

射血分数保留心力衰竭合并持续性心房颤动患者超声测得左心房容积指数、左房内径和 N 末端脑钠肽前体变化及临床意义

赵恩晨, 金仁波, 宁 伟, 蒲 瑜, 党国珍
(青海省心脑血管病专科医院超声科, 青海 西宁 810000)

[摘要] 目的: 探究射血分数保留心力衰竭(HFpEF)合并持续性心房颤动(PAF)患者超声测得左心房容积指数(LAVI)、左房内径(LAD)和 N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)变化及临床意义。方法: 选取我院 2019 年 7 月—2022 年 5 月收治的 119 例 HFpEF 合并 PAF 患者设为 HFpEF 合并 PAF 组, 同期选取我院收治的 50 例 HFpEF 患者设为 HFpEF 组, 根据 HFpEF 合并 PAF 组 119 患者术后 3 月心电图或者动态心电图复查结果将其分成 2 组, 其中复发组共 31 例; 未复发组共 88 例。超声测量 LAVI、LAD, 罗氏 Cobas8000 仪器检测血清 NT-proBNP 水平, 比较 2 组资料及 LAVI、LAD、NT-proBNP 值, 多因素 Logistic 回归模型研究 HFpEF 合并 PAF 复发的影响因素, 采用 Pearson 检验进行相关性分析, 受试者工作特征曲线评估 LAVI、LAD、NT-proBNP 值预测 HFpEF 合并 PAF 复发的效能。结果: 与 HFpEF 组比较, HFpEF 合并 PAF 组收缩压、舒张压、心率、应用钙拮抗剂占比以及 LAVI、LAD、NT-proBNP 值明显增高($P<0.05$)。与未复发组比较, 复发组收缩压、舒张压、心率、应用钙拮抗剂占比以及 LAVI、LAD、NT-proBNP 值明显增高 ($P<0.05$)。Logistic 回归多因素分析发现, 收缩压降低为 HFpEF 合并 PAF 复发的保护因素 ($P<0.05$), 心率加快、舒张压增高、LAVI 增高、LAD 增大、NT-proBNP 水平增高为 HFpEF 合并 PAF 复发的危险因素($P<0.05$)。相关性分析数据结果提示, LAVI、LAD、NT-proBNP 值分别与 HFpEF 合并 PAF 的复发呈正相关 ($r=0.681, 0.633, 0.725, P<0.001$), LAVI、LAD 分别与 NT-proBNP 值呈正相关($r=0.573, 0.681, P<0.001$)。3 项指标联合应用时的预测效能(AUC=0.852)高于各指标单独应用及 2 项指标联合应用时, 其预测灵敏度与特异度依次为 70.97、97.73, 临界点依次为 38.43 mm、49.15 mL/m²、1 686.58 pg/mL。结论: 超声测量 LAVI、LAD 及 NT-proBNP 与 HFpEF 合并 PAF 复发关系密切, 为 HFpEF 合并 PAF 复发影响因素, 有望用于 HFpEF 合并 PAF 复发的临床辅助诊断, 具备较高的灵敏度及特异度。

[关键词] 心力衰竭; 心房颤动; 超声检查, 多普勒, 彩色

[中图分类号] R541.75; R541.6; R445.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1008-1062(2024)02-0100-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.02.006

Changes and clinical significance of left atrial volume index and left atrial diameter measured by ultrasound and serum N-terminal pro-brain natriuretic peptide in patients with heart failure with preserved ejection fraction and persistent atrial fibrillation

ZHAO En-chen, JIN Ren-bo, NING Wei, PU Yu, DANG Guo-zhen

(Department of Ultrasound, Qinghai Cardiocerebrovascular Disease Hospital, Xining 810000, China)

