

· 论著 · 胸部 ·

经胸心脏超声对无症状房颤患者左心耳血栓形成的筛查价值及危险因素分析

乔媛媛*

天津市中西医结合医院(天津市南开医院)超声科(天津 300100)



【摘要】目的 探讨经胸心脏超声对无症状房颤(AF)患者左心耳血栓形成(LAAT)的筛查价值,同时分析LAAT的危险因素。**方法** 回顾性分析2023年3月至2025年7月在我院住院的无症状AF患者120例,根据经食管超声心动图检查将患者分为LAAT组(n=44)与无LAAT组(n=76)。获取经胸常规心脏超声参数及二维斑点追踪成像(2D-STE)参数进行分析。**结果** 两组房颤病程、AF类型差异具有统计学意义($P<0.05$),而年龄、性别、体质指数、合并症状、吸烟及饮酒史差异无统计学意义($P>0.05$)。两组左心房内径(LAD)、左心房最大容积指数(LAVI)、左心房排空分数(LAEF)、左心室质量指数(LVMI)、左心室射血分数(LVEF)、二尖瓣E/e'比值、储器期左心房应变(LASr)、收缩期左心房应变(LASct)、储器期峰值应变率(pLASRr)、心房纵向峰值应变(PALS)、左心房僵硬度指数(LASI)差异具有统计学意义($P<0.05$)。Logistic回归模型分析显示,持续性AF、LAD、LAVI、LASct、pLASRr、PALS、LASI是发生LAAT的独立影响因素,Logit(P)=0.84+0.622持续性AF+0.284 LAD+0.302 LAVI-0.265LASct-0.421pLASRr-0.295PALS+0.497LASI。ROC曲线分析,以联合Logistic回归模型中的概率值拟合ROC曲线,联合预测LAAT的AUC为0.908(0.852~0.965),灵敏度为86.84%,特异度为94.91%。**结论** 持续性AF、左心房形变以及多个2D-STE参数对AF患者发生LAAT具有独立预测价值,联合模型有望成为无症状AF患者LAAT的筛查方案。

【关键词】 房颤; 经胸心脏超声; 二维斑点追踪成像; 左心耳血栓形成; 危险因素

【中图分类号】 R445.1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.7.023

The Screening Value of Transthoracic Echocardiography for Left Atrial Appendage Thrombosis in Asymptomatic Atrial Fibrillation Patients and Analysis of Risk Factors

QIAO Yuan-yuan*

Department of Ultrasound, Hospital of Integrated Chinese and Western Medicine, Tianjin (Tianjin NanKai Hospital), Tianjin 300100, China

Abstract: Objective To explore the screening value of transthoracic echocardiography for left atrial appendage thrombosis (LAAT) in asymptomatic atrial fibrillation (AF) patients and to analyze the risk factors of LAAT. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 120 asymptomatic AF patients admitted to our hospital from March 2023 to July 2025. The patients were divided into the LAAT group (n=44) and the non-LAAT group (n=76) based on transesophageal echocardiography. Transthoracic conventional echocardiographic parameters and two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STE) parameters were obtained and analyzed. **Results** There were statistically significant differences in the course of AF and AF type between the two groups ($P<0.05$), while there were no statistically significant differences in age, gender, body mass index, combined symptoms, smoking and drinking history ($P>0.05$). There were statistically significant differences in left atrial diameter (LAD), left atrial maximum volume index (LAVI), left atrial ejection fraction (LAEF), left ventricular ejection fraction (LVEF), mitral valve E/e' ratio, reservoir phase left atrial strain (LASr), systolic phase left atrial strain (LASct), reservoir phase peak strain rate (pLASRr), atrial longitudinal peak strain (PALS), and left atrial stiffness index (LASI) between the two groups ($P<0.05$). Logistic regression model analysis showed that persistent AF, LAD, LAVI, LASct, pLASRr, PALS, and LASI were independent influencing factors for the occurrence of LAAT, with Logit(P)=0.84+0.622 persistent AF + 0.284 LAD + 0.302 LAVI - 0.265 LASct - 0.421 pLASRr - 0.295 PALS + 0.497 LASI. ROC curve analysis showed that the combined probability value of the Logistic regression model was used to fit the ROC curve, and the AUC of the combined prediction of LAAT was 0.908 (0.852~0.965), with a sensitivity of 86.84% and a specificity of 94.91%. **Conclusion** Persistent AF, left atrial diameter, and multiple 2D-STE parameters have independent predictive value for the occurrence of LAAT in AF patients, and the combined model is expected to reliably predict LAAT.

