

· 临床研究 ·

持续性房颤患者左房球形指数与左房自发显影的相关性

马铮, 张国勇, 刘佩林, 江雪, 郭彩霞*

(首都医科大学附属北京同仁医院心血管内科, 北京 100730)

【摘要】目的 探讨持续性房颤患者发生左房自发显影的临床特征, 分析其与反映左房球形化的左房球形指数之间的相关性。**方法** 回顾性分析首都医科大学附属北京同仁医院 2021 年 8 月至 2022 年 12 月收治的 96 例非瓣膜性持续性房颤患者的临床资料。根据经食道心脏超声有无左房自发显影表现, 将患者分为左房自发显影组 (54 例) 及对照组 (42 例)。对 2 组患者合并症、实验室检查结果、心脏超声参数及左房球形指数进行比较。采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。根据数据类型, 分别采用 *t* 检验、Mann-Whitney *U* 检验或 χ^2 检验进行组间比较。应用 Pearson 相关分析左房球形指数与合并症及心脏超声参数的相关性。采用 logistic 回归分析左房自发显影的危险因素。**结果** 左房自发显影组患者女性患者比例、CHA2DS2-VASc 评分、D-二聚体水平、氨基末端 B 型钠尿肽前体 (NT-proBNP) 水平、左房前后径与横径、左房球形指数均高于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。左房球形指数与体质指数 (BMI)、心力衰竭、左室舒张末内径 ($r = 0.236, 0.272, 0.212; P < 0.05$) 呈正相关; 与左室射血分数呈负相关 ($r = -0.225; P < 0.05$)。较高的 CHA2DS2-VASc 评分 ($OR = 1.637, 95\% CI 1.117 \sim 2.400$)、D-二聚体升高 ($OR = 1.006, 95\% CI 1.002 \sim 1.010$)、增大的平均左房球形指数 ($OR = 3.556, 95\% CI 1.704 \sim 7.424$) 是左房自发显影发生的危险因素。**结论** 持续性房颤患者左房球形变是发生左房自发显影的重要危险因素, 平均左房球形指数可较好反映左房自发显影, 有光明的临床应用前景。

【关键词】 心房颤动; 左房自发显影; 左房球形指数

【中图分类号】 R541.7

【文献标志码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.08.120

Correlation between left atrial sphericity index and left atrial spontaneous echo contrast in patients with persistent atrial fibrillation

Ma Zheng, Zhang Guoyong, Liu Peilin, Jiang Xue, Guo Caixia*

(Department of Cardiology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China)

【Abstract】Objective To explore the clinical features of left atrial spontaneous echo contrast (LASEC) in patients with persistent atrial fibrillation (AF) and to analyze its correlation with left atrial sphericity index (LASI). **Methods** Clinical data of 96 patients with nonvalvular persistent AF admitted to our hospital from August 2021 to December 2022 were collected and retrospectively analyzed. These patients were divided into LASEC group ($n = 54$) and control group ($n = 42$) according to the results of echocardiography. Their comorbidities, results of laboratory tests, cardiac ultrasound parameters and LASI were compared between the two groups. SPSS statistics 22.0 was used to perform the statistical analysis. Student's *t* test, Mann-Whitney *U* test or *Chi*-square test was employed for intergroup comparison depending on data type. Pearson correlation analysis was applied to explore the correlation of LASI with comorbidity and echocardiographic parameters. Logistic regression analysis was conducted to investigate the risk factors of LASEC. **Results** The proportion of female patients, CHA2DS2-VASc score, D-dimer level, N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP), LA anteroposterior diameter and transverse diameter, and LASI were significantly higher in LASEC group than the control group ($P < 0.05$). LASI was positively correlated with body mass index (BMI), heart failure and left ventricular end-diastolic diameter ($r = 0.236, 0.272, 0.212; P < 0.05$), and negatively with left ventricular ejection fraction ($r = -0.225, P < 0.05$). Higher CHA2DS2-VASc score ($OR = 1.637, 95\% CI 1.117 \sim 2.400$), elevated D-dimer level ($OR = 1.006, 95\% CI 1.002 \sim 1.010$), and increased mean LASI ($OR = 3.556, 95\% CI 1.704 \sim 7.424$) were risk factors for LASEC. **Conclusion** LA sphericity is an causal risk factor for LASEC in patients with persistent AF. The mean LASI can well indicate LASEC, with a promised prospect for clinical application.

