS、LAAEF均较非卒中组减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表2和图1,2。

三、多元Logistic回归分析结果

表1 两组一般临床资料比较

组别	男/女 (例)	年龄 (岁)	收缩压 (mm Hg)	舒张压 (mm Hg)	体表面积 (m ²)	体质量指数 (kg/m ²)	持续性或永久性 房颤(例)	卒中前CHA2DS2-VASc 评分(分)
非卒中组(42)	23/19	45.00±15.23	116.7±9.80	89.25±4.04	1.82±3.00	25.56±4.30	17	2.0(1.0, 3.0)
卒中组(38)	22/16	45.79±14.78	115.8±10.2	87.94±4.55	1.87±3.34	24.73±5.21	21	5.0(4.0, 5.0)
$t/\chi^2/Z$ 值	0.015	1.763	0.329	0.074	0.675	0.694	3.873	7.651
P 值	0.905	0.231	0.430	0.562	0.540	0.420	0.136	<0.001

1 mm Hg=0.133 kPa

表2 两组超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	LVEF(%)	E/e'	LAD(mm)	LAVI(ml/m ²)	LAEF(%)	LASr(%)	LAScd(%)
非卒中组(42)	57.27±3.74	14.97±3.15	44.07±4.24	51.45±17.38	39.60±14.31	19.25±4.04	-15.37±3.41
卒中组(38)	58.82±4.83	15.23±2.75	45.79±4.74	53.30±17.15	31.87±13.70	14.94±4.55	-13.73±4.32
<i>t</i> 值	1.274	1.747	1.711	0.479	2.470	4.470	0.734
<i>P</i> 值	0.264	0.359	0.091	0.633	0.016	<0.001	0.465

组别	LAAEV(cm/s)	LAAFV(cm/s)	LAAD(mm)	LAAH(mm)	LAAS(%)	LAAEF(%)
非卒中组(42)	33.51±3.21	36.33±2.13	25.83±4.23	30.28±3.56	-9.85±2.34	36.87±7.90
卒中组(38)	30.74±2.68	32.49±2.69	25.56±3.53	30.80±2.37	-7.26±2.92	33.44±5.33
<i>t</i> 值	4.188	7.070	0.307	0.765	4.385	2.273
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	0.759	0.447	<0.001	0.026

LVEF:左室射血分数;E/e':二尖瓣口舒张早期血流速度与二尖瓣间隔和侧壁舒张早期运动速度平均值的比值;LAD:左房前后径;LAVI:左房容积指数;LAEF:左房射血分数;LASr:左房储备期峰值应变;LAScd:左房通道期峰值应变;LAAEV:左心耳排空速度;LAAFV:左心耳充盈速度;LAAD:左心耳开口直径;LAAH:左心耳深度;LAAS:左心耳整体峰值纵向应变;LAAEF:左心耳排空分数

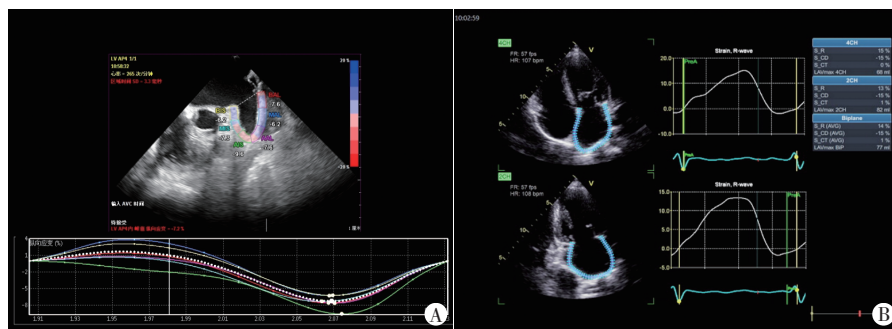
多元Logistic回归分析显示, LASr、LAAS均为NVAf患者发生脑卒中的独立预测因子[OR=0.790(95%可信区间:0.678~0.920)、0.727(95%可信区间:0.575~0.919),均 $P<0.05$]。见表3。

