

引用本文:朱曙光,张爱雄.建立预测射血分数保留心力衰竭病人1年内再入院风险的列线图模型[J].安徽医药, 2021, 25(6):1185-1189.DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2021.06.031.



◇临床医学◇

## 建立预测射血分数保留心力衰竭病人1年内再入院风险的列线图模型

朱曙光,张爱雄

作者单位:马鞍山十七冶医院心血管内科,安徽 马鞍山 243000

**摘要:** 目的 建立预测射血分数保留心力衰竭(HFpEF)病人1年内再入院风险的列线图模型,指导临床早期干预。方法 收集2016年1月至2019年1月在马鞍山十七冶医院住院治疗的301例HFpEF病人的临床资料,根据是否在1年内再入院分为再入院组(61例)和非再入院组(240例),分析年龄、性别、吸烟史、饮酒史、合并糖尿病、合并冠心病、合并肺动脉高压、药物服用史、N型末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、左室射血分数(LVEF)、左室舒张末期内径(LVEDd)等与1年内再入院可能相关的因素,采用单因素与多因素logistic回归分析得到HFpEF病人1年内再入院独立危险因素。应用R语言软件(R 3.6.3)构建列线图预测模型,并对该模型进行验证。**结果** 经过1年随访,301例病人中有61例(20.27%)在1年内再入院。单因素分析结果显示:合并高血压、房颤、慢性肾功能不全、贫血、肺动脉高压,入院时心率,体质量指数(BMI),LVEF,NT-proBNP,LVEDd等均与1年内再入院有关(均 $P<0.05$ )。回归分析结果显示,合并房颤( $OR=3.378, 95\%CI: 1.565\sim 7.290$ )、慢性肾功能不全( $OR=10.496, 95\%CI: 4.727\sim 23.307$ )、贫血( $OR=6.387, 95\%CI: 2.981\sim 13.685$ )、肺动脉高压( $OR=5.516, 95\%CI: 2.720\sim 11.187$ )等是HFpEF病人1年内再入院独立危险因素。利用上述指标构建列线图预测模型,经Bootstrap内部验证法验证发现预测值同实测值基本一致,提示预测模型一致性良好;计算出C-index为0.842( $95\%CI: 0.789\sim 0.894$ ),具有良好的区分度。预测模型的受试者工作特征曲线(ROC曲线)下面积为0.842,预测效能高。**结论** 合并房颤、慢性肾功能不全、贫血以及肺动脉高压的HFpEF病人1年内再入院风险显著升高,本研究构建的列线图模型有助于评估HFpEF病人1年内再入院的风险,有临床应用价值。

**关键词:** 心力衰竭; 每搏输出量; 射血分数保留; 再入院; 危险因素; 列线图模型

### Establishment of a nomogram model to predict the risk of readmission within 1 year in patients with preserved ejection fraction heart failure

ZHU Shuguang, ZHANG Aixiong

Author Affiliation: Department of Cardiovascular Medicine, Ma'anshan Shiqiye Hospital, Ma'anshan, Anhui 243000, China

