

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.08.011

❖ 临床研究 ❖

和肽素、心钠素及脑钠素对双腔起搏器植入术后心房颤动发生的预测价值

肖红霞¹, 刘长霞²

(1. 成都京东方医院心内科; 2. 四川宝石花医院消化内分泌科, 四川 成都 610000)

【摘要】目的: 探讨血浆和肽素 (CPP)、心钠素 (ANP)、脑钠素 (BNP) 对双腔起搏器植入术后心房颤动 (AF) 发生的预测价值。**方法:** 选取 126 例接受双腔起搏器植入术的患者为研究对象, 根据术后 AF 发生情况分为 AF 组 ($n=32$) 和非 AF 组 ($n=94$)。比较两组患者血浆 CPP、ANP、BNP 水平, 分析其对 AF 发生的预测价值。**结果:** AF 组患者高血压病史、冠心病病史、左心房内径 (LAD)、CPP、ANP、BNP 及术后使用 β 受体阻滞剂病例数高于非 AF 组 ($P < 0.05$); 年龄、LAD、高血压、冠心病、 β 受体阻滞剂使用、CPP、ANP 及 BNP 水平与双腔起搏器植入术后 AF 发生呈正相关 ($P < 0.05$); 年龄、LAD、CPP、ANP、BNP、高血压、冠心病是导致双腔起搏器植入术后 AF 发生的独立危险因素 ($P < 0.05$)。CPP、ANP、BNP 预测双腔起搏器植入术后 AF 发生的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.839、0.851 和 0.878, 最佳截断值分别为 12.76 pmol/L、84.23 pg/mL 和 178.50 pg/mL。**结论:** CPP、ANP 及 BNP 是导致双腔起搏器植入术后 AF 发生的独立危险因素, 对双腔起搏器植入术后 AF 的发生有较高预测价值。

【关键词】 双腔起搏器植入术; 心房颤动; 和肽素; 心钠素; 脑钠素

【中图分类号】 R541 **【文献标志码】** A

Predictive value of copeptin, atrial natriuretic peptide and brain natriuretic peptide on atrial fibrillation after dual chamber pacemaker implantation

XIAO Hong-xia¹, LIU Chang-xia²

(1. Department of Cardiology, Chengdu BOE Hospital; 2. Department of Gastroenterology and Endocrinology, Sichuan Baoshihua Hospital, Chengdu 610000, Sichuan, China)

【Abstract】Objective: To analyze the predictive value of plasma copeptin (CPP), atrial natriuretic peptide (ANP) and brain natriuretic peptide (BNP) on the occurrence of atrial fibrillation (AF) after dual chamber pacemaker implantation. **Methods:** 126 patients with dual chamber pacemaker implantation were selected and divided into AF group ($n=32$) and non-AF group ($n=94$) according to the occurrence of AF after operation. The plasma levels of CPP, ANP and BNP were compared between the two groups, and the predictive value of the three indicators for AF occurrence was analyzed. **Results:** The history of hypertension, coronary heart disease, left atrial diameter (LAD), CPP, ANP, BNP and postoperative use of beta blockers in AF group were higher than those in non-AF group ($P < 0.05$). Age, LAD, hypertension, coronary heart disease, beta blocker use, CPP, ANP and BNP levels were significantly positively correlated with AF after dual chamber pacemaker implantation ($P < 0.05$). Age, LAD, CPP, ANP, BNP, hypertension and coronary heart disease were independent risk factors for AF after dual chamber pacemaker implantation ($P < 0.05$). The area under the curve of CPP, ANP and BNP for predicting AF occurrence after dual chamber pacemaker implantation were 0.839, 0.851 and 0.878, respectively, and the best cut-off values were 12.76 pmol/L, 84.23 pg/mL and 178.50 pg/mL, respectively. **Conclusion:** CPP, ANP and BNP are independent risk factors for AF occurrence after dual chamber pacemaker implantation, and have high predictive value for AF after dual chamber pacemaker implantation.