Keywords: Atrial Fibrillation; Transthoracic Echocardiography; Two-Dimensional Speckle Tracking Imaging; Left Atrial Appendage Thrombosis; Risk Factors

房颤(Atrial fibrillation, AF)是最常见的心律失常,也是公认的血栓栓塞性并发症的危险因素,其中大多数栓塞事件源于因心房功能丧失导致血液淤滞而形成的左心耳血栓形成(Left atrial appendage thrombus, LAAT)^[1]。经食管超声心动图是检测左心耳血栓的金标准,但属于侵入性操作、需要局麻,不是经济简便的筛查手段。经胸常规心脏超声及二维斑点追踪超声心动图(Two-dimensional speckle tracking

echocardiography, 2D STE)在预测LAAT方面也具有价值。AF患者左心耳收缩力和功能降低,常表现为多普勒流速降低和左心耳扩张,因而脉冲多普勒测量左心耳血流速度可评估左心耳功能。然而,由于房颤期间血流模式和振幅变化很大,且流速曲线的形态和速度受取样容积位置的影响,使用脉冲多普勒方法评估无法取得满意效果。2DSTE是组织多普勒成像技术的扩展,可对心肌应变和应变率进行定量测量,相比传统心脏

【第一作者】 乔媛媛,女,主治医师,主要研究方向:心脏超声。Email: nkyycskqyy@163.com

【通讯作者】 乔媛媛

超声参数，能更全面地评估心脏力学，在检测心功能细微变化方面尤为重要。研究表明，STE可更全面地分析左心房功能，左心房应变受损可预测房颤患者的LAAT^[2-4]。为此，本研究旨在探讨经胸常规心脏超声参数及2D-STE对AF患者发生LAAT的筛查价值，报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究共收集2023年3月至2025年7月在我院住院的无症状房颤患者120例。

纳入标准：经心电图(12导联心电图、动态心电图、监护心电图等)记录到房颤发作；接受经胸及经食管心脏超声检查，明确了左心房/左心耳内是否存在血栓；具有完整的病史和临床资料。排除标准：有风湿性二尖瓣狭窄、瓣膜置换等疾病的患者；根据临床症状和左心室射血分数评估为心力衰竭者，或有心绞痛、心肌梗死病史者；超声图像质量不佳无法评估者。根据经食管超声心动图检查将患者分为LAAT组(n=44)与无LAAT组(n=76)。本研究经我院伦理委员会审核批准，所有患者均签署书面知情同意书。

1.2 方法 所有患者均进行了经胸心脏超声检查，仪器为Philips iE33 彩色多普勒超声诊断仪，连续记录3个心动周期用于分析，由一位经验丰富的医师(设盲)在工作站进行离线分析。获取所有常规心脏超声参数以及左心房(LA)和左心室(LV)的形变测量值，包括左心房内径(Left atrial diameter, LAD)、左心房最大容积指数(Left atrial volume index, LAVI)、左心房排空分数(Left atrial ejection fraction, LAEF)、左心室质量指数(Left ventricular mass index, LVMI)、左心室射血分数(Left ventricular ejection fraction, LVEF)、二尖瓣 E/e'比值。