**Abstract:** **Objective** To establish a nomogram model for predicting the risk of readmission within one year in patients with preserved heart failure (HFpEF) ejection fraction and to guide early clinical intervention. **Methods** The clinical data of 301 patients with HFpEF who were hospitalized in Ma'anshan Shiqiye Hospital from January 2016 to January 2019 were collected. They were assigned into readmission group ( $n=61$ ) and non-readmission group ( $n=240$ ) according to whether they were readmitted within 1 year or not. Factors that may be related to readmission within one year were analyzed, including age, gender, smoking, drinking, combined diabetes, combined coronary heart disease, combined pulmonary hypertension, medication history, N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), left ventricular end-diastolic dimension (LVEF), left ventricular end-diastolic dimension (LVEDd). Single factor and multifactor logistic regression analysis was made of independent risk factors for readmission of patients with HFpEF within 1 year. The R language software (R 3.6.3) was used to construct a nomogram model, and the model was verified. **Results** After one year of follow-up, 61 (20.27%) of the 301 patients were re-admitted within one year. Univariate analysis showed that combined hypertension, atrial fibrillation, chronic kidney dysfunction, anemia, pulmonary hypertension, and HR, body mass index (BMI), LVEF, NT-proBNP, and LVEDd at admission were related to readmission within one year (all  $P<0.05$ ). Regression analysis results showed that patients with combined atrial fibrillation ( $OR=3.378, 95\%CI: 1.565\sim 7.290$ ), chronic kidney dysfunction ( $OR=10.496, 95\%CI: 4.727\sim 23.307$ ), anemia ( $OR=6.387, 95\%CI: 2.981\sim 13.685$ ), pulmonary hypertension ( $OR=5.516, 95\%CI: 2.720\sim 11.187$ ) were independent risk factors for HFpEF patients' readmission within one year. The above indexes were used to construct a nomogram model. The Bootstrap internal verification method verified that the predicted values were basically the same as the measured values, which indicated that the prediction model was in good consistency. The C-index was 0.842 ( $95\%CI: 0.789\sim 0.894$ ), indicating

good differentiation. The area under the receiver operating characteristic curve (ROC curve) of the prediction model was 0.842, which indicated high efficacy of prediction. **Conclusions** The risk of readmission in patients with HFpEF combined with atrial fibrillation, chronic kidney dysfunction, anemia and pulmonary hypertension was significantly increased within one year. This nomogram model was helpful for assessing the risk of readmission of HFpEF patients within one year, which had important clinical application value.

**Key words:** Heart failure; Stroke volume; Ejection fraction preserved; Readmission; Risk factors; Nomogram model

射血分数保留心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)是一组以心脏舒张功能异常为主的临床综合征。国内外最新研究表明, HFpEF在整体人群中的患病率超过1.6%, 且伴随人口老龄化呈现逐年快速增加的趋势<sup>[1-2]</sup>。《中国心力衰竭诊断和治疗指南2018》<sup>[3]</sup>中明确指出, HFpEF病人的病理生理机制因其基础心血管疾病及合并症的不同而存在巨大差异, 故其临床预后存在显著的不确定性。因此, 了解HFpEF病人再入院的风险因素并及早进行干预具有重要临床和社会价值。本研究拟通过研究301例HFpEF病人的临床资料, 分析其中61例病人在出院后1年内再入院的独立危险因素并建立预测再入院的列线图模型, 为临床评估HFpEF病人再入院风险及尽早实施干预措施提供理论依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集2016年1月至2019年1月在马鞍山十七冶医院住院治疗的301例HFpEF病人的临床资料, 年龄(74.64±7.52)岁, 男166例, 女135例, 根据好转出院1年内是否因心力衰竭再次入院分为再入院组(61例)和非再入院组(240例)。入选标准:(1)因心力衰竭入住马鞍山十七冶医院并符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南2018》<sup>[3]</sup>中关于HFpEF的诊断标准;(2)NYHA心功能在II~IV级之间;(3)签署知情同意书。排除标准:(1)合并先天性心脏疾病人;(2)合并严重肝肾脑等重要脏器终末期疾病人;(3)合并恶性肿瘤者;(4)临床资料不完整者;(5)失访或因其他疾病死亡病人。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 研究指标及随访** 本研究所有病例资料均来源于医院信息管理系统<sup>[4]</sup>(HIS), 根据纳排标准在所有病例随访结束后最终纳入301份病例资料, 查阅相关文献, 初定影响病人分组的影响因素包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、纽约心功能分级(NYHA)、吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、房颤、卒中、慢性肾功能不全(CKD)、冠心病、慢性阻塞性肺疾病(COPD)、肺动脉高压(PH)、血管紧张素转化酶抑制剂(ACEI)/血管紧张素II受体阻滞剂(ARB)服用史、β受体阻断剂服用史、贫血、入院时心率等; 两