【Key words】 Dual chamber pacemaker implantation; Atrial fibrillation; Copeptin; Atrial natriuretic peptide; Brain natriuretic peptide

高心病、冠心病及风湿性二尖瓣病变等器质性心脏病患者中心房颤动 (atrial fibrillation, AF) 较为多发。随着起搏器植入术的推广使用, 临床发现术

后 AF 发生率较高, 已成为术后最常见的心律失常。资料^[1]显示, AF 的发生可明显增加血栓栓塞、心力衰竭、脑卒中等并发症甚至死亡的风险。文献^[2]报

道,血浆和肽素(copeptin, CPP)水平随着冠状动脉病变血管支数及狭窄程度积分的增加而明显升高,对心力衰竭的发生具有较高的预测价值;在二尖瓣病变、高血压及完全房室传导阻滞等心房负荷增加的疾病中,心钠素(atrial natriuretic peptide, ANP)浓度升高,是预测慢性心衰的早期敏感指标^[3];脑钠素(brain natriuretic peptide, BNP)被证实可用于评估急性心肌梗死后心室的功能,是长期生存率的独立预测因子^[4]。此外,孤立性心房颤动患者的心房肌细胞也能分泌BNP并使其在血浆中的水平增加^[5]。目前,关于CPP、ANP及BNP对双腔起搏器植入术后发生AF预测价值的报道较少。本研究通过检测双腔起搏器植入术后AF发生和未发生患者血浆CPP、ANP及BNP水平,旨在分析三者对双腔起搏器植入术后AF发生的预测价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选取2016年5月至2019年6月于成都京东方医院126例接受双腔起搏器植入术的患者为研究对象,根据术后AF发生情况分为AF组($n=32$)和非AF组($n=94$)。本研究经院医学伦理委员会审核批准,患者及家属知情同意。纳入标准:(1)年龄 >18 周岁;(2)临床明确诊断为病态窦房结综合征(SSS)和/或房室传导阻滞(AVB);(3)2008年ACC/AHA起搏适应证I或IIa标准^[6];(4)首次植入双腔起搏器;(5)临床病例资料完整者。排除标准:(1)合并心脏瓣膜病、心肌病、先天性或风湿性心脏病以及有心脏外科手术史者;(2)既往有心房颤动发作史,术前检查有心房颤动或扑动者;(3)合并急性心肌梗死、血液系统疾病、内分泌疾病以及重要器官功能不全者;(4)有起搏器植入术禁忌证;(5)无法进行正常沟通交流以及其它原因导致的无法配合完成本研究者。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、既往病史、双腔起搏器植入指征等基础资料和术前超声心动图参数[心房内径(RAD)、左心房内径(LAD)、左心室射血分数(LVEF)、左心室舒张末内径(LVEDD)]。

1.2.2 起搏器植入 所有患者均按照标准技术完成起搏器植入,起搏器选用Medtronic美敦力公司ADAPT系列,使用Seldinger血管穿刺法经左(右)锁骨下静脉穿刺植入心室和心房电极导线,在胸大肌筋膜做起搏器大小的囊袋,心房采用翼状电极,心室采用螺旋电极,在连接起搏器前确定两根电极定

位及起搏阈值、感知及阻抗良好,各项参数都符合要求,链接电极与起搏器,并埋置于皮下囊袋中固定。

1.2.3 随访 植入起搏器后第1、3、6个月及之后每半年程控起搏器,检查起搏器是否正常工作及各参数设置,均由起搏器厂家熟练的技师操作完成。记录心房起搏百分比(AP%)、心室起搏百分比(VP%)、AF发作情况以及植入后用药情况。每隔半年进行心电图、24h动态心电图以及心脏超声检查,以AF发生或术后两年为随访终点。