二维斑点追踪成像(2D-STE)保留心尖四腔心和两腔心切面的二维动态图像。采用逐点点击法在两个切面手动勾画左心房心内膜面，软件随后在心房心外膜附近自动生成附加线和心肌中层线，以获得感兴趣区(ROI)。手动调整ROI的宽度

和形状，之后软件将其分为6个节段。随后，软件在一个心动周期内对两个切面的心房心肌进行逐帧自动追踪，并生成心房应变和应变率曲线。以QRS波起点作为评估左心房储器期应变值(LASr)的参考点，软件自动计算两个切面各参数的平均值，主要参数包括：储器期左心房应变(LASr)、收缩期左心房应变(LASct)、导管期左心房应变(LAScd)、储器期峰值应变率(pLASRr)、心房纵向峰值应变(PALS)。同时计算左心房僵硬指数(LASI)，即 E/e' 与 LASr的比值。

1.3 统计学方法 采用SPSS 23.0统计学软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，采用独立样本t检验。计数资料以n表示，采用 χ^2 检验。采用多因素Logistic回归分析，通过回归方程拟合的概率值绘制ROC曲线。相关性分析采用Pearson相关分析。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组基本特征及临床特征比较 两组房颤病程、AF类型差异具有统计学意义(P<0.05)，而年龄、性别、BMI、合并症状、吸烟及饮酒史差异无统计学意义(P>0.05)，见表1。

2.2 两组心脏超声参数比较 两组LAD、LVEF、E/e' 比值、LAVI、LAFE、LASr、LASct、LAScd、pLASRr、PALS、LASI差异具有统计学意义(P<0.05)，见表2。

2.3 多因素Logistic分析 以发生LAAT为因变量(发生LAAT为1，未发生LAAT为0)，以表1和表2中P<0.1的指标作为自变量，进行Logistic回归模型分析，结果显示，持续性AF、LAD、LAVI、LASct、pLASRr、PALS、LASI是发生LAAT的独立影响因素，Logit(P)=0.84+0.622持续性AF+0.284 LAD+0.302 LAVI-0.265LASct-0.421pLASRr-0.295PALS+0.497LASI，见表3。

2.4 ROC曲线分析 以发生LAAT为因变量，以联合Logistic回归模型中的概率值拟合ROC曲线，联合预测LAAT的AUC为0.908(0.852~0.965)，灵敏度为86.84%，特异度为94.91%。见图1。

表1 两组基本特征及临床特征比较

组别	LAAT组(n=44)	无LAAT组(n=76)
年龄(岁)	68.29±5.46	65.77±9.83
男/女(n)	25/19	46/30
房颤病程[M(IQR), 年]	4(2~9)*	3(2~5)
BMI(kg/m²)	25.46±2.87	25.13±2.04
AF类型(n)		
阵发性AF	13*	52
持续性AF	31	24
高血压(n)	19	33
糖尿病(n)	13	29
血脂异常(n)	32	51
心力衰竭(n)	5	10
脑卒中/短暂性脑缺血发作(n)	7	3
吸烟(n)	23	46
饮酒(n)	30	49

注：与无LAAT组比较，*P<0.05。

表2 两组心脏超声参数比较

组别	LAAT组(n=44)	无LAAT组(n=76)
LAD(mm)	39.35±2.54*	43.13±3.99
LAVI(mL·m ⁻²)	57.89±9.25*	45.14±7.08
LAEF(%)	27.75±4.30*	30.57±4.82
LVMI(g·m ⁻²)	136.76±18.74	138.03±10.56
LVEF(%)	52.35±4.59*	57.02±3.27
E/e' 比值	11.79±2.45*	9.14±1.77
2D-STE		
LASr(%)	9.82±2.91*	16.54±2.59
LASct(%)	4.53±1.55*	8.79±2.02
LAScd(%)	5.26±1.89*	10.13±2.57
pLASRr	0.69±0.14*	1.35±0.46
PALS(%)	15.87±3.02*	7.71±2.54
LASI	2.23±0.75*	1.05±0.39