组病人实验室指标: 如N型末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、总胆固醇、尿酸、同型半胱氨酸(Hcy)、左室射血分数(LVEF)、左心房内径(LAD)、左室舒张末期内径(LVEDd)、左室后壁厚度(LVPWT)等。所有病人化验指标均在入院后24 h内抽取静脉血送检, 超声心动图检查于入院48 h内完成。所有病人好转出院时均建立随访档案, 定期门诊及电话随访, 以1年内再次因心衰入院(包括本院和其他医院)或者1年时间为随访终点。

**1.2.2 列线图模型建立与验证** 通过单因素分析筛选出HFpEF病人1年内再入院的危险因素, 随后采用logistic回归分析筛选出HFpEF病人1年内再入院的独立危险因素; 根据上述独立危险因素建立预测HFpEF病人1年内再入院风险的列线图模型, 并对该模型进行验证。

**1.3 统计学方法** 采用SPSS 20.0进行分析, 如数据符合正态分布, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 来表示, 单因素分析采用独立样本 $t$ 检验; 如数据不符合正态分布, 计量资料以中位数(下、上四分位数)[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]来表示, 两组比较采用Mann-Whitney  $U$ 检验。计数资料以例数(%)来表示, 组间之间比较 $\chi^2$ 检验; 等级资料采用秩和检验。筛选独立危险因素选用多因素logistic回归分析, 变量筛选采用逐步回归法, 纳入标准为0.05, 剔除标准为0.10; 采用R语言(R 3.6.3)软件, 应用rms程序包建立列线图预测模型, 采用caret程序包进行Bootstrap法<sup>[5]</sup>行内部验证, 采用rms程序包计算一致性指数(C-index), 采用ROCR及rms程序包作受试者工作特征曲线(ROC曲线)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 病人出院后1年内再入院情况** 所有301例病人经治疗后症状明显好转出院, 61例病人在出院1年内的不同时间段因心力衰竭再次入院, 占比20.27%。其中24(39.34%)例病人在出院6个月内再入院, 剩余37(60.66%)例病人在6~12个月之间再次入院。

**2.2 出院后1年内再入院的危险因素** 单因素分析结果显示, 病人1年内因心力衰竭再入院的危险因素有BMI、合并高血压、房颤、PH、CKD、贫血, 入

院时心率、NT-proBNP、LVEDd ( $P < 0.05$ ), 具体见表 1, 2; 将上述危险因素纳入多因素 logistic 回归分析, 结果显示: 合并房颤、CKD、贫血、PH 是 HFpEF 病人 1 年内再入院独立危险因素 ( $P < 0.05$ ), 具体见表 3。

表 1 两组射血分数保留心力衰竭病人临床指标的单因素分析结果

项目	再入院组 (n=61)	非再入院组 (n=240)	$\chi^2(t)$ [ $Z_c$ ]值	P值
男/例	24	111	0.938	0.333
年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	80.72±6.59	78.60±8.38	(1.836)	0.067
BMI≥30 kg/m <sup>2</sup> /例	43	124	6.979	0.008
NYHA 分级/例			[0.122]	0.065
II 级	17	56		
III 级	33	156		
IV 级	11	28		
吸烟/例	16	70	0.206	0.650
饮酒/例	7	27	0.002	0.960
合并高血压/例	52	169	5.481	0.019
合并糖尿病/例	19	64	0.489	0.484
合并房颤/例	42	130	4.283	0.038
合并冠心病/例	24	101	0.150	0.698
合并卒中/例	18	56	1.000	0.317
合并 CKD/例	29	58	12.932	<0.001
合并 COPD/例	11	42	0.010	0.922
合并贫血/例	39	114	5.256	0.022
合并 PH/例	15	93	4.239	0.040
ACEI/ARB 服用史/例	23	75	0.923	0.337
$\beta$ 受体阻滞剂服用史/例	13	45	0.205	0.651
入院时心率/ (次/分, $\bar{x} \pm s$ )	87.92±16.99	79.48±19.23	(3.131)	0.002