【Key words】 atrial fibrillation; left atrial spontaneous echo contrast; left atrial sphericity index

This work was supported by the National Natural Science Foundation for Young Scholars of China (82200369).

Corresponding author: Guo Caixia, E-mail: g1c9x76@126.com

收稿日期: 2023-02-19; 接受日期: 2023-05-10

基金项目: 国家自然科学基金青年项目 (82200369)

通信作者: 郭彩霞, E-mail: g1c9x76@126.com

心房颤动(以下简称房颤)是常见的房性心律失常,随着人口老龄化,已成为我国主要的医疗负担之一^[1]。房颤不但影响患者生活质量,更是引起动脉栓塞及心力衰竭的重要病因。目前研究表明,左房自发显影与房颤左心房舒缩功能障碍关系密切,是房颤预后不良的独立危险因素^[2,3]。此外,左房自发显影与导管消融疗效相关,成为近年研究热点^[4,5]。左房球形指数作为左房球形变的重要衡量指标,其精准计算往往需要借助心脏超声或 CT 对心房体积、面积进行复杂绘制与计算,难以在临床中普遍开展应用^[6]。利用经胸心脏超声四腔心切面左房横径与长径比值获得的左房球形指数,可反映房颤患者预后,具有良好临床应用价值^[7]。因此,有必要对房颤患者,尤其是持续性房颤患者,发生左房自发显影的危险因素进行研究,并探讨左房自发显影与左房球形指数之间的关系,寻找左房自发显影的危险因素。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2021 年 8 月至 2022 年 12 月首都医科大学附属北京同仁医院收治的非瓣膜性持续性房颤患者的临床资料。纳入标准:(1)持续性房颤(持续时间>7 d)或长程持续性房颤(持续时间>1 年);(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)临床资料完整;(4)已接受规范抗凝治疗 3 周以上。排除标准:(1)易栓症;(2)严重感染性疾病;(3)自身免疫性疾病;(4)恶性肿瘤;(5)血液系统疾病;(6)经食道超声证实左房或左心耳血栓形成。本研究共收录 212 例非瓣膜性持续性房颤患者的临床资料,剔除临床资料不完整、超声影像质量不佳病例后,最终 96 例患者资料进入后续研究。根据经食道超声检查是否存在左房自发显影,将患者分为左房自发显影组与对照组。其中左房自发显影组 54 例,年龄(63.37 ± 9.82) 岁,男性 26 例,合并心力衰竭 15 例、高血压 31 例、糖尿病 8 例、卒中 5 例及外周动脉疾病 4 例。对照组 42 例,年龄(62.79 ± 9.95) 岁,男性 32 例,合并心力衰竭 6 例、高血压 20 例、糖尿病 4 例、卒中 7 例及外周动脉疾病 5 例。本研究遵循《赫尔辛基宣言》的原则并通过首都医科大学附属北京同仁医院医学伦理委员会批准。

1.2 观察指标

记录 2 组受试者年龄、性别、病程、合并症、CHA₂DS₂-VASc 评分、血常规、血生化指标、凝血功能、氨基末端 B 型钠尿肽前体(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)及超声心动参数。

心脏超声相关原始参数均由有经验的主治医

师使用飞利浦 IE33 检查获取,并最终由 1 名有经验的医师对所有检查影像进行复审确认。经胸心脏超声记录左房前后径、左房横径、左房长径、左室舒张末内径、左室收缩末内径、左室射血分数、左室短轴缩短率、三尖瓣环收缩期位移及肺动脉压。其中所有左房内径测量均在心室收缩末期进行。左房前后径在胸骨旁左室长轴层面,测量主动脉远端后壁至左房后壁垂线获得。左房长径及横径均于心尖四腔心切面测量获得。左房长径为二尖瓣环平面中点到左心房顶的距离,而横径为房间隔中点垂直于长径至左心房侧壁的径线长度^[7]。经食道心脏超声评价是否存在左房自发显影。将左房自发显影定义为排除伪影后左房腔内飘动的云雾状或涡旋状回声。