1.3 观察指标

(1)患者一般资料;(2)血浆CPP、ANP及BNP水平:入院后起搏器植入前,采用枸橼酸钠抗凝管抽取患者肘静脉血5mL,分离血浆,采用和肽素(copeptin)ELISA试剂盒(TWp026342,上海通蔚公司)、人脑钠素(BNP)ELISA试剂盒(tw039616,上海通蔚公司)、人BNP ELISA试剂盒(ab193694, abcam),经酶联免疫吸附试验检测血浆中CPP、ANP以及BNP,取患者肘静脉血分别置于3支采血管中,3000rpm离心10min后取上清液以1:2稀释样品,将样品和抗体的稀释液各100 μ L于37 $^{\circ}$ C恒温下湿育2.5h,充分反应后加入TMB溶液100 μ L显色45min即可加入终止液进行ELISA检测(具体步骤按试剂盒说明书操作),酶标仪450nm波长测样品OD值于标准曲线查出样品浓度;(3)双腔起搏器植入后情况;(4)各指标与双腔起搏器植入术后AF发生的相关性;(5)影响双腔起搏器植入术后AF发生的因素;(6)PP、ANP及BNP对双腔起搏器植入术后AF发生的预测价值。

1.4 统计学分析

采用SPSS 18.0软件对数据进行分析与处理。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料以[n (%)]表示,采用 χ^2 检验;相关性采用Pearson相关性分析;影响因素采用Logistic分析;预测价值采用受试者工作特征(ROC)曲线分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

随访至术后两年,植入双腔起搏器的126例患者中有32例发生AF,发生率为25.40%。AF组和非AF组患者的性别、年龄、吸烟史、饮酒史、BMI、糖尿病病史、双腔起搏器植入指征、RAD、LVEF及LVEDD比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。AF组高血压病史、冠心病病史及LAD高于非AF组($P < 0.05$)。见表1。

表 1 AF 组和非 AF 组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

组别	性别		吸烟史	饮酒史	既往病史			双腔起搏器植入指征		
	男	女			高血压	冠心病	糖尿病	SSS	AVB	SSS + AVB
AF 组 (n=32)	17(53.13)	15(46.88)	8(25.00)	10(31.25)	25(78.13)	23(71.88)	9(28.13)	18(56.25)	9(28.13)	5(15.63)
非 AF 组 (n=94)	46(48.94)	48(51.06)	28(29.79)	26(27.66)	39(41.49)	30(31.91)	18(19.15)	51(54.26)	29(30.85)	14(14.89)
χ^2 值	0.168		0.268	0.151	12.82	15.642	1.142	0.0846		
P 值	0.682		0.605	0.698	<0.001	<0.001	0.285	0.959		

组别	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	RAD(mm)	LAD(mm)	LVEF(%)	LVEDD(mm)
AF 组 (n=32)	70.61 ± 4.27	20.77 ± 1.98	38.59 ± 2.41	39.43 ± 1.42	51.96 ± 5.14	50.48 ± 4.26
非 AF 组 (n=94)	66.34 ± 3.71	21.04 ± 2.03	38.46 ± 2.37	33.53 ± 1.35	52.13 ± 5.02	50.79 ± 4.33
t 值	5.408	0.654	0.267	21.075	0.164	0.351
P 值	<0.001	0.514	0.790	<0.001	0.870	0.726

2.2 两组患者血浆 CPP、ANP 及 BNP 水平比较

AF 组患者血浆 CPP、ANP 及 BNP 水平高于非 AF 组,差异有统计学意义(P < 0.05)。见表 2。

表 2 AF 组和非 AF 组患者血浆 CPP、ANP 及 BNP 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	CPP(pmol/L)	ANP(pg/mL)	BNP(pg/mL)
AF 组 (n=32)	16.05 ± 4.85	90.38 ± 9.22	214.69 ± 29.24
非 AF 组 (n=94)	10.36 ± 3.04	76.27 ± 9.76	166.61 ± 30.57
t 值	7.767	7.161	7.768
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 两组患者双腔起搏器植入后情况比较