注：与无LAAT组比较，*P<0.05。

表3 多因素Logistic分析

自变量	回归系数	标准误	Wald χ^2	OR	95%CI	P
持续性AF	0.622	0.159	7.526	2.540	1.834~5.266	0.001
LAD	0.284	0.230	4.788	1.636	1.233~3.901	0.005
LAVI	0.302	0.218	5.271	1.872	1.437~5.120	0.004
LASct	-0.265	0.326	4.248	0.719	1.005~4.253	0.008
pLASRr	-0.421	0.201	5.446	0.921	1.372~5.250	0.002
PALS	-0.295	0.184	4.900	0.824	1.235~4.930	0.004
LASI	0.497	0.189	5.422	2.035	1.542~4.361	0.002

3 讨 论

LAAT形成的主要机制是左心房和左心耳功能障碍，左心房收缩及舒张功能障碍会导致左心房压力升高、涡流形成以及左心耳血流排空受损，从而使内部血流淤滞、流速降低，这些因素最终导致了LAAT^[5-6]。

本结果显示，无论是常规心脏超声参数还是2D STE参数，LAAT组均较无LAAT组发生了显著的改变。经Logistic回归模型分析，LAD、LAVI、LASct、pLASRr、PALS、LASI与LAAT之间存在密切关系。研究表明，左心房和左心耳的形态改变可能会增加AF患者发生血栓栓塞的风险，心房越大，血栓越容易形成^[7]。本研究与之相符，证明到LAD、LAVI是LAAT的独立影响因素。究其原因，AF可能通过扩张左心房而加剧左心房重构及心肌纤维化，导致左心房压力升高，并最终影响左心耳的血流速度。两组LAEF、LVEF、E/e'比值也存在明显差异，但并未成为LATT的独立影响因素。

应变可描述心肌的形变能力，从而反映心腔的机械功能^[8-9]。与传统超声参数相比，左心房应变是一个相对较新的反映左心房功能的指标，一些学者认为它可能优于左心房容积功能参数，因为它可以区分左心房的主动形变和被动运动^[10]。Song等^[11]研究表明LASct与LATT有关，并指出经胸测定LASct可为无法进行经食管心脏超声的AF患者提供血栓风险参考，若房颤患者LASct $\leq$ 2.5%，其发生左心房血栓的可能性显著增加，可能需要更密切的监测和长期规范化抗凝治疗。而本结果显示，多个STE参数包括LASct、pLASRr、PALS及LASI，均是LATT的独立影响因素，表明了STE参数与LAAT的密切关系，其中以LASI提示的风险性最强(OR=2.04)。既往研究表明，LASI与有创测量的左心房僵硬硬度具有高度一致性，并且是预测左心耳排空速度降低的最强指标^[12]。

此外，本研究还分析了其它影响因素，结果显示，除了超声指标外，仅AF类型为LATT的独立影响因素。我国一项单中心大样本研究表明，持续性AF是血栓形成的唯一独立危险因素^[13]。研究表明，与阵发性AF患者相比，持续性AF患者出现明显的左心耳扩张、整体射血分数降低、左心耳排空速度降低以及正向应变峰值弥漫性下降，提示AF持续时间与左心房机械功能障碍之间存在关系，即AF持续时间越长，左心耳形变能力降低越明显，且收缩力呈弥漫性下降^[14]。

与侵入性检查比较，经胸心脏超声无法直接检查左心耳血栓情况，根据经验来看，单一超声指标的诊断效能往往有限，而联合诊断能提供更全面、可靠的信息。为此，本研究以联合Logistic回归模型中的概率值拟合ROC曲线，结果显示，联合诊