使用左房球形指数评价左心房球形变程度,参考 Osmanagic 等^[8]使用的计算公式:左房球形指数=左房横径/长径,取值范围 0~1。考虑左房在重构中不平衡扩大,在左房球形指数计算中,需同时考虑横径及前后径变化因素^[9]。因此,我们设定左房球形指数 1=左房前后径/长径;左房球形指数 2=左房横径/长径;左房球形指数 3=(左房球形指数 1+左房球形指数 2)/2,以便更全面反映左房球形变。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料使用中位数(四分位数间距)[*M*(*Q*₁, *Q*₃)]表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析左房球形指数与合并症及心脏超声参数的相关性。采用 logistic 回归分析左房自发显影的危险因素。在进行上述回归分析前,完成变量多重共线性检验并剔除存在共线性的变量。设定双侧检验 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者一般资料比较

2 组患者年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、房颤病程、合并症发生率、血红蛋白、血小板计数、C 反应蛋白、凝血酶原时间、部分活化凝血酶原时间、纤维蛋白原水平及肾小球滤过率等比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。与对照组比较,左房自发显影组患者女性比例更高,CHA₂DS₂-VASc 评分更高,D-二聚体、NT-proBNP 水平更高,差异均有统计学意义(*P*<0.05;表 1)。

表 1 2 组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between two groups

Item	Control group(<i>n</i> = 42)	LASEC group(<i>n</i> = 54)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i> value
Age(years, $\bar{x}\pm s$)	62. 79±9. 95	63. 37±9. 82	-0. 288	0. 774
Male[<i>n</i> (%)]	32(76. 19)	26(48. 15)	7. 768	0. 005
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	25. 17±3. 03	26. 58±4. 01	-1. 868	0. 065
Course of AF[years, <i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃)]	3. 00(1. 00, 5. 75)	2. 50(0. 56, 6. 00)	4. 936	0. 678
Comorbidity[<i>n</i> (%)]				
Heart failure	6(14. 29)	15(27. 78)	1. 902	0. 113
Hypertension	20(47. 62)	31(57. 41)	2. 516	0. 386
Diabetes mellitus	4(9. 52)	8(15. 09)	0. 659	0. 417
Stroke	7(16. 67)	5(9. 26)	1. 185	0. 276
PAD[<i>n</i> (%)]	5(11. 90)	4(7. 41)	0. 562	0. 453
CHA ₂ DS ₂ -VASc score(points, $\bar{x}\pm s$)	1. 90±1. 37	2. 63±1. 54	-2. 426	0. 017
Hemoglobin(g/L, $\bar{x}\pm s$)	149. 12±14. 59	146. 49±17. 51	0. 784	0. 435
Platelet(×10 ⁹ /L, $\bar{x}\pm s$)	221. 07±66. 83	222. 43±53. 16	-0. 111	0. 912
CRP[mg/L, <i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃)]	0. 84(0. 59, 1. 72)	0. 74(0. 47, 1. 45)	551. 150	0. 263
PT(s, $\bar{x}\pm s$)	13. 24±5. 02	14. 16±3. 88	-1. 014	0. 313
APTT(s, $\bar{x}\pm s$)	36. 05±6. 91	36. 86±6. 65	-0. 586	0. 559
Fibrinogen(g/L, $\bar{x}\pm s$)	3. 09±0. 60	3. 11±0. 61	-0. 154	0. 878
D-dimer[μg/L, <i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃)]	55. 00(15. 00, 107. 75)	224. 00(66. 75, 367. 25)	1 623. 512	<0. 001
GFR(ml/min, $\bar{x}\pm s$)	79. 12±19. 48	92. 53±21. 58	-1. 359	0. 178
NT-proBNP(pg/ml, <i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃)]	100. 00(44. 00, 133. 00)	276. 00(124. 50, 418. 75)	120. 003	0. 018

LASEC: left atrial spontaneous echo contrast; BMI: body mass index; AF: atrial fibrillation; PAD: peripheral arterial disease; CRP: C-reactive protein; PT: prothrombin time; APTT: activated partial thromboplastin time; GFR: glomerular filtration rate; NT-proBNP: N-terminal pro-B-type natriuretic peptide.