Abstract: Objective: To explore the changes and clinical significance of left atrial volume index(LAVI) and left atrial diameter(LAD) measured by ultrasound and N-terminal pro-brain natriuretic peptide(NT-proBNP) in serum in patients with heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF) and persistent atrial fibrillation (PAF). **Methods:** A total of 119 patients with HFpEF combined with PAF in our hospital from July 2019 to May 2022 were selected as the HFpEF combined with PAF group, and 50 patients with HFpEF in our hospital were selected as the HFpEF group at the same time. According to the results of ECG or Holter monitor examination 3 months after operation, 119 patients in the HFpEF combined with PAF group were divided into two groups, including 31 cases in the recurrence group and 88 cases in the non recurrent group. LAVI and LAD were measured by ultrasound, and serum NT proBNP levels were measured using Roche Cobas8000 instrument, the values of data, LAVI, LAD, and NT proBNP between two groups were compared. The multivariate Logistic regression model was used to study the influencing factors of the recurrence of HFpEF combined with PAF. Pearson test was used for correlation analysis, and receiver operator characteristic curve was used to evaluate the efficacy of LAVI, LAD, and NT proBNP values in predicting the recurrence of HFpEF combined with PAF. **Results:** Compared with the HFpEF group, the HFpEF combined with PAF group showed significant increases in systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, proportion of calcium antagonists used, LAVI, LAD, and NT proBNP values($P<0.05$). Compared with the non recurrent group, the recurrent group

[收稿日期] 2023-06-25; **[修回日期]** 2023-08-14

[作者简介] 赵恩晨(1989-), 女, 青海人, 主治医师。E-mail: zqwzec@163.com

[通信作者] 赵恩晨, 青海省心脑血管病专科医院超声科, 810000。E-mail: zqwzec@163.com

[基金项目] 青海省科技计划项目(编号:2017-ZJ-754)。

showed significant increases in systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, proportion of calcium antagonists used, LAVI, LAD, and NT proBNP values ($P<0.05$). The multivariate Logistic regression analysis found that decreased systolic blood pressure was a protective factor for the recurrence of HFpEF combined with PAF ($P<0.05$), while increased heart rate, diastolic blood pressure, LAVI, LAD, and NT proBNP levels were risk factors for the recurrence of HFpEF combined with PAF ($P<0.05$). Correlation analysis denoted that LAVI, LAD, and NT proBNP values were positively correlated with the recurrence of HFpEF combined with PAF ($r=0.6681, 0.633, 0.725, P<0.001$), and LAVI and LAD were positively correlated with NT-proBNP($r=0.573, 0.681, P<0.001$). The efficacy of combined detection(AUC=0.852) of LAVI, LAD, and NT-proBNP in predicting HFpEF combined with PAF was higher than that of the paired or separate detection, with predictive sensitivity and specificity of 70.97 and 97.73, and the cut-off values of LAD, LAVI and NT-proBNP were 38.43 mm, 49.15 mL/m² and 1 686.58 pg/mL, respectively. **Conclusion:** LAVI, LAD, and NT proBNP is closely related to the recurrence of HFpEF combined with PAF, and is influencing factor for the recurrence of HFpEF combined with PAF. It is expected to be used as a clinical auxiliary diagnosis for the recurrence of HFpEF combined with PAF, with high sensitivity and specificity.

Key words: Heart Failure; Atrial Fibrillation; Ultrasonography, Doppler, Color

心力衰竭(心衰)是由心脏结构或者其功能异常引发的以呼吸困难、活动耐量下降等为临床特点的综合征,射血分数保留的心力衰竭(Heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)为其类型之一,其在心衰中的占比接近 50%^[1]。心房颤动(房颤)为一种较为常见的心律失常,包括阵发性房颤和持续性心房颤动(Persistent atrial fibrillation, PAF),房颤在我国发病率约为 1.5%,呈现老龄化特征^[2]。众多研究认为^[3-4],房颤既为 HFpEF 危险因素,亦为 HFpEF 疾病进展过程中的常见并发症,两者同时存在可增加不良事件风险。据报道^[5],HFpEF 发生房颤时患者的心房辅助泵功能明显减低,心衰症状会进一步恶化。另有研究认为^[6],对于 HFpEF 患者,持续性房颤不仅会促进心衰病情进展,同时房颤作为心衰的危险因素,如临床不及时给予干预措施极易引起严重并发症。因此,早期发现并及时诊治对于 HFpEF 合并 PAF 患者有着重要的复发改善意义。左心房容积指数(LAVI)和左房内径(LAD)为评价临床上左心房大小的常见指标,与心衰及房颤均有密切关联^[7]。N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)为一种由心脏分泌的多肽,研究表明心脏受损越重,外周血内 NT-proBNP 含量越高,心衰越严重^[8]。基于上述背景以及以往研究的局限性和不明确性,本研究通过观察 HFpEF 合并 PAF 患者 LAVI、LAD、NT-proBNP 变化情况,探讨 HFpEF 合并 PAF 复发的影响因素以及各指标对其的预测评估效能,旨在为临床预测和减少 PAF 的发生提供可借鉴的理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