四、ROC曲线分析

ROC曲线分析显示, LASr预测NVAf患者发生脑卒中的截断值为16.96%,曲线下面积(AUC)为0.766(95%可信区间:0.660~0.871),灵敏度为72.5%,特异度为75.0%;LAAS预测NVAf患者发生脑卒中的截断值为-6.88%, AUC为0.753(95%可信区间:0.646~0.861),灵敏度为52.5%,特异度为90.0%。见图3。

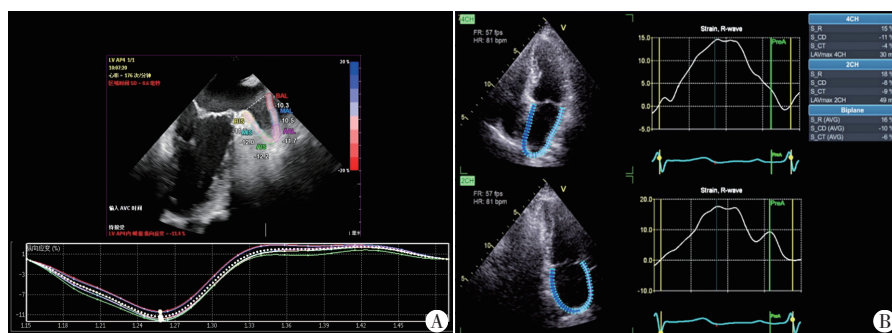
讨 论

房颤所致的脑卒中严重影响患者的生活质量,口服抗凝剂(华法林)可将NVAf患者的年卒中发生率从4.5%降低至1.4%,总体卒中发生率降低60%^[8]。房性快速心律失常被认为是心房基质性疾病(即心房肌病)的一种症状,这一概念现已得到较多学者认可^[9]。房颤患者卒中风险分布不均,随着卒中危险因素总体不断增加,卒中发生率逐渐上升。临床常用的CHA2DS2-VASc评分是各卒中危险因素(心力衰竭、高血压、高龄、糖尿病和既往中风或短暂性脑缺血发



A: LAAS 为-7.2%; B: LASr 为 14%

图 1 卒中组患者(男, 61 岁)2D-STI 图



A: LAAS 为-11.4%; B: LASr 为 16%

图 2 非卒中组患者(男, 57 岁)2D-STI 图

表 3 多元 Logistic 回归分析

变量	β 值	S.E. 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值(95% 可信区间)
LASr	-0.236	0.078	9.127	0.003	0.790(0.678~0.920)
LAAS	-0.319	0.120	7.102	0.008	0.727(0.575~0.919)

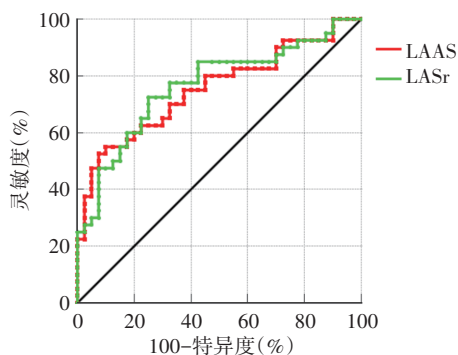


图 3 LAAS、LASr 预测 NFAF 患者发生脑卒中的 ROC 曲线图

作)相加的总分^[3],但该评分未包含与栓子形成密切相关的左房及左心耳功能参数,对指导房颤患者抗凝方案过于简单。为全面评估 NFAF 患者脑卒中风险,本研究应用 2D-STI 测量患者左房及左心耳应变参数,并探讨其预测脑卒中的临床价值。

既往研究^[10-11]已证实 LAVI 能够反映左房顺应性及左室舒张功能,且与心源性卒中风险独立相关, LAVI 预测脑卒中复发的 AUC 为 0.799(95% 可信区间:0.718~0.866, $P<0.01$),其灵敏度为 69.23%,特异度为 83.93%,截断值为 36.0 ml/m²。本研究结果显示,