2.2 2 组患者经胸心脏超声特征比较

与对照组比较,左房自发显影组患者主肺动脉更宽,左房前后径及横径更长,三尖瓣环收缩期位移更小,左房球形指数更大,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。其余参数比较差异无统计学意义(*P*>0.05;表2)。

表 2 2 组患者经胸心脏超声特征比较

Table 2 Comparison of transthoracic cardiac ultrasound parameters between two groups ($\bar{x}\pm s$)

Item	Control group(<i>n</i> = 42)	LASEC group(<i>n</i> = 54)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i> value
PAD(mm)	22. 52±2. 46	23. 92±3. 56	-2. 170	0. 033
LA-AP(mm)	39. 86±6. 16	43. 59±6. 31	-2. 909	0. 005
LA-TD(mm)	41. 79±5. 69	46. 26±5. 52	-3. 887	<0. 001
LA-SI(mm)	54. 10±5. 31	55. 61±6. 51	-1. 224	0. 224
RA-TD(mm)	42. 32±5. 57	42. 06±6. 28	0. 143	0. 887
RA-SI(mm)	43. 55±5. 98	42. 56±5. 56	0. 362	0. 704
LVESD(mm)	31. 02±4. 92	31. 98±5. 15	-0. 741	0. 460
LVEDD(mm)	43. 55±5. 98	42. 56±5. 56	-0. 378	0. 706
LVEF(%)	61. 12±7. 95	59. 30±8. 43	0. 422	0. 674
LVFS(%)	33. 26±4. 41	33. 17±4. 77	0. 088	0. 930
TAPSE(mm)	19. 38±1. 31	18. 52±1. 38	2. 965	0. 004
LASI 1	0. 73±0. 06	0. 78±0. 07	-3. 708	<0. 001
LASI 2	0. 77±0. 05	0. 81±0. 06	-4. 684	<0. 001
LASI 3	0. 75±0. 05	0. 81±0. 06	-4. 862	<0. 001

LASEC: left atrial spontaneous echo contrast; PAD: pulmonary artery diameter; LA-AP: anteroposterior diameter of left atrium; LA-TD: transverse diameter of left atrium; LA-SI: superior-inferior diameters of left atrium; RA-TD: transverse diameter of right atrium; RA-SI: superior-inferior diameters of right atrium; LVESD: left ventricular end systolic diameter; LVEDD: left ventricular end-diastolic diameter; LVEF: left ventricular ejection fraction; LVFS: left ventricular fractional shortening; TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion; LASI: left atrial sphericity index.

2.3 左房球形变与 BMI、合并症及心脏超声参数的相关性

相关性分析显示,左房球形指数与 BMI(*r*=0.236,*P*=0.024)、心力衰竭(*r*=0.272,*P*=0.007)、左室舒张末内径(*r*=0.212,*P*=0.038)呈正相关;与左室射血分数呈负相关(*r*=-0.225,*P*=0.028)。

2.4 logistic 回归分析左房自发显影发生的危险因素

应用 logistic 回归分析左房自发显影发生的危险因素。分析前,本研究对 CHA2DS2-VASc 评分及高血压、心力衰竭、糖尿病、年龄、性别、卒中、外周血管疾病进行了多重共线性分析,结果显示上述单一因素与 CHA2DS2-VASc 评分存在共线性,因此在回归分析中剔除上述因素,保留 CHA2DS2-VASc 评分。单因素 logistic 回归分析显示,CHA2DS2-VASc 评分、D-二聚体水平、主肺动脉宽度、左房前后径、左房横径、左房球形指数与三尖瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE)为左房自发显影发生的危险因素(*P*<0.05;表3)。在矫正了主肺动脉宽度、左房前后径、左房横径、左房球形指数1、左房球形指数2、TAPSE 后,多因素 logistic 回归分析结果表明,较高的 CHA2DS2-VASc 评分(*OR* = 1.637, 95%*CI* 1.117~2.400;*P*<0.05)、D-二聚体升高(*OR* = 1.006, 95%*CI* 1.002~1.010;*P*<0.05)、增大的平均左房球形指数(*OR* = 3.556, 95%*CI* 1.704~7.424; *P*<0.05)是左房自发显影发生的危险因素(*P*<0.05)。