经医院伦理委员会批准,选取我院 2019 年 7 月—2022 年 5 月收治的 119 例 HFpEF 合并 PAF 患者设为 HFpEF 合并 PAF 组,同期选取我院收治的

50 例 HFpEF 患者设为 HFpEF 组。两组一般资料差异无统计学意义($P>0.05$)。纳入标准:PAF、HFpEF 诊断均参照欧洲心脏病学会推荐的指南^[9-10];年龄 40~78 岁;精神状态正常;签署知情同意书。排除标准:先天性心脏病;肝肾功能严重障碍;心脏瓣膜病;病例资料不完整;甲状腺功能亢进;无法配合研究进行;入组前行心脏瓣膜置换术;凝血功能障碍;全身性感染;恶性肿瘤;严重肺脏疾病;生命终末期者;中途退出研究;妊娠及哺乳期女性。

1.2 方法

资料收集:通过病人的住院病例,记录性别、年龄、吸烟占比、饮酒占比、高血压占比、冠心病占比、BMI、腰臀比、收缩压、舒张压、既往用药情况(钙拮抗剂、ACEI/ARB、利尿剂、 β -受体阻滞剂等)等。采集空腹静脉血 3 mL,采用罗氏 Cobas8000 仪器检测血清 NT-proBNP 水平。取患者左侧卧位,通过彩色多普勒超声诊断仪(上海聚慕医疗器械有限公司)测定患者的左心室结构,测 3~5 个心动周期,然后取平均值,测定 LAVI、LAD(LAVI 为左心房容积/体表面积,其中患者左心房容积为 $(4\pi/3) \times (\text{左右径}/2) \times (\text{上下径}/2)$,患者体表面积为 $0.0124 \times \text{体质量}(\text{kg}) + 0.0061 \times \text{身高}(\text{cm}) - 0.1529$)。根据 HFpEF 合并 PAF 组 119 例患者术后 3 月心电图或者动态心电图复查结果将其分成 2 组,其中复发组共 31 例;未复发组共 88 例;其中复发的定义为心电图或者动态心电图复查结果为房颤或者是心房扑动,否则就是未复发。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件分析数据,BMI、腰臀比、年龄、LAVI、LAD、NT-proBNP 等计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示、行 t 检验;性别、吸烟占比、饮酒占比、高血压占比、冠心病占比等计数资料用例数表示、行 χ^2 检验;复发影响因素采用 Logistic 回归模型,相关性分析采用 Pearson 检验,预测效能采用受试者工作特征曲

线。 $P<0.05$ 有统计学意义。

2 结果

2.1 HFpEF 合并 PAF 组及 HFpEF 组患者一般资料及 LAVI、LAD、NT-proBNP 值对比

2 组年龄、BMI、腰臀比、性别、吸烟占比、饮酒占比、高血压占比、冠心病占比、应用 ACEI/ARB 占比、应用 β -阻滞剂占比、应用利尿剂占比、应用螺内酯占比差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与 HFpEF 组比较, HFpEF 合并 PAF 组收缩压、舒张压、心率、应用钙拮抗剂占比以及 LAVI、LAD、NT-proBNP 值明显增高 ($P<0.05$)。