卒中组和非卒中组 LAD ≥ 40 mm、LAVI ≥ 34 ml/m²、E/e' ≥ 14 ,提示 NFAF 患者均已发生左室舒张功能障碍,左房排空功能异常;而卒中组 LAEF 较非卒中组减低,差异有统计学意义($P<0.05$),提示卒中组患者左房整体排空功能受损程度大于非卒中组患者,表明 LAEF 作为反映左房整体射血排空能力的指标较 LAD、LAVI 及 E/e' 等常规指标能更敏感地预测 NFAF 患者脑卒中发生风险,值得临床关注。本研究还通过应变分析获得左房各时相功能的应变参数,结果显示卒中组 LASr 减低($P<0.001$),与 Olsen 等^[12]、王亚男等^[13]研究结果一致,表明 LASr 可反映左房储备期的顺应性及重构程度,卒中患者存在左房储备期功能障碍。由于房颤患者理论上不存在心房收缩期,本研究根据指南^[7]要求未纳入左房收缩期峰值应变这一参数。

尽管卒中组 LAScd 较非卒中组减低,但差异无统计学意义,而两组 LASr 比较差异有统计学意义($P<0.001$),表明左房 3 个时相功能参数中,卒中患者储器功能最先出现障碍,能更早地提示左房壁顺应性下降程度及左室舒张功能障碍, LASr 较 LAD、LAVI 等常规超声心动图指标能更早地明确卒中患者左房功能受损程度,与既往研究^[14-15]结果一致。随着斑点追踪技术的发展,左房应变已广泛应用于房颤患者的病情评估和预后预测,这是由于其追踪基础为结构细微的声学灰阶斑点,能够捕捉到常规超声心动图无法识别的微小变化,且不受心室几何形态影响,受周围心肌牵拉的影响小,重复性好。

左心耳本身结构各异,呈多分叶状态,左心耳内血流状态是房颤患者是否发生卒中的关键。左心耳血栓形成的基础为血流减缓形成涡流,增加了血小板聚集、相互撞击的机会,严重的涡流还可造成左心耳、左房心内膜损伤,进一步加重房颤患者本身存在的血小板功能受损、凝血及纤溶状态异常^[16],最终导致血栓形成及栓塞事件发生。Lowe 等^[17]研究表明,左心耳血流淤滞所致红细胞显影严重程度可预测 NFAF 患者心源性脑卒中事件和全因死亡率。因此,准确评估左心耳结构及功能在房颤患者卒中管理中至关重要,但受左心耳自身结构限制,目前仍然缺乏直接定量评估

左心耳功能的手段及参数。魏志梁等^[18]和Kamel等^[19]研究结果表明,TEE所测左心耳流速降低将增加脑卒中的风险。与本研究卒中组LAAEV、LAAFV均较非卒中组降低这一结果相符,且本研究还发现卒中组LAAS较非卒中组降低($P<0.001$),表明卒中患者心肌形变发生异常的程度能更早地提示卒中患者左心耳收缩能力的下降程度,并直接定量评估左心耳功能受损程度,有望成为房颤患者左心耳早期收缩功能监测的重要指标。

本研究多元Logistic回归分析显示,LASr/LAAS均为NVAF患者发生脑卒中的独立预测因子(均 $P<0.05$);ROC曲线分析显示,LASr预测NVAF患者发生脑卒中的截断值为16.96%,AUC为0.766,LAAS截断值为-6.88%,AUC为0.753。提示LASr及LAAS均可早期预测NVAF患者左房及左心耳收缩功能受损程度,可成为卒中评分系统的辅助证据,有望为低卒中评分患者补充有价值的超声评估指标。

本研究的局限性:①样本量较小,缺乏对卒中组患者的长期随访;②由于TEE为半侵入性检查,本研究缺乏正常心律对照组相关影响的研究;③斑点追踪分析中,因无心耳专用斑点追踪软件,故使用左室斑点追踪软件分析左心耳应变,所测结果可能与实际情况存在一定差异。