表 3 单因素 logistic 回归分析左房自发显影发生的危险因素

Table 3 Univariate logistic regression analysis on risk factors of left atrial spontaneous echo contrast			
Factor	OR	95%CI	P value
CHA2DS2-VASc score	1.428	1.056-1.931	0.021
D-dimer	1.006	1.002-1.009	0.001
PAD	1.189	1.007-1.404	0.041
LA-AP	1.104	1.028-1.187	0.007
LA-TD	1.159	1.064-1.262	0.001
LASI 1	2.259	1.395-3.657	0.001
LASI 2	2.857	1.689-4.833	<0.001
LASI 3	3.017	1.756-5.185	<0.001
TAPSE	0.614	0.432-0.871	0.006

PAD: pulmonary artery diameter; LA-AP: anteroposterior diameter of left atrium; LA-TD: transverse diameter of left atrium; LASI: left atrial sphericity index; TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion.

3 讨 论

房颤作为常见的房性心律失常,因其导致动脉栓塞、心力衰竭、痴呆等并发症,严重危害人类健康。其中,房颤相关的动脉栓塞与左心房舒缩功能障碍、左房血流动力学改变、左心房重构、高凝状态等密切相关^[10]。左房自发显影作为左房或左心耳血栓形成前的状态,预示房颤患者预后不良及消融治疗后复查高风险^[11,12]。基于此,左房自发显影可作为高危房颤患者早期识别的重要标志。本研究结果显示,出现左房自发显影的房颤患者中,女性更为常见。此前研究证实,女性房颤患者因左房纤维化显著而具有更高的栓塞风险^[13]。因此,在 CHA2DS2-VASc 评分中,女性作为额外危险因素,占据 1 分。有理由相信,女性房颤患者具有较高的左房血栓前状态,即左房自发显影发生风险升高。同时,本研究结果显示了反映高凝状态的高 CHA2DS2-VASc 评分、升高的 D-二聚体水平与左房自发显影的出现相关,这一结果与左房自发显影作为房颤患者左房或左心耳血栓形成前状态有关。在发生心力衰竭时,心腔张力增高,心室心肌合成分泌 NT-proBNP 显著增加。房颤患者,尤其是持续性房颤患者,因长期快速心室率、左房舒缩功能丧失及不规则的左室舒缩时间,易于引发心力衰竭^[14]。房颤合并心力衰竭时,左房扩大及左心腔内压力增高,左心房血流速度减慢,较高的炎症反应状态与心房内膜损伤功能障碍,这些共同构成左房自发显影发生的重要病理基础^[15]。

如前所述,持续性房颤患者因左心血流动力学改变,将导致左心房纤维化及重构,表现为左房体积扩大,形态改变。近年研究发现,房颤患者左心房扩大呈现非对称性特点,即以左心房横径及前后径增

大为主^[16]。而上述径线的改变最终导致椭圆形的左心房逐渐演变为体积增大的球形。因此,左房球形变是持续性房颤左心房不良重构的结局。大量研究表明,左心房的球形改变与房颤患者发生心脏不良事件、消融后房颤复发存在相关性,提示其可能是影响房颤预后的独立危险因素^[5]。究其背后原因,左房球形变与房颤负荷重、病程长相关,所致的累积事件风险增高。此外,左房球形变后,左房的血流动力学参数也发生了变化,导致左心房血流速度减慢、血栓形成风险增高。