2.2 复发组和未复发组单因素分析

2 组年龄、BMI、腰臀比、性别、吸烟占比、饮酒占比、高血压占比、冠心病占比、应用 ACEI/ARB 占比、应用 β -阻滞剂占比、应用利尿剂占比、应用螺内酯占比差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与未复发组比较, 复发组收缩压、舒张压、心率、应用钙拮抗剂占比以及 LAVI、LAD、NT-proBNP 值明显增高 ($P<0.05$)。

2.3 多因素分析

将单因素中有统计学意义的指标因素纳入 Logistic 回归多因素分析, 发现收缩压降低为 HFpEF 合并 PAF 复发的保护因素 ($P<0.05$), 心率加快、舒张压增高、LAVI 增高、LAD 增大、NT-proBNP 水平增高为 HFpEF 合并 PAF 复发的危险因素 ($P<0.05$)。应用钙拮抗剂: 是=0; 否=1。见表 1。

2.4 相关性分析

相关性分析数据结果提示, LAVI、LAD、NT-proBNP 值分别与 HFpEF 合并 PAF 的复发呈正相

表 1 多因素 Logistic 回归模型研究 HFpEF 合并 PAF 复发的影响因素

| 变量 | β | SE | Wald | P | OR | 95%CI |
|-----------|---------|-------|-------|--------|-------|-------------|
| 收缩压 | 0.742 | 0.291 | 6.502 | 0.003 | 2.100 | 1.187~3.715 |
| 舒张压 | 0.864 | 0.315 | 7.523 | <0.001 | 2.373 | 1.280~4.399 |
| 心率 | 0.603 | 0.258 | 5.463 | 0.004 | 1.828 | 1.102~3.030 |
| 应用钙拮抗剂 | 0.768 | 0.297 | 6.687 | 0.001 | 2.155 | 1.204~3.858 |
| LAVI | 0.951 | 0.404 | 5.541 | <0.001 | 2.588 | 1.173~5.714 |
| LAD | 0.818 | 0.397 | 4.245 | <0.001 | 2.266 | 1.041~4.934 |
| NT-proBNP | 0.744 | 0.289 | 6.628 | 0.001 | 2.104 | 1.194~3.708 |

关 ($r=0.6681, 0.633, 0.725, P<0.001$), LAVI、LAD 分别与 NT-proBNP 值呈正相关 ($r=0.573, 0.681, P<0.001$)。

2.5 通过 ROC 评估 LAVI、LAD、NT-proBNP 值对 HFpEF 合并 PAF 复发的预测价值

绘制 ROC 曲线发现, LAVI、LAD、NT-proBNP 值对 HFpEF 合并 PAF 均具有一定程度的预测价值, 3 项指标联合应用时的预测效能 ($AUC=0.852$) 高于各指标单独应用及 2 项指标联合应用时, 其预测灵敏度与特异度依次为 70.97、97.73, 临界点依次为 38.43 mm、49.15 mL/m²、1 686.58 pg/mL。见表 2、图 2。

3 讨论

左心房大小为反映心房重塑及其纤维化的常见指标, 而心房纤维化可导致心房电活动异常进一步诱发房颤^[1]。研究发现^[2], 左心房增大为房颤危险因素之一, 且对房颤射频消融后复发风险有一定预测价值。既往队列研究表明^[3], LAD 每增加 5 mm, 发生房颤的相对危险度为 1.4 倍。有学者研究发现^[4], LAD 与房颤类型有一定关系, PAF 患者的 LAD 较阵

