

术前自身 QRS 波时限是起搏依赖患者心功能下降的预测因子

刘 群, 吴红平, 陈 震, 王 焱, 姜晓宏, 侯小锋, 邹建刚*

(南京医科大学第一附属医院心脏科, 江苏 南京 210029)

[摘要] 目的:探讨术前自身 QRS 波时限(intrinsic QRS duration, IQRSD)对右心室心尖部(right ventricular apex, RVA)起搏患者心功能下降的预测作用。方法:选取因三度房室传导阻滞(Ⅲ°AVB)植入双腔全自动型起搏器(DDD)或单腔同步型起搏器(VVI)患者 42 例。其中,末次随访时左室射血分数较术前下降的绝对值(Δ LVEF) $\geq 5\%$ 的患者 22 例(Δ LVEF $\geq 5\%$ 组, DDD 12 例, VVI 10 例), 同期 Δ LVEF $< 5\%$ 患者 20 例(Δ LVEF $< 5\%$ 组, DDD 11 例, VVI 9 例), 两组比较, 研究起搏引起心功能下降的可能原因和可能的预测因子。每例患者在起搏器植入术前行 12 导联心电图和超声心动图检查, 术后随访时记录起搏心电图、超声心动图及右心室累积起搏比例。结果:两组患者平均随访 77.3 个月, Δ LVEF $\geq 5\%$ 组左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)由术前($64.20 \pm 6.30\%$)降至($40.60 \pm 10.00\%$) ($P < 0.001$), 左房内径(left atrial diameter, LAD)由术前(34.77 ± 6.42) mm 增大至(41.00 ± 7.45) mm ($P < 0.001$), 左室舒张末期径(left ventricular end-diastolic dimension, LVEDD)由术前(49.82 ± 4.86) mm 明显增大至 (55.59 ± 8.44) mm ($P < 0.001$), 差异均有统计学意义; Δ LVEF $< 5\%$ 组 LVEF 由术前 ($65.40 \pm 3.25\%$) 降低至 ($64.94 \pm 3.00\%$) ($P = 0.543$), LAD 由术前 (37.40 ± 4.84) mm 增加至 (38.15 ± 5.83) mm ($P = 0.347$), LVEDD 由术前 (48.30 ± 3.95) mm 增加至 (49.00 ± 3.87) mm ($P = 0.090$), 变化均无统计学意义; 四格表卡方检验提示植入起搏器后术前 IQRSD ≥ 110 ms 组较术前 IQRSD < 110 ms 组患者发生心功能下降比率更高 ($P = 0.002$); Kaplan-Meier 分析发现植入起搏器后术前 IQRSD ≥ 110 ms 患者较术前 IQRSD < 110 ms 患者心功能下降发生时间更早。COX 回归分析显示, 术前 IQRSD ≥ 110 ms 是左室收缩功能下降的独立预测危险因素 ($P < 0.05$)。结论: RVA 长期起搏可引起心脏结构改变和左室收缩功能下降; 术前 IQRSD ≥ 110 ms 患者左室收缩功能下降发生率高且时间更早, 术前 IQRSD ≥ 110 ms 是起搏依赖患者左室收缩功能下降的独立预测危险因素。

[关键词] 三度房室传导阻滞; 右心室心尖部起搏; 自身 QRS 波时限; 心脏重构; 心功能

[中图分类号] R540.4⁺1

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-4368(2012)07-942-06

Preoperative intrinsic QRS duration is a predictor of left ventricular function deterioration in patients dependent on right ventricular apical pacing

LIU Qun, WU Hong-ping, CHEN Zhen, WANG Yao, JIANG Xiao-hong, HOU Xiao-feng, ZOU Jian-gang*

(Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of NJMU, Nanjing 210029, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the predictive value of intrinsic QRS duration (IQRSD) for left ventricular function deterioration in patients dependent on right ventricular apical (RVA) pacing. **Methods:** In this study, 42 patients with third degree atrioventricular block who underwent pacemaker implantation were included. Twenty-two patients with absolute reduction value of left ventricular ejection fraction (Δ LVEF) $\geq 5\%$ after pacing (group with Δ LVEF $\geq 5\%$) and 20 patients with Δ LVEF $< 5\%$ after pacing (group with Δ LVEF $< 5\%$) were enrolled to investigate the possible reasons or predictors for the cardiac function deterioration. The examination results of 12-lead electrocardiography and echocardiography, and clinical conditions were recorded for every patient before the implantation and during the follow-up. The cumulative pacing rate of patients were also obtained at each follow-up visit. **Results:** After 77.3 months of follow-up, left ventricular ejection fraction (LVEF) decreased significantly from ($64.20 \pm 6.30\%$) to ($40.60 \pm 10.00\%$) ($P < 0.001$) while left atrial diameter (LAD) and left ventricular end-diastolic dimension (LVEDD) enlarged significantly in group with Δ LVEF $\geq 5\%$ [LAD: (34.77 ± 6.42) mm vs. (41.00 ± 7.45) mm; LVEDD: (49.82 ± 4.86) mm vs. (55.59 ± 8.44) mm; $P < 0.001$]. However, the average LVEF, LAD and LVEDD levels in group with Δ LVEF $< 5\%$ after pacing were not statistically different from those before pacing [LVEF: ($65.40 \pm 3.25\%$) vs. ($64.94 \pm 3.00\%$); LAD: (37.40 ± 4.84) mm vs. (38.15 ± 5.83) mm; LVEDD: (48.30 ± 3.95) mm vs. (49.00 ± 3.87) mm]. Kaplan-Meier analysis revealed that LVEF diminution after pacing appeared significantly