综上所述,2D-STI技术可用于评估房颤患者卒中风险,LASr/LAAS均为NVAF患者发生脑卒中的独立预测因子,可为临床制定更全面的抗凝方案提供评估指标。

参考文献

- [1] January CT, Wann LS, Alpert JS, et al. ACC/AHA Task Force Members. 2014 AHA/ACC/HRS Guideline for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: a Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines and the Heart Rhythm Society [J]. Circulation, 2014, 130(23): 1-136.
- [2] 张澍, 杨艳敏, 黄从新, 等. 中国心房颤动患者卒中预防规范(2017) [J]. 中华心律失常学杂志, 2018, 22(1): 17-30.
- [3] Gage BF, Waterman AD, Shannon W, et al. Validation of clinical classification schemes for predicting stroke: results from the National Registry of Atrial Fibrillation [J]. JAMA, 2001, 285(22): 2864-2870.
- [4] Wang CL, Yi-Hsin C, Chien-Chia WV, et al. Incremental prognostic value of global myocardial work over ejection fraction and global longitudinal strain in patients with heart failure and reduced ejection fraction [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2021, 22(3): 348-356.
- [5] Gan GCH, Krishna KK, Bhat A, et al. Left atrial strain is the best predictor of adverse cardiovascular outcomes in patients with chronic kidney disease [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2021, 34(2): 166-175.
- [6] 中华医学会老年医学分会老年神经病学组, 心源性卒中诊断中国专家共识撰写组. 心源性卒中诊断中国专家共识(2020) [J]. 中华老年医学杂志, 2020, 39(12): 1369-1378.
- [7] Badano LP, Kolas TJ, Muraru D, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2018, 19(6): 591-600.
- [8] Goldberger JJ, Arora R, Green D, et al. Evaluating the atrial myopathy underlying atrial fibrillation: identifying the arrhythmogenic and thrombotic substrate [J]. Circulation, 2015, 132(4): 278-291.
- [9] Kamel H, Okin PM, Elkind M, et al. Atrial fibrillation and mechanisms of stroke: time for a new model [J]. Stroke, 2016, 47(3): 895-900.
- [10] 张宇新, 邢长洋, 赵联璧, 等. 超声心动图评价平板运动负荷后心脏舒张功能分级与左心房应变的关系 [J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2021, 18(1): 50-55.
- [11] 张智文, 雷志博, 李牧蔚, 等. 左心房容积指数预测老年不明原因栓塞性卒中患者新发心房颤动和卒中复发的临床意义 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2021, 23(3): 251-255.
- [12] Olsen FJ, Darkner S, Chen X, et al. Left atrial structure and function among different subtypes of atrial fibrillation: an echocardiographic substudy of the AMIO-CAT trial [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2020, 21(12): 1386-1394.
- [13] 王亚男, 赵盈洁, 程羽菲, 等. 超声心动图及二维斑点追踪评估心房颤动对左心房形态及功能的影响 [J]. 中国临床医学, 2021, 28(3): 402-407.
- [14] Johansen MC, Vasconcellos H, Nazarian S, et al. The investigation of left atrial structure and stroke etiology: the I-LASER study [J]. J Am Heart Assoc, 2021, 10(2): 1-10.
- [15] Deferm S, Bertrand PB, Churchill TW, et al. Left atrial mechanics assessed early during hospitalization for cryptogenic stroke are associated with occult atrial fibrillation: a speckle-tracking strain echocardiography study [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2021, 34(2): 156-165.
- [16] 汤日波, 董建增, 尚美生, 等. 左心房直径对非瓣膜病持续性心房颤动左心房血栓预测价值的研究 [J]. 中华医学杂志, 2015, 95(14): 1083-1087.
- [17] Lowe BS, Kusunose K, Motoki H, et al. Prognostic significance of left atrial appendage "sludge" in patients with atrial fibrillation: a new transesophageal echocardiographic thromboembolic risk factor [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(11): 1176-1183.
- [18] 魏志梁, 胡浩, 赵锋, 等. 左心耳分叶数、形态与非瓣膜性心房颤动患者脑卒中的相关性分析 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(3): 359-364.
- [19] Kamel H, Soliman EZ, Heckbert SR, et al. P-wave morphology and the risk of incident ischemic stroke in the multi-ethnic study of atherosclerosis [J]. Stroke, 2014, 45(9): 2786-2788.

(收稿日期: 2023-02-28)