注: BMI 为体质量指数, NYHA 为纽约心功能分级, CKD 为慢性肾功能不全, COPD 为慢性阻塞性肺疾病, PH 为肺动脉高压。

**2.3 列线图模型的建立与验证** 根据多因素 logistic 回归分析的结果建立 HFpEF 病人 1 年内再入院风险的列线图预测模型, 合并房颤为 52.5 分, 合并 CKD 为 100 分, 合并贫血为 80 分, 合并 PH 为 75 分, 具体见图 1; 随后对模型行 Bootstrap 自抽样法验证 1 000 次, 可见预测值与实际观测值基本一致, 说明本列线图模型一致性良好, 具体见图 2; 计算出该模型 C-index 为 0.842 (95%CI: 0.789~0.894), 说明本研究建立的列线图模型具有良好的区分度。模型 ROC 曲线下面积为 0.842, 提示预测模型预测效能良好, 具体见图 3。

### 3 讨论

HFpEF 被认为是射血分数降低的心力衰竭的前期表现, 治疗方案以治疗原发病及合并症为主<sup>[6]</sup>。

表 2 两组射血分数保留心力衰竭病人实验室指标的单因素分析结果

项目	再入院组 (n=61)	非再入院组 (n=240)	t[Z]值	P值
NT-proBNP/[ng/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	5 792.00 (3 906.00, 9 047.50)	3 523.61 (1 994.12, 5 960.44)	[4.770]	<0.001
LDL-C/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	2.11±0.88	2.12±0.71	0.054	0.957
总胆固醇/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	4.08±1.07	4.20±0.91	0.865	0.388
尿酸/ ( $\mu$ mol/L, $\bar{x} \pm s$ )	419.61± 115.38	432.85± 132.08	0.717	0.474
Hcy/ ( $\mu$ mol/L, $\bar{x} \pm s$ )	19.82±10.19	18.55±8.60	0.992	0.322
LVEF/ (%, $\bar{x} \pm s$ )	63.90±6.44	62.55±6.84	1.394	0.164
LAD/ (mm, $\bar{x} \pm s$ )	45.95±11.72	46.93±12.68	0.546	0.585
LVEDd/ (mm, $\bar{x} \pm s$ )	46.92±6.09	48.70±6.31	1.979	0.049
LVPWT/ (mm, $\bar{x} \pm s$ )	9.61±1.23	9.40±1.22	1.182	0.238

注: NT-proBNP 为 N 型末端脑钠肽前体, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, Hcy 为同型半胱氨酸, LVEF 左室射血分数, LAD 左心房房内径, LVEDd 左室舒张末期内径, LVPWT 左室后壁厚度。

表 3 两组射血分数保留心力衰竭病人多因素 logistic 回归分析结果

自变量	回归系数	标准误差	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR(95%CI)
房颤	1.217	0.392	9.617	0.002	3.378(1.565~7.290)
CKD	2.351	0.407	33.367	<0.001	10.496(4.727~23.307)
贫血	1.854	0.389	22.741	<0.001	6.387(2.981~13.685)
PH	1.708	0.361	22.408	<0.001	5.516(2.720~11.187)

注: CKD 为慢性肾功能不全, PH 为肺动脉高压。

一项前瞻性的全国多中心队列研究表明, 9.6% 的 HFpEF 病人 1 年后 LVEF 会降至 50% 以下, 且由 LVEF 下降所致的不良结局几乎与  $\beta$  受体阻滞剂、血管紧张素受体拮抗剂等药物的应用无显著关联<sup>[7]</sup>。本研究结果同样提示相同药物服用对于 HFpEF 病人 1 年内再入院无明显影响, 合并房颤、CKD、贫血以及 PH 是 HFpEF 病人 1 年内再入院独立危险因素。

既往研究提示 HFpEF 病人中女性占比高于男性, 本研究中女性病人共有 166(55.15%) 例, 比例与上述研究相似, 提示本地区流行病学特点及样本量与整体相似<sup>[8]</sup>。