[基金项目] 国家自然科学基金(81170162)

*通讯作者, E-mail: jgzou@njmu.edu.cn

earlier in patients with $IQRSd \geq 110$ ms than that in patients with $IQRS < 110$ ms. Chi Square Test showed the rate of LVEF diminution was significantly higher in patients with $IQRSd \geq 110$ ms than that in patients with $IQRS < 110$ ms ($P < 0.05$). COX regression analysis indicated that $IQRSd \geq 110$ ms was the independent predictor of left ventricular systolic function decrease ($P < 0.05$). **Conclusion:** Long-term RVA pacing leads to deterioration of left ventricular systolic function and cardiac remodeling. In patients with $IQRSd \geq 110$ ms, deterioration of left ventricular systolic function occurred earlier and more serious than in those with $IQRS < 110$ ms. $IQRSd \geq 110$ ms is the independent predictor of LVEF reduction in patients dependent on right ventricular pacing.

[**Key words**] third degree atrioventricular block; right ventricular apical pacing; intrinsic QRS duration; cardiac remodeling; cardiac function

[Acta Univ Med Nanjing, 2012, 32(7): 942-947]

右心室心尖部 (right ventricular apex, RVA) 是目前临床上使用最多的起搏部位。近年来国内外越来越多的研究表明长期 RVA 起搏可影响心脏结构和功能,引起收缩和传导的顺序及速度改变、左室室内及室间失同步及室壁运动异常^[1-4]。但并非所有长期 RVA 起搏都可引起心脏结构改变及功能受损^[5],有报道长期 RVA 起搏患者心功能受损发生率为 25%^[6]。因此,如何预测 RVA 起搏后心功能下降是研究的重点和难点。寻找影响 RVA 起搏患者心脏结构改变和心功能下降的危险因素,预测哪些患者经 RVA 起搏后心脏结构和功能不会发生改变^[3,6-10],是目前研究的热点。本研究选取因三度房室传导阻滞 (III°AVB) 植入单腔同步型起搏器 (VVI) 或双腔全自动型起搏器 (DDD) 后发生心功能下降的患者,和未发生心功能下降的患者进行比较,探讨 RVA 起搏对心脏结构、功能的影响和心功能下降的可能原因及预测因子。

1 对象和方法

1.1 对象

纳入标准:基础心功能正常,因 III°AVB 于 2003~2005 年在南京医科大学第一附属医院植入起搏器后伴心功能下降与同期起搏后未发生心功能下降的患者。排除标准:①心功能降低前 1 个月发生心肌梗死的患者;②植入起搏器前已存在可影响心功能的基础疾病如扩张型心肌病、缺血性心肌病、中重度瓣膜病;③双心室起搏;④各种原因失访和临床资料不充分者。最终共入选 42 例患者,男性 24 例,女性 18 例,平均年龄 (63.7 ± 15.7) 岁。心功能下降诊断标准:术后左室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 下降的绝对值 $\geq 5\%$, 按此标准将入选病例分为 2 组: $\Delta LVEF \geq 5\%$ 组和 $\Delta LVEF < 5\%$ 组。

1.2 方法

起搏器植入:右室电极置于右室心尖部,心房电极常规置于右心耳,心室起搏比例均接近 99%。

患者基线基本参数包括常规 12 导联心电图、超声心动图,均于植入起搏器前 1 周内完成。患者出院后定期随访,随访内容为常规 12 导联心电图、超声心动图、右心室起搏比例,同时记录基础疾病如糖尿病、高血压、冠心病、房扑房颤等状况。

QRS 波时限测量:自身 QRS 波时限 (intrinsic QRS duration, $IQRSd$) 选取心电图机自身分析的结果;起搏 QRS 波时限 (pacing QRS duration, $PQRSd$) 定义为常规体表心电图中心起搏信号起始点至 QRS 波群终点的宽度,选择 $PQRSd$ 最宽的导联,连续测量 3 个 $PQRSd$ 后,取其平均值作为最终 $PQRSd$ 。