AF 组和非 AF 组患者 AP%、VP%、ACEI/ARB、钙拮抗剂及他汀类药物使用比较,差异无统计学意义(P > 0.05);AF 组使用 β 受体阻滞剂病例数高于非 AF 组(P < 0.05)。见表 3。

表 3 AF 组和非 AF 组患者双腔起搏器植入后情况比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	AP%	VP%	植入后用药(例)			
			β受体阻滞剂	ACEI/ARB	钙拮抗剂	他汀类药
AF 组 (n=32)	59.64 ± 13.72	37.85 ± 8.69	16	16	20	17
非 AF 组 (n=94)	58.91 ± 13.28	38.06 ± 9.10	24	45	53	43
t/ χ^2 值	0.266	0.114	6.596	0.043	0.367	0.521
P 值	0.790	0.909	0.010	0.835	0.545	0.470

ACEI/ARB 为血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素受体拮抗剂。

2.4 各指标与双腔起搏器植入术后 AF 发生的相关性

年龄、LAD、高血压、冠心病、β 受体阻滞剂、CPP、ANP 及 BNP 水平与双腔起搏器植入术后 AF 发生呈正相关性(P < 0.05)。见表 4。

表 4 CPP、ANP 及 BNP 跟双腔起搏器植入术后 AF 发生的相关性

	年龄	LAD	高血压	冠心病	β受体阻滞剂	CPP	ANP	BNP
r 值	0.437	0.884	0.307	0.342	0.164	0.571	0.540	0.572
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001

2.5 影响双腔起搏器植入术后 AF 发生的因素

将 AF 组和非 AF 组差异有统计学意义的变量作为自变量并赋值,连续数值型变量均以中位数作为分界值,年龄: > 67 岁 = 1, 67 岁 = 0; LAD: > 34.45mm = 1, 34.45 mm = 0; CPP: > 10.12 pmol/L = 1; 10.12 pmol/L = 0; ANP: > 78.95 pg/mL = 1; 78.95 pg/mL = 0; BNP: > 170.01 pg/mL = 1, 170.01 pg/mL = 0; 高血压: 是 = 1, 否 = 0; 冠心病: 是 = 1, 否 = 0; β 受体阻滞剂: 未使用 = 1, 使用 = 0。将 AF 发生情况作为因变量,赋值如下:发生 AF = 1, 未发生 = 0。经多因素 Logistic 回归分析后,得出方程: ln(P/1-P) = - 8.273 + 0.518 年龄 + 0.925LAD + 1.342CPP + 1.596ANP + 1.487BNP + 1.653 高血压 + 1.738 冠心病。提示年龄、LAD、CPP、ANP、BNP、高血压、冠心病是导致双腔起搏器植入术后 AF 发生的独立危险因素(P < 0.05)。见图 1。

2.6 CPP、ANP 及 BNP 对双腔起搏器植入术后 AF 发生的预测价值

ROC 曲线分析显示, CPP、ANP、BNP 预测双腔起搏器植入术后 AF 发生的曲线下面积(AUC)分别为 0.839、0.851、0.878,截断值分别为 12.76 pmol/L、84.23 pg/mL、178.50 pg/mL。见表 5 及图 2。