心房颤动是心力衰竭最常见的合并症之一<sup>[9]</sup>。本研究中 57.14% 病人合并有房颤, 与相关报道类

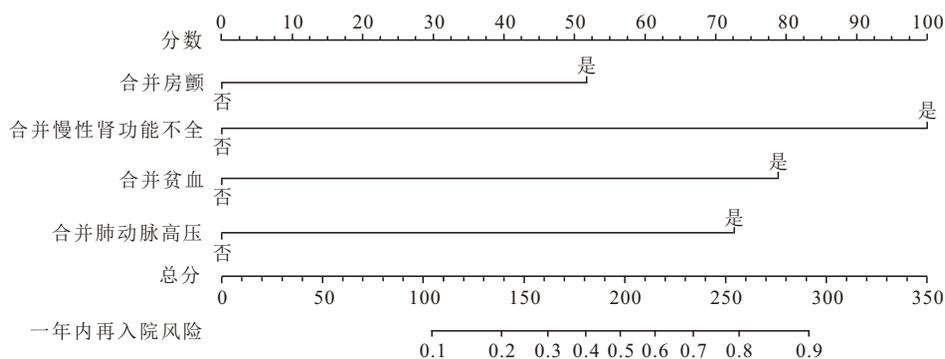


图1 预测射血分数保留心力衰竭病人1年内再入院风险的列线图模型

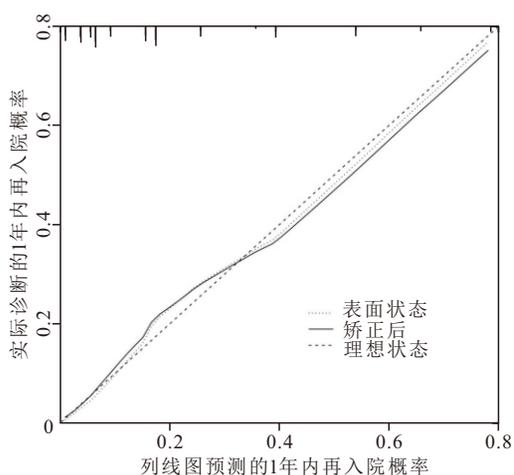


图2 模型校准图形

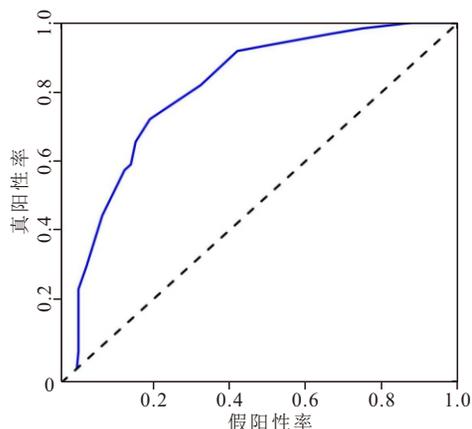


图3 列线图预测模型的ROC曲线

似。一直以来, HF 和房颤之间的关系都是研究的热点问题, 单发的房颤可以通过心动过速性心肌病及血流动力学紊乱导致 HF, 而 HF 所引起的心脏传导异常、心肌电学重构、心房纤维改变均能诱发房颤, 可以说两者互为因果<sup>[10]</sup>。本研究再入院组有 68.85% 的病人合并房颤, 显著高于非再入院组 (54.17%), 本研究结果也提示房颤可以显著增加 HFpEF 病人 1 年内再入院风险。瑞典一项 HF 合并房颤研究表明, HF 伴有房颤的病人不能合理地接受口服抗凝药物, 主要是因为出血风险对治疗决策的影响大于中风风险<sup>[11]</sup>。在传统抗凝及控制心室率

治疗的基础上, 心衰病人应用植入性电子监测装置早期发现房颤并治疗可以显著降低卒中风险<sup>[12]</sup>。HFpEF 合并房颤病人应当严格控制心室率及凝血功能, 必要时增加门诊随访频率以降低再入院率。