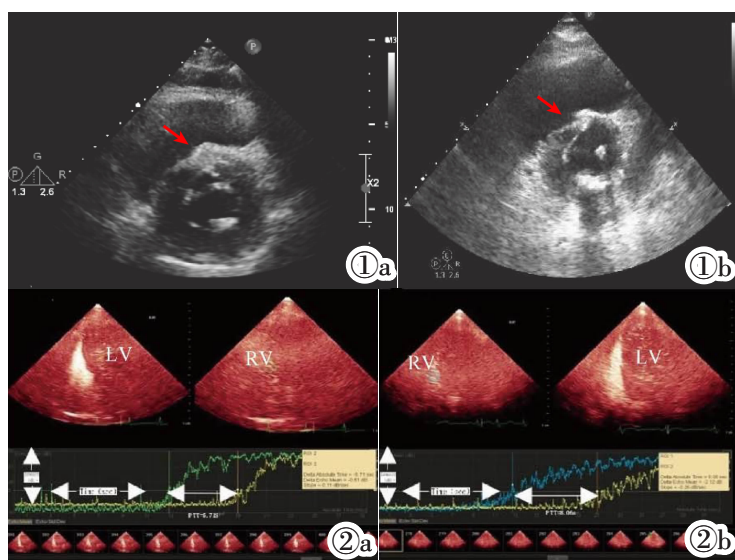


图 1 两组患者心脏超声心动图结果 (红色箭头定位前间隔)。图示区域为左心室短轴切面中段层面; 图 1a: HFpEF 合并 PAF 组, 表现二尖瓣后瓣环钙化; 图 1b: HFpEF 组, 表现左心室室间隔非对称性肥厚。图 2 两组患者心脏超声结果。图 2a: HFpEF 合并 PAF 组; 图 2b: HFpEF 组; RV: 右心室; LV: 左心室。图示选择区域为右心室和左心室, 右心室内为三尖瓣开放瓣尖位置, 且位于室间隔与右心室游离壁的中点; 左心室内为二尖瓣开放瓣尖位置, 且位于室间隔与左心室侧壁的中点。

Figure 1. Echocardiographic results of two groups of patients (red arrow indicating anterior septum). The image shows the middle segment of the left ventricular short-axis view. Figure 1a: HFpEF combined with PAF group, showing posterior mitral annular calcification. Figure 1b: HFpEF group, asymmetric left ventricular septal hypertrophy. Figure 2. Cardiac ultrasound findings in both groups. Figure 2a: HFpEF combined with PAF group; Figure 2b: HFpEF group; RV: right ventricle; LV, left ventricular. In the figure, the selected regions are the right ventricle and the left ventricle, and the right ventricle is the position of the open tricuspid valve cusp, which is located at the midpoint of the ventricular septum and the right ventricular free wall. The left ventricle is the position of the open mitral valve cusp, and it is located at the midpoint of the ventricular septum and the left ventricular lateral wall.

Figure 2a: HFpEF combined with PAF group; Figure 2b: HFpEF group; RV: right ventricle; LV, left ventricular. In the figure, the selected regions are the right ventricle and the left ventricle, and the right ventricle is the position of the open tricuspid valve cusp, which is located at the midpoint of the ventricular septum and the right ventricular free wall. The left ventricle is the position of the open mitral valve cusp, and it is located at the midpoint of the ventricular septum and the left ventricular lateral wall.

表 2 ROC 相关参数

| 指标 | 临界点 | AUC | 95%置信区间 | P | 灵敏度 | 特异度 |
|--------------------|----------|-------|-------------|--------|--------|--------|
| LAD | 38.43 | 0.609 | 0.495~0.718 | 0.073 | 51.61% | 76.13% |
| LAVI | 49.15 | 0.657 | 0.547~0.763 | 0.006 | 51.61% | 79.55% |
| NT-proBNP | 1 686.58 | 0.683 | 0.581~0.795 | 0.002 | 80.65% | 46.59% |
| LAD+LAVI | - | 0.725 | 0.624~0.828 | <0.001 | 61.29% | 81.82% |
| LAVI+NT-proBNP | - | 0.753 | 0.653~0.851 | <0.001 | 70.97% | 79.55% |
| LAD+NT-proBNP | - | 0.783 | 0.682~0.884 | <0.001 | 67.74% | 92.05% |
| LAD+LAVI+NT-proBNP | - | 0.852 | 0.769~0.938 | <0.001 | 70.97% | 97.73% |

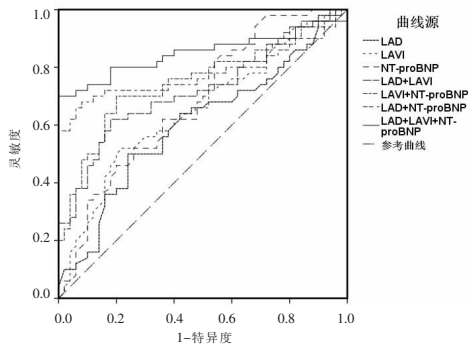


图 3 ROC 曲线。

Figure 3. ROC curves.