本研究结果显示,左房球形变与增大的 BMI、心力衰竭发生、扩大的左室舒张末内径及降低的左室射血分数相关。众所周知,肥胖是房颤发生及消融术后房颤复发的独立危险因素,这与肥胖后心外脂肪沉积、脂肪因子分泌、促进炎症反应及免疫细胞激活等诸多因素相关^[17]。本研究表明,左房球形变与增大的 BMI 相关。尽管上述两者均与房颤不良预后相关,但其因果关系仍需进一步探讨。心力衰竭的发生、左室舒张末内径扩大及左室射血分数减低均反映了左心室舒缩功能障碍。左心室功能衰竭时,可导致二尖瓣关闭不全及左室前负荷增重,左心房压力显著升高且容积扩大,左心房发生重构与形变,最终导致左心房发生球形变^[18]。而房颤合并心力衰竭时,往往为持续性房颤,病程长,预后差。由此推测,左心房球形变可能是房颤进展至后期的一种特征性左房重构。

本研究结果显示,较高的 CHA2DS2-VASc、D-二聚体升高、左房球形变是左房自发显影发生的危险因素。左房自发显影作为左房或左心耳血栓形成前状态,与体内高凝密切相关。CHA2DS2-VASc 是目前临床应用最为广泛的房颤栓塞风险预测工具。近年来更多研究证实了其可以较好地反映血栓前状态^[19]。高血压、糖尿病、心力衰竭等心血管及代谢疾病中的慢性低度炎症反应是形成血栓前状态的重要基础。高血压或心力衰竭所致的心房重构,既是心房心肌病的重要因素,同时也是导致心房血流速减慢,加剧血栓形成的因素。因此纳入上述因素的 CHA2DS2-VASc 与代表血栓前状态的超声左房自发显影关系密切。反映全身高凝血状态的 D-二聚体升高与左房自发显影发生相关密切,两者均为血栓前状态的理化表现。本研究的亮点为左房球形变为左房自发显影发生的重要危险因素之一。除左房球形变与左房自发显影发生的危险因素(如 BMI、心力衰竭发生、左室舒张末径扩大及左室射血分数减低)相关外,左房球形变后左房的血流动力

学改变或许是左房自发显影发生的直接因素,即左心房及左心耳血流速度显著减慢。这些动力学改变基于左房的球形重构^[20]。

本研究还存在一些不足,如样本量较少,缺乏前瞻性设计以说明左房球形化与左房自发显影发生的因果性等。今后将会针对性改进,使研究内容更丰富、结果更具有科学性。

综上所述,持续性房颤患者左房球形变是发生左房自发显影的重要危险因素。经胸心脏超声获得的简化平均左房球形指数可较好反映左房自发显影,未来可广泛应用于临床,筛选高危的持续性房颤患者。

【参考文献】

- [1] 马丽媛,王增武,樊静,等.《中国心血管健康与疾病报告2021》概要[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2022, 30(7): 481-496. DOI: 10.3969/j. issn. 1004-8812. 2022. 07. 001.
- [2] Baman JR, Cox JL, McCarthy PM, *et al.* Atrial fibrillation and atrial cardiomyopathies[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2021, 32(10): 2845-2853. DOI: 10.1111/jce. 15083.
- [3] Soulat-Dufour L, Lang S, Etienney A, *et al.* Correlation between left atrial spontaneous echocardiographic contrast and 5-year stroke/death in patients with non-valvular atrial fibrillation[J]. Arch Cardiovasc Dis, 2020, 113(8-9): 525-533. DOI: 10.1016/j. acvd. 2020. 02. 003.
- [4] Lin C, Bao Y, Xie Y, *et al.* Prognostic implications of left atrial spontaneous echo contrast with catheter ablation of nonvalvular atrial fibrillation patients with left atrial dilation[J]. J Cardiovasc Dev Dis, 2022, 9(9): 306. DOI: 10.3390/jcdd9090306.
- [5] Shi J, Xu S, Chen L, *et al.* Impact of left atrial sphericity index on the outcome of catheter ablation for atrial fibrillation[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2021, 14(5): 912-920. DOI: 10.1007/s12265-020-10093-6.
- [6] Nakamori S, Ngo LH, Tugal D, *et al.* Incremental value of left atrial geometric remodeling in predicting late atrial fibrillation recurrence after pulmonary vein isolation: a cardiovascular magnetic resonance study[J]. J Am Heart Assoc, 2018, 7(19): e009793. DOI: 10.1161/JAHA. 118. 009793.
- [7] Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, *et al.* Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2019, 32(1): 1-64. DOI: 10.1016/j. echo. 2018. 06. 004.
- [8] Osmanagic A, Möller S, Osmanagic A, *et al.* Left atrial sphericity index predicts early recurrence of atrial fibrillation after direct-current cardioversion: an echocardiographic study[J]. Clin Cardiol, 2016, 39(7): 406-412. DOI: 10.1002/clc. 22545.