CKD 在 HFpEF 病人中很常见, 本研究中 28.90% 的心衰病人合并 CKD, 与相关研究<sup>[13]</sup> 结果相似。心衰病人因肾素-血管紧张素-醛固酮系统激活导致肾脏负荷明显增加, 会加剧肾功能恶化, 肾功能下降则会升高血尿酸、Hcy 等物质的水平, 进而增加心脏毒性作用<sup>[14]</sup>。本研究提示长期 CKD 会增加 HFpEF 病人再入院率, 故早期干预肾损害对于心衰尤其是 HFpEF 病人的预后具有重要意义。HF 病人合并贫血并不少见, 可能与肾脏 EPO 分泌减少关系密切。有研究经过长期随访得出结论, HF 病人合并贫血的死亡率远高于未合并贫血病人<sup>[15]</sup>, 本研究中贫血病人 1 年内再入院率 (25.49%) 同样显著高于非贫血病人 (14.86%)。大量研究表明贫血改善对于心衰病人心功能影响有限, 贫血治疗效果欠佳往往提示心衰病人远期预后不良<sup>[16]</sup>。提示 HFpEF 合并贫血的病人需要积极寻找贫血病因并及时纠正, 以减少再入院次数。

心脏彩超是临床评估和诊断心衰病人心功能的重要手段<sup>[17]</sup>。虽 LVEDd 在两组之间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 然而两组均数未超过正常值上限, 故经课题组讨论后认为临床意义不显著, 不予纳入回归分析中进一步分析。左心室舒张末期压力大小与肺动脉压力联系密切<sup>[18]</sup>, PH 同样是本研究中 1 年内再入院的独立危险因素, 然而 PH 在单纯左心衰竭与全心衰竭病人中价值有显著差异。为了明确合并 PH 的 HFpEF 病人的血流动力学特征及预后, 一项中位随访时间长达 1 578 d 的队列研究<sup>[19]</sup> 结果提示其 1 年死亡率为 23.6%, 而 5 年死亡率更是高达 48.2%, 且跨肺压力梯度、肺血管阻力和舒张压梯度是病人死亡率和再住院率的预测指标。然而研究中所用到的右心室导管监测对于一般市级医院来说可行性欠佳。因此, 对于 PH 的 HFpEF 病人需

要积极干预PH。

列线图是统计学中回归方程的一种可视化形态,能够个体化预测病人发生临床事件的风险,并且让整体预测过程更加直观,方便临床医生操作<sup>[20]</sup>。本研究联合房颤、CKD、贫血以及PH等4项射血分数保留心力衰竭病人出院1年内再入院的独立危险因素建立了列线图预测模型。对该模型行Bootstrap内部验证法,实测值同预测值基本一致,提示该列线图预测模型一致性良好;计算出C-index为0.842(95%CI:0.789~0.894),提示该模型在区分度方面表现良好。预测模型ROC曲线下面积为0.842,提示模型整体预测效能高。

综上所述,合并房颤、CKD、贫血以及PH的HF-pEF病人1年内再入院风险显著升高,基于上述独立危险因素建立的列线图模型能够有效预测HF-pEF病人1年内再入院的发生概率,具有临床应用价值。然而,受限于单中心样本量较少及随访时间较短等因素,导致再入院组样本量有限,有模型过拟合的风险,故本列线图模型需要通过多中心、大样本数据的外部验证和调整以进一步提升预测能力。