发性房颤患者显著增大,或可用于评估房颤病人心房结构改变程度。LAD 临床上容易获取,但会受病人体型、身高、BMI 影响,其评估的准确度偏低^[15]。LAVI 是经体表面积校正后用于衡量左房大小的可靠参数,独立于年龄增长。身材大小作为左房容积的生理决定因素之一,为了校准该项影响,将左房容积编入了体表面积,以此消除肥胖对左心房容积变化的影响^[16]。石晓辉^[17]的研究中 ROC 曲线结果提示 LAVI 在左心房扩大病人并发房颤中的评估价值较高。陈伟刚等^[18]认为,LAVI 为房颤消融术后再发的危险因素,早期检测对于预防房颤复发有一定帮助。本研究中,HFpEF 合并 PAF 组 LAVI、LAD 较 HFpEF 组明显增高;且复发组 LAVI、LAD 值高于未复发组 ($P<0.05$)。Logistic 回归多因素分析发现 LAVI 增高、LAD 增大为 HFpEF 合并 PAF 复发的危险因素 ($P<0.05$),提示 HFpEF 合并 PAF 复发与左心房大小密切相关。进一步分析,左心房扩大可使心房几何形状发生变化,表面积以及收缩期、舒张期面积扩大,使其折返环路变多,加之患者有心房纤维化,使心房肌电活动的各向异性增加,从而促使房颤发生并持续^[19]。

NT-proBNP 属生物活性肽段,由心肌或心房肌细胞合成,在人体心脏负荷过重时可大量分泌,为心衰发生时较为灵敏的心脏标志物,可反映机体心室容积扩大、心脏功能损伤及心室超负荷情况。有研究显示^[20],血 NT-proBNP 在房颤程度变化过程中发挥一定预测作用,特别是在房颤持续时间方面。另有

研究表明^[21],非瓣膜性房颤患者 NT-proBNP 水平对药物复律成功率有积极的预测意义,AUC 为 0.82 (95%CI 0.72~0.89)。本次研究的数据结果和上述结论有相符之处,即 HFpEF 合并 PAF 组 NT-proBNP 较 HFpEF 组明显增高,且复发组 NT-proBNP 值高于未复发组 ($P<0.05$),Logistic 回归多因素分析发现 NT-proBNP 水平上调为 HFpEF 合并 PAF 复发的危险因素 ($P<0.05$),究其原因,心房纤维化是在 HFpEF 病程中合并心房颤动的机制之一,可使心房内电激动传导发生异常变化从而产生回路,炎症反应为 HFpEF 引发心房纤维化的相关影响因素^[22],而既往诸多研究^[23-26]均提示 NT-proBNP 与炎症关系密切,这或许可以解释上述结果。

相关性分析显示,LAVI、LAD、NT-proBNP 值分别与 HFpEF 合并 PAF 的复发呈正相关 ($r=0.681$ 、 0.633 、 0.725 , $P<0.001$),LAVI、LAD 分别与 NT-proBNP 值呈正相关 ($r=0.573$ 、 0.681 , $P<0.001$),说明在 HFpEF 合并 PAF 复发患者中,左心房结构改变可通过外周血 NT-proBNP 水平变化所反映。本文绘制 ROC 曲线发现,LAVI、LAD、NT-proBNP 值对 HFpEF 合并 PAF 复发均具有一定程度的预测价值,3 项指标联合应用时的预测效能 ($AUC=0.852$) 高于各指标单独应用及 2 项指标联合应用时,在临床中以 38.43 mm (LAD)、49.15 mL/m² (LAVI)、1 686.58 pg/mL (NT-proBNP) 为截断值来评估 HFpEF 合并 PAF 的灵敏度与特异度依次为 70.97%、97.73%,提示 LAVI、LAD、NT-proBNP 值有望用于 HFpEF 合并 PAF 复发的临床辅助诊断。由于各项指标分别经不同机制参与 HFpEF 合并 PAF 的发生和发展,故而联合检测 3 种指标有助于减少此病门诊筛查漏诊率。