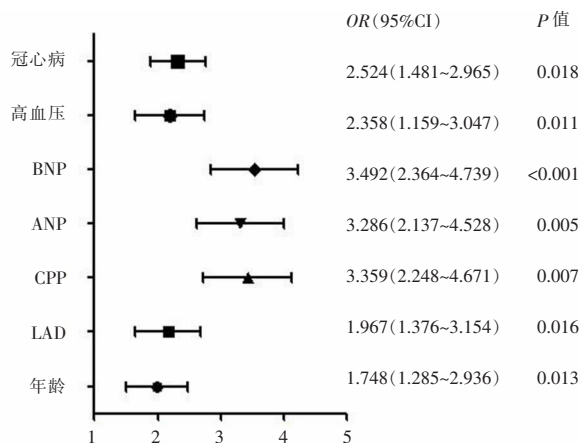


图 1 双腔起搏器植入术后 AF 发生的 Logistic 回归分析模型的森林图

表5 CPP、ANP及BNP对双腔起搏器植入术后AF发生的预测价值

指标	Cut-off值	曲线下面积	敏感度(%)	特异性(%)	95% CI	约登指数	P值
CPP	12.76 pmol/L	0.839	71.62	93.02	0.779~0.900	0.6464	<0.001
ANP	84.23 pg/mL	0.851	72.68	82.33	0.806~0.896	0.5501	<0.001
BNP	178.50 pg/mL	0.878	90.54	77.21	0.836~0.920	0.6775	<0.001

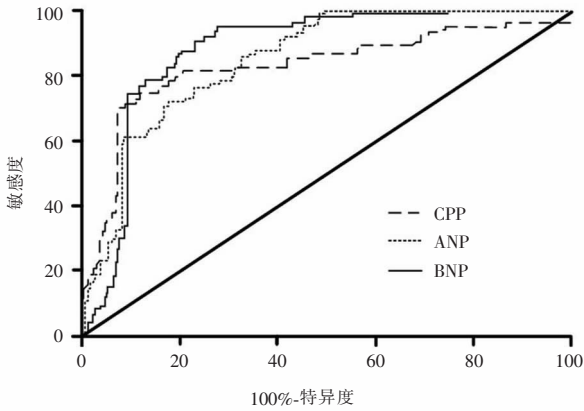


图2 CPP、ANP及BNP预测双腔起搏器植入术后AF发生的ROC曲线

3 讨论

文献^[7]报道,我国术前无房颤的患者植入起搏器后AF发生率约为20.53%。本研究中,植入双腔起搏器的患者AF发生率与以往研究结果相近。关于起搏器植入后AF发生的可能机制,一方面认为起搏器的植入使心脏血流动力学及电生理发生改变,另一方面起搏带来的心房电重构、解剖重构以及离子通道表达、功能异常,都能导致AF的启动和持续。

本研究比较了植入双腔起搏器后发生AF与未发生患者之间的差异。结果显示,AF组高血压病史、冠心病病史、左心房内径(LAD)、CPP、ANP、BNP以及术后使用 β 受体阻滞剂病例数高于非AF组($P < 0.05$)。年龄、LAD、高血压、冠心病、 β 受体阻滞剂使用、CPP、ANP及BNP水平均与双腔起搏器植入术后AF发生呈正相关性($P < 0.05$)。通过构建森林图模型分析发现,年龄、LAD、高血压、冠心病、CPP、ANP及BNP且是导致双腔起搏器植入术后AF发生的独立危险因素。其中,年龄、LAD、高血压、冠心病、早已被认为是AF发生的危险因素之一,有研究^[8-10]发现,AF在55~59岁人群中每年发病率约为1.1%,>85岁人群每年发病率则达到18.2%,心肌纤维组织和脂肪组织随年龄的增长而增多,心肌细胞间结构、电活动均发生改变,窦房结功能减退,使传导延缓,最终导致了心房电传导的不

稳定性,而左心房内径是衡量这种变化的重要指标。高血压、冠心病本身可诱发左心室肥厚以及心室舒张功能障碍,致使左心室舒张末期压力,使心房扩大、心肌纤维化增生,从而使电活动被阻滞或形成折返,传导不均而引发AF^[11-12]。