断对LAAT具有可靠价值(AUC>0.9)，证明到应用经胸心脏超声来对AF患者进行筛查，能为LATT发生风险提供可靠的预测价值。

综上所述，经胸心脏超声是无症状AF患者筛查LAAT的非侵入性、高效、经济的手段，尤其要重视2D-STE的应用，同时结合AF类型，能有效为LATT风险作出提示。本研究的主要局限性在于为回顾性研究，样本量较小，这可能导致研究结果存在一定偏倚。

参考文献

- [1] Okada M, Inoue K, Tanaka N, et al. Impact of left atrial appendage flow velocity on thrombus resolution and clinical outcomes in patients with atrial fibrillation and silent left atrial thrombi: insights from the LAT study[J]. *Europace*, 2024, 26 (5): euae120.
- [2] 刘丹妮, 冉海涛, 敖梦. 实时三维超声心动图和斑点追踪成像评价房颤患者心房结构和功能的研究进展[J]. *中国医学影像学杂志*, 2022, 30 (005): 518-523.
- [3] Kurzawski J, Janion-Sadowska A, Zandecki L, et al. Global peak left atrial longitudinal strain assessed by transthoracic echocardiography is a good predictor of left atrial appendage thrombus in patients in sinus rhythm with heart failure and very low ejection fraction—an observational study[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2020, 18 (1): 7.
- [4] Vincenti A, Porcu L, Sonaglioni A, et al. Proposal for a clinical and an echocardiographic score for prediction of left atrial thrombosis in atrial fibrillation patients undergoing early electrical cardioversion[J]. *Int J Clin Pract*, 2021, 75 (11): e14706.
- [5] 郭辉辉, 宋瑞, 李柏林, 等. 非瓣膜性房颤患者左心房结构与左心耳自发显影、左心耳血栓的相关性研究[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2022, 14 (007): 839-843.
- [6] 蒲里沙, 张丽叶, 王云刚审校. 非瓣膜性房颤继发左心耳血栓的诊疗现状及研究进展[J]. *微循环学杂志*, 2024, 34 (4): 105-112.
- [7] Zhang Y, Yuan YQ. Value of left atrial diameter with CHA2DS2-VASc score in predicting left atrial/left atrial appendage thrombosis in non-valvular atrial fibrillation[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2021, 116 (2): 325-331.
- [8] 张恒锐, 田鑫, 兰红琳. 基于超声心动图及CMR评价运动员心肌应变的研究进展[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2025, 23 (8): 199-202.
- [9] 游弋, 苏春艳, 杨智, 等. 基于CMR-FT的应变技术评估心肌淀粉样变患者左心室应变特征[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2025, 23 (4): 101-104.
- [10] Bao L, Cheng L, Gao X, et al. Left atrial morpho-functional remodeling in atrial fibrillation assessed by three dimensional speckle tracking echocardiography and its value in atrial fibrillation screening[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2022, 20 (1): 13.
- [11] Song Y, Huang L, Jiang C, et al. Usefulness of two-dimensional speckle tracking echocardiography in assessment of left atrial fibrosis degree and its application in atrial fibrillation[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2025, 41 (4): 695-708.
- [12] Uzi bo-yczkowska B, Kiliszek M, Maciorowska M, et al. Predicting reduced left atrial appendage velocity from echocardiographic left atrial function parameters in patients with atrial fibrillation undergoing catheter ablation[J]. *Sci Rep*, 2024, 14 (1): 7282.
- [13] Liu H, Lin M, Han W, et al. The risk factors of thrombus formation and the effect of catheter ablation on repetitive thrombus formation in patients with atrial fibrillation: a single center retrospective study in China[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2023, 23 (1): 28.
- [14] Wang L, Fan J, Wang Z, et al. Evaluating left atrial appendage function in a subtype of non-valvular atrial fibrillation using transesophageal echocardiography combined with two-dimensional speckle tracking[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2022, 12 (5): 2721-2731.

(收稿日期: 2026-03-04)

(校对编辑: 姚丽娜)

(排版编辑: 刘淮嘉)