### 参考文献

- [1] BERG MPVAN DEN, MULDER BA, KLAASSEN SHC, et al. Heart failure with preserved ejection fraction, atrial fibrillation, and the role of senile amyloidosis[J].*Eur Heart J*, 2019, 40(16): 1287-1293.
- [2] 王佳玉,魏欣,徐晓薇.射血分数保留心力衰竭患者预后的影响因素分析[J].*心脑血管病防治*, 2019, 19(3): 242-244.
- [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] KOTOULAS A, STRATIS I, GOUMENIDIS T, et al. Short-term adoption rates for a web-based portal within the intranet of a hospital information system[J].*BMJ Health Care Inform*, 2019, 26(1): 1-4.
- [5] 马春朋,刘晓丽,王庆胜,等.急性胸痛缺血风险评估模型的建立和验证[J].*中华心血管病杂志*, 2018, 46(2): 131-136.
- [6] URBANEK K, CAPPETTA D, COPPINI R, et al. Treatment of HFpEF: an unresolved enigma[J].*Vascuol Pharmacol*, 2018, 103-105: 68.
- [7] PARK JJ, PARK CS, MEBAZAA A, et al. Characteristics and outcomes of HFpEF with declining ejection fraction[J].*Clin Res Cardiol*, 2020, 109(2): 225-234.
- [8] VARMA N, MITTAL S, PRILLINGER JB, et al. Survival in women versus men following implantation of pacemakers, defibrillators, and cardiac resynchronization therapy devices in a large, nationwide cohort[J/OL].*J Am Heart Assoc*, 2017, 6(5): e005031. DOI: 10.1161/JAHA.116.005031.
- [9] SINGH A, MEHTA Y. Heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF): Implications for the anesthesiologists[J].*J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2018, 34(2): 161-165.
- [10] GAO L, MOODIEM. Modelling the lifetime cost-effectiveness of catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure[J/OL].*BMJ Open*, 2019, 9(9): e031033. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-031033.
- [11] SAVARESE G, SARTIPY U, FRIBERG L, et al. Reasons for and consequences of oral anticoagulant underuse in atrial fibrillation with heart failure[J].*Heart*, 2018, 104(13): 1093-1100.
- [12] ONO M, VARMA N. Remote monitoring for chronic disease management: atrial fibrillation and heart failure[J].*Card Electrophysiol Clin*, 2018, 10(1): 43-58.
- [13] ONO Y, TAKAMATSU H, INOUE M, et al. Clinical effect of long-term administration of tolvaptan in patients with heart failure and chronic kidney disease[J].*Drug Discov Ther*, 2018, 12(3): 154-160.
- [14] JAIN A, SCOTT C, CHEN HH. The renal-cardiac connection in subjects with preserved ejection fraction: a population based study: Renal-cardiac connection in HFpEF[J].*ESC Heart Fail*, 2017, 4(3): 266-273.
- [15] KAJIMOTO K, MINAMI Y, SATO N, et al. Gender differences in anemia and survival in patients hospitalized for acute decompensated heart failure with preserved or reduced ejection fraction[J].*Am J Cardiol*, 2017, 120(3): 435-442.
- [16] MEER PVAN DER, GROTE BEVERBORG N, PFEFFER MA, et al. Hyporesponsiveness to darbepoetin alfa in patients with heart failure and anemia in the RED-HF study (reduction of events by darbepoetin alfa in heart failure): clinical and prognostic associations[J/OL].*Circ Heart Fail*, 2018, 11(2): e004431. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.117.004431.
- [17] ALMEIDA JUNIOR G, CLAUSELL N, GARCIA MI, et al. Natriuretic peptide and clinical evaluation in the diagnosis of heart failure hemodynamic profile: comparison with tissue doppler echocardiography[J].*Arq Bras Cardiol*, 2018, 110(3): 270-277.
- [18] BERTHELOT E, MONTANI D, ALGALARRONDO V, et al. A clinical and echocardiographic score to identify pulmonary hypertension due to HFpEF[J].*J Card Fail*, 2017, 23(1): 29-35.
- [19] VANDERPOOL RR, SAUL M, NOURAIE M, et al. Association between hemodynamic markers of pulmonary hypertension and outcomes in heart failure with preserved ejection fraction[J].*JAMA Cardiol*, 2018, 3(4): 298-306.
- [20] HU T, WANG S, HUANG L, et al. A clinical-radiomics nomogram for the preoperative prediction of lung metastasis in colorectal cancer patients with indeterminate pulmonary nodules[J].*Eur Radiol*, 2019, 29(1): 439-449.

(收稿日期:2020-03-09,修回日期:2020-04-07)