CPP是下丘脑分泌的一种糖蛋白,含有39个氨基酸序列^[13]。研究^[14]表明,AF患者的CPP水平与是否伴有糖尿病相关,提示CPP在2型糖尿病合并AF患者的发病过程中发挥重要作用。闫小菊等^[15]通过分析和肽素与急性心肌梗死后新发AF的相关性发现,CPP浓度在心房颤动组明显升高,CPP可作为预测急性心肌梗死后新发AF的重要指标。厉菁等^[16]同样发现,急性心肌梗死合并新发AF与CPP关系密切,CPP是急性心肌梗死后新发AF的高危因素。本研究结果显示,CPP对双腔起搏器植入术后AF发生具有较高的预测价值,与上述报道相符。进一步分析显示,CPP与双腔起搏器植入术后AF发生呈正相关关系($P < 0.05$)。CPP导致双腔起搏器植入术后AF发生的作用机制可能为:(1)V1受体在CPP作用下被激活,促进外周血管的收缩作用,提高心室负荷;(2)CPP能够刺激肾脏对水分的重吸收作用,增加心脏前负荷;(3)CPP通过刺激心肌成纤维细胞的增殖,诱导心肌发生纤维化。

早期调查研究显示,急性房颤患者复律后ANP浓度比复律前明显下降^[17]。Sramko等^[18]通过长期随访老年男性发现,ANP高水平比低水平发生AF的危险性明显升高,高ANP水平可以预测AF的发生。Lee等^[19]表明,起搏器植入术后,房颤组ANP水平高于非房颤组。本研究结果显示,ANP与双腔起搏器植入术后AF发生有关,对双腔起搏器植入术后AF发生具有较高的预测价值,与上述报道具有一致性。有研究^[20]表明,ANP能引起动作电位时程缩短并导致电折返,而这也是AF发生的标志。另外,AF发生时,心输出量减少、心房超负荷以及不适当的快速心室反应激活了神经内分泌系统,血管紧张素II受体被激活、交感神经发生兴奋均可导致心肌细胞增生及间质纤维化,使心肌重构,加上心房内压力因心房泵血功能减退而升高以及不规则的心房激动均可促进ANP的分泌和释放^[21]。Mozzone等^[22]分析认为,急性心梗是否并发AF与BNP存在明显的关系,对急性心梗患者AF的发生具有一定的预测价值。Amar等^[23]报道,BNP水平可用于预测起搏器植入术后AF的发生。本研究结果显示BNP是导致双腔起搏器植入术后AF发生的独立危险因素($P < 0.05$),对双腔起搏器植入术后AF发生具有较高的预测价值,符合上述报道。目前认为,

AF 使血液动力学改变,心房无法进行有效收缩,心搏量减少,心室率加快导致心房扩大、心室充盈减少,心房肌细胞出现增生、纤维化以及炎症浸润;另外,心动过速所致的扩张性心肌病使左室收缩功能下降,从而导致心室扩张。以上因素均可使心房或心室肌细胞合成并分泌 BNP。ROC 曲线分析显示, CPP、ANP、BNP 预测双腔起搏器植入术后 AF 发生的 AUC 均大于 0.7,具有较高的预测价值。

综上, CPP、ANP 及 BNP 是导致双腔起搏器植入术后 AF 发生的独立危险因素,对双腔起搏器植入术后 AF 的发生均具有较高的预测价值。

参考文献

[1] Park HE, Lee H, Choi SY, *et al.* The risk of atrial fibrillation in patients with non-alcoholic fatty liver disease and a high hepatic fibrosis index[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):5023.

[2] Balling L, Goetze JP, Jung MH, *et al.* Copeptin levels and invasive hemodynamics in patients with advanced heart failure[J]. *Biomark Med*, 2018, 12(8):861-870.

[3] Burnett JC. Atrial Natriuretic Peptide, Heart Failure and the Heart as an Endocrine Organ [J]. *Clin Chem*, 2019, 65(12):1602-1603.

[4] Moltrasio M, Cosentino N, De Metrio M, *et al.* Brain natriuretic peptide in acute myocardial infarction: a marker of cardio-renal interaction[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2016, 17(11):803-809.

[5] Amar D, Zhang H, Tan KS, *et al.* A brain natriuretic peptide-based prediction model for atrial fibrillation after thoracic surgery: Development and internal validation [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 157(6):2493-2499.

[6] 《中国全科医学》杂志编辑部. 2008 年 ACC/AHA/HRS 心脏起搏器植入指南[J]. *中国全科医学*, 2009, 12(2):120-121.