综上,超声测量 LAVI、LAD 及 NT-proBNP 与 HFpEF 合并 PAF 关系密切,为 HFpEF 合并 PAF 复发的影响因素,有望用于 HFpEF 合并 PAF 复发的临床辅助诊断,具备较高的灵敏度及特异度,这对于 HFpEF 合并 PAF 患者行早期评估及及早给予合理有效的干预措施,延缓房颤进展和改善复发,有着重要的临床意义。但未整理患者治疗前后 LAVI、LAD、NT-proBNP 变化的数据,亦缺乏长期随访,故有待

于进一步探讨。

[参考文献]

- [1]Cooper LB, Cotugno A, Defilippi C. Efficacy of neprilysin inhibition in women with HFpEF: beyond phenotypes and natriuretic peptides[J]. *Circulation*, 2021, 143(7): 618-620.
- [2]邓建涛,马婷,吴思颐,等. 低管电压,低浓度碘对比剂联合多模型迭代重建在心房颤射频消融术前左心房和肺静脉 CT 成像中的应用价值[J]. *分子影像学杂志*,2022,45(4):533-541.
- [3]刘家玥,黄英杰,霍晨星,等. 不同抗凝用药方案对房颤合并心衰患者疗效与安全性的网状 Meta 分析 [J]. *中国医院药学杂志*, 2021,41(5):502-511.
- [4]王传合,孙志军,李晓东. 心力衰竭合并心房颤动的治疗策略选择 [J]. *中国实用内科杂志*,2020,40(12):996-1000.
- [5]张艳梅,许邦龙,王晓晨. 导管消融对射血分数保留的心力衰竭合并心房颤动患者心功能的影响 [J]. *实用医学杂志*,2020,36(14): 1968-1971.
- [6]刘颖,董京京,江涛,等. 芪苈强心胶囊和胺碘酮治疗老年心力衰竭合并阵发性房颤的价值研究 [J]. *辽宁中医杂志*,2021,48(6): 136-139.
- [7]张国茹,胡喜田,王永贤,等. 左心房直径与左心房容积指数预测心房颤动复发的比较[J]. *临床荟萃*,2011,26(7):567-569.
- [8]Mckie PM, Burnett JC. NT-proBNP[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 68(22): 2437-2439.
- [9]Camm AJ, Kirchhof P, Lip G, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the task force for the management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC)[J]. *Eur Heart J*, 2014, 78(11): E1713-E1720.
- [10]Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 (ENDING)[J]. *Racional Farmakoterap Kardiologii*, 2016, 6(12): 1010-1011.
- [11]刘莉,叶鹏. 体质量指数、性别、左心房大小与心房颤动的关系[J]. *中华高血压杂志*,2017,25(7):625.
- [12]王喆,陈英伟,董建增. 左心房结构相关指标对心房颤动导管消融术后复发的影响 [J]. *临床心血管病杂志*,2020,36(9):786-789.
- [13]Rosca M, Mandes L, Ciuperca D, et al. Left atrial contractile function is the main correlate of atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Eur Heart J Cardiovascular Imaging*, 2020, 10(1): 17-19.
- [14]Tan BY, Ho J, Sia CH, et al. Left atrial volume index predicts new-onset atrial fibrillation and stroke recurrence in patients with embolic stroke of undetermined source [J]. *Cerebrovascular Dis*, 2020, 49(3): 124-126.
- [15]Yang Y, Wu J, Yao L, et al. The influence of iatrogenic atrial septal defect on the prognosis of patients with atrial fibrillation between cryoablation and radiofrequency ablation [J]. *Biosci Rep*, 2020, 40(2): 28-29.
- [16]Toufan M, Kazemi B, Molazadeh N. The significance of the left atrial volume index in prediction of atrial fibrillation recurrence after electrical cardioversion [J]. *J Cardiovascular Thorac Res*, 2017, 9(1): 283-289.