- [9] Nedios S, Dinov B, Seewöster T, *et al.* Characteristics of left atrial remodeling in patients with atrial fibrillation and hypertrophic cardiomyopathy in comparison to patients without hypertrophy[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 12411. DOI: 10.1038/s41598-021-91892-y.
- [10] Healey JS, Amit G, Field TS. Atrial fibrillation and stroke: how much atrial fibrillation is enough to cause a stroke? [J]. Curr Opin Neurol, 2020, 33(1): 17-23. DOI: 10.1097/WCO. 0000000000000780.
- [11] Kim HD, Cho DH, Kim MN, *et al.* Left atrial dysfunction, fibrosis and the risk of thromboembolism in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation[J]. Int J Heart Fail, 2022, 4(1): 42-53. DOI: 10.36628/ijhf. 2021. 0043.
- [12] Wang H, Xi S, Chen J, *et al.* Severe left atrial spontaneous echo contrast in nonvalvular atrial fibrillation: clinical characteristics and impact on ischemic risk postablation[J]. Thromb Haemost, 2022, 123(5): 522-534. DOI: 10.1055/a-1983-0516.
- [13] Volgman AS, Benjamin EJ, Curtis AB, *et al.* Women and atrial fibrillation[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2021, 32(10): 2793-2807. DOI: 10.1111/jce. 14838.
- [14] Carlisle MA, Fudim M, DeVore AD, *et al.* Heart failure and atrial fibrillation, like fire and fury [J]. JACC Heart Fail, 2019, 7(6): 447-456. DOI: 10.1016/j. jchf. 2019. 03. 005.
- [15] Zheng N, Zhang J. External validation and comparison of CHA2DS2-VASc-RAF and CHA2DS2-VASc-LAF scores for predicting left atrial thrombus and spontaneous echo contrast in patients with non-valvular atrial fibrillation[J]. J Interv Card Electrophysiol, 2022, 65(2): 535-542. DOI: 10.1007/s10840-022-01285-y.
- [16] Nedios S, Dinov B, Seewöster T, *et al.* Characteristics of left atrial remodeling in patients with atrial fibrillation and hypertrophic cardiomyopathy in comparison to patients without hypertrophy[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 12411. DOI: 10.1038/s41598-021-91892-y.
- [17] Upadhyay K, Frishman WH. An exploration of the relationship between atrial fibrillation and obesity[J]. Cardiol Rev, 2023, 31(4): 185-192. DOI: 10.1097/CRD. 0000000000000490.
- [18] Melenovsky V, Hwang SJ, Redfield MM, *et al.* Left atrial remodeling and function in advanced heart failure with preserved or reduced ejection fraction[J]. Circ Heart Fail, 2015, 8(2): 295-303. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE. 114. 001667.
- [19] Kerr B, Brandon L. Atrial fibrillation, thromboembolic risk, and the potential role of the natriuretic peptides, a focus on BNP and NT-proBNP — a narrative review[J]. Int J Cardiol Heart Vasc, 2022, 43: 101132. DOI: 10.1016/j. ijcha. 2022. 101132.
- [20] Muresan ID, Zlibut A, Orzan RI, *et al.* Characterization of left atrial geometry and function in patients with hypertrophic cardiomyopathy: a cardiac magnetic resonance imaging study[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2022, 26(12): 4318-4330. DOI: 10.26355/eurrev_202206_29071.

(编辑:郑真真)