[7] Dębski M, Ulman M, Ząbek A, *et al.* Permanent atrial fibrillation in patients with a dual-chamber pacemaker[J]. *Kardiologia Pol*, 2019, 77(12):1140-1146.

[8] Chen XL, Ren XJ, Liang Z, *et al.* Analyses of risk factors and prognosis for new-onset atrial fibrillation in elderly patients after dual-chamber pacemaker implantation [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2018, 15(10):628-633.

[9] Dębski M, Ulman M, Ząbek A, *et al.* Association of selected factors with long-term prognosis and mortality after dual-chamber pacemaker implant[J]. *Cardiol J*, 2019, 26(6):717-726.

[10] 王璟. DDD 起搏器植入后心房颤动影响因素的 Logistic 回归分

析[J]. *临床医学研究与实践*, 2018, 3(26):105-106.

[11] 刘倩, 刘亚宁, 赵彦蕾, 等. 双腔起搏器植入术后心房颤动发生率及相关因素分析[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(12):1223-1227.

[12] 陈晓丽, 任学军, 韩智红, 等. 老年患者双腔起搏器置入术后发生心房颤动的相关因素分析[J]. *心肺血管病杂志*, 2017, 36(3):190-193.

[13] Kishima H, Mine T, Fukuhara E, *et al.* The association between left atrial stiffness and low-voltage areas of left atrium in patients with atrial fibrillation [J]. *Heart Vessels*, 2019, 34(11):1830-1838.

[14] 海玉发, 杨永昌, 金学林. 2 型糖尿病合并房颤患者血清和肽素及基质金属蛋白酶-9 的检测与临床意义[J]. *宁夏医学杂志*, 2017, 39(6):513-514.

[15] 闫小菊, 李勇, 马芳芳, 等. 和肽素与急性心肌梗死后新发心房颤动相关性的研究[J]. *中国心血管病研究*, 2017, 15(3):249-252.

[16] 厉菁, 袁义强, 王明杰, 等. 和肽素与急性心肌梗死合并新发心房颤动的关系分析[J]. *国际医药卫生导报*, 2018, 24(5):647-649.

[17] Park J, Lee SH, Lee JS, *et al.* High recurrence of atrial fibrillation in patients with high tissue atrial natriuretic peptide and amyloid levels after concomitant maze and mitral valve surgery [J]. *J Cardiol*, 2017, 69(1):345-352.

[18] Sramko M, Wichterle D, Melenovsky V, *et al.* Independent effect of atrial fibrillation on natriuretic peptide release [J]. *Clin Res Cardiol*, 2019, 108(2):142-149.

[19] Lee HS, Cho KW, Kim HY, *et al.* Chamber-specific regulation of atrial natriuretic peptide secretion in cardiac hypertrophy: atrial wall dynamics in the ANP secretion [J]. *Pflugers Arch*, 2020, 472(6):639-651.

[20] Ogawa K, Yoshida K, Uehara Y, *et al.* Mechanistic implication of decreased plasma atrial natriuretic peptide level for transient rise in the atrial capture threshold early after ICD or CRT-D implantation [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2018, 53(1):131-140.

[21] Miale J, Kato M, Ogura K, *et al.* Pre-ablation levels of brain natriuretic peptide are independently associated with the recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency catheter ablation in patients with nonvalvular atrial fibrillation [J]. *Heart Vessels*, 2019, 34(3):517-526.

[22] Mazzone A, Scalese M, Paradossi U, *et al.* Development and validation of a risk stratification score for new-onset atrial fibrillation in STEMI patients undergoing primary percutaneous coronary intervention [J]. *Int J Clin Pract*, 2018, 72(4):e13087.

[23] Amar D, Zhang H, Tan KS, *et al.* A brain natriuretic peptide-based prediction model for atrial fibrillation after thoracic surgery: Development and internal validation [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 157(6):2493-2499.

(收稿日期:2022-02-21

修回日期:2022-03-25)