- [17]石晓辉. 左心房容积指数预测左心房扩大患者并发房颤风险的研究[D]. 延安:延安大学,2013.
- [18]陈伟刚,张彦彦,谷云飞,等. 血清同型半胱氨酸、射血分数及左心房容积指数与心房颤动射频消融术后复发的相关性研究 [J]. *中国循证心血管医学杂志*,2021,13(4):421-424.
- [19]Shi Y. Remodeling of atrial dimensions and emptying function in canine models of atrial fibrillation [J]. *Cardiovascular Res*, 2001, 52(2): 217-225.
- [20]Staszewsky L, Meessen J, Novelli D, et al. Total NT-proBNP, a novel biomarker in atrial fibrillation. A mechanistic analysis of the GISSI-AF trial [J]. *Cold Spring Harbor Laboratory Press*, 2020, 8(3): 333-334.
- [21]周江荣,冯俊,罗春苗,等. 老年非瓣膜性心房颤动患者 Hey、CRP、NT-proBNP、LAD 值变化的意义 [J]. *中国老年学杂志*, 2022,42(7):1549-1552.
- [22]陈泽芳,赖志杰,辛延国,等. 射血分数保留型心力衰竭合并心房颤动的发病机制及治疗进展 [J]. *临床内科杂志*,2019,36(2): 142-144.
- [23]曹大平,张峰,张蔚菁,等. 心房颤动患者血清 NT-ProBNP、UA、MCP-1 与心房纤维化标志物的相关性及对射频消融术后复发的预测价值[J]. *现代生物医学进展*,2022,22(12):2361-2365.
- [24]王楠. 慢性心衰患者血浆 NLRP3 表达水平及其与 NT-proBNP 的相关性研究[D]. 石河子:石河子大学,2020.
- [25]翁惠园,宋阳. 自拟温阳利水通络汤治疗慢性心力衰竭疗效及对 NT-proBNP、心肌纤维化指标、炎性细胞因子的影响[J]. *中国中医急症*,2018,27(12):2182-2184.
- [26]刘艳娜,张琼. 瑞舒伐他汀对老年心衰患者 NT-ProBNP 及炎症因子的影响[J]. *航空航天医学杂志*,2016,27(1):66-68.
- [24]Blumenfeld RS, Ranganath C. The lateral prefrontal cortex and human long-term memory [J]. *Handb Clin Neurol*, 2019, 163: 221-235.
- [25]Chen X, Rundle MM, Kennedy KM, et al. Functional activation features of memory in successful agers across the adult lifespan [J]. *Neuroimage*, 2022, 257: 119276.
- [26]Hattori T, Reynolds R, Wiggs E, et al. Neural correlates of working memory and compensation at different stages of cognitive impairment in Parkinson's disease [J]. *Neuroimage Clin*, 2022, 35: 103100.
- [27]Westphal AJ, Reggente N, Ito KL, et al. Shared and distinct contributions of rostralateral prefrontal cortex to analogical reasoning and episodic memory retrieval [J]. *Hum Brain Mapp*, 2016, 37(3): 896-912.
- [28]Zhang Q, Zhang P, Yan R, et al. A single-blinded trial using resting-state functional magnetic resonance imaging of brain activity in patients with type 2 diabetes and painful neuropathy[J]. *Diabetes Ther*, 2019, 10(1): 135-147.
- [29]Roy B, Ehlert L, Muller R, et al. Regional brain gray matter changes in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 9925.
- [30]Woodworth DC, Holly LT, Salamon N, et al. Resting-state functional magnetic resonance imaging connectivity of the brain is associated with altered sensorimotor function in patients with cervical spondylosis[J]. *World Neurosurg*, 2018, 119: e740-e749.

(上接89页)