超声心动图测量:采用美国 GE 公司 Vivid 7 彩色超声诊断仪,探头频率 1.7~3.4 MHz,取标准胸骨旁左室长轴切面,由报告单上签名医师复查同一患者测得收缩末期左房内径 (left atrial diameter, LAD)、舒张末期左室内径 (left ventricular end diastolic dimension, LVEDD), Simpson 法测定 LVEF。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS16.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间均数比较采用成组 t 检验;计数资料组间比较采用卡方检验;起搏器植入术前、术后计量资料比较采用差值 t 检验;等级资料组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验;ROC 曲线寻找区分心功能下降的 $IQRSd$ 和 $PQRSd$ 最佳截断值;Kaplan-Meier 分析两组心功能下降的比率差异;多因素 COX 回归分析预测心功能下降的危险因素, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例特征

共入选 42 例患者,起搏器植入术前基线资料见表 1。平均随访 77.3 个月,22 例发生心功能下降;

表1 Δ LVEF $\geq 5\%$ 组与 Δ LVEF $< 5\%$ 组基线资料比较Table 1 Baseline characteristics of group with Δ LVEF $\geq 5\%$ and group with Δ LVEF $< 5\%$

参数	Δ LVEF $\geq 5\%$ 组($n = 22$)	Δ LVEF $< 5\%$ 组($n = 20$)	P 值
植入时年龄(岁)	64.00 \pm 18.18	63.37 \pm 12.95	0.899 [#]
性别(例)			0.327 Δ
男	11	13	
女	11	7	
起搏时限(月)	78.59 \pm 18.75	75.90 \pm 21.65	0.668 [#]
起搏比例(%)	98.59 \pm 3.05	98.50 \pm 2.91	0.922 [#]
起搏模式(DDD/VVI, 例)	12/10	11/9	1.000 Δ
高血压(例)			0.095 Δ
有	11	15	
无	11	5	
糖尿病(例)			0.570 [*]
有	2	4	
无	20	16	
冠心病(例)			1.000 [*]
有	3	3	
无	19	17	
房扑或房颤(例)			1.000 [*]
有	3	2	
无	19	18	
NYHA(例)			0.303 \star
I	16	18	
II	6	2	
III	0	0	
IV	0	0	
心电图参数			
窦性心律(是/否, 例)	19/3	19/1	0.670 [*]
IQRSD(ms)	110.8 \pm 15.4	101.4 \pm 16.6	0.063 [#]
PQRSd(ms)	150.2 \pm 25.2	146.2 \pm 20.5	0.576 [#]
超声心动图参数			
LAD(mm)	34.77 \pm 6.42	37.40 \pm 4.84	0.145 [#]
LVEDD(mm)	49.82 \pm 4.86	48.30 \pm 3.95	0.276 [#]
LVEF(%)	64.20 \pm 6.30	65.40 \pm 3.25	0.472 [#]
二尖瓣关闭不全(例)			0.300 \star
否	10	8	
轻	8	11	
中	4	1	
重	0	0	
主动脉瓣关闭不全(例)			0.367 \star
否	11	10	
轻	7	9	
中	4	1	
重	0	0	

NYHA:纽约心功能分级;IQRSD:自身QRS波时限;PQRSd:即刻起搏QRS波时限;LAD:左房内径;LVEDD:左室舒张末期内径;LVEF:左室射血分数。#:成组 t 检验; Δ :四格表Pearson χ^2 检验;* :连续校正 χ^2 检验; \star :Wilcoxon秩和检验。

7例死亡,其中因心力衰竭死亡者为3例。

2.2 右心室心尖部起搏对心脏结构及功能的影响

起搏器植入术前至末次随访时,所有患者LVEF由(63.80 \pm 5.06)%降至(57.13 \pm 11.43)%($P <$

0.001),LAD由(36.02 \pm 5.81)mm增大至(39.64 \pm 6.80)mm($P <$ 0.001),LVEDD由(49.10 \pm 4.46)mm增大至(52.45 \pm 7.38)mm($P <$ 0.001),差异均有统计学意义。由此可见,RVA起搏可致心功能下降、左心

房内径及左室舒张末期内径增加。 $\Delta\text{LVEF} \geq 5\%$ 组起搏器植入术前后 LAD、LVEDD、LVEF 相比, 差异均有统计学意义(P 均 < 0.001 , 表 2)而 $\Delta\text{LVEF} < 5\%$ 组

起搏器植入术前后 LAD、LVEDD、LVEF 相比, 差异均无统计学意义。因此认为心功能下降组较未下降组更易出现左房内径及左室舒张末期内径的扩大。

表 2 起搏器植入术前后 $\Delta\text{LVEF} \geq 5\%$ 组与 $\Delta\text{LVEF} < 5\%$ 组心功能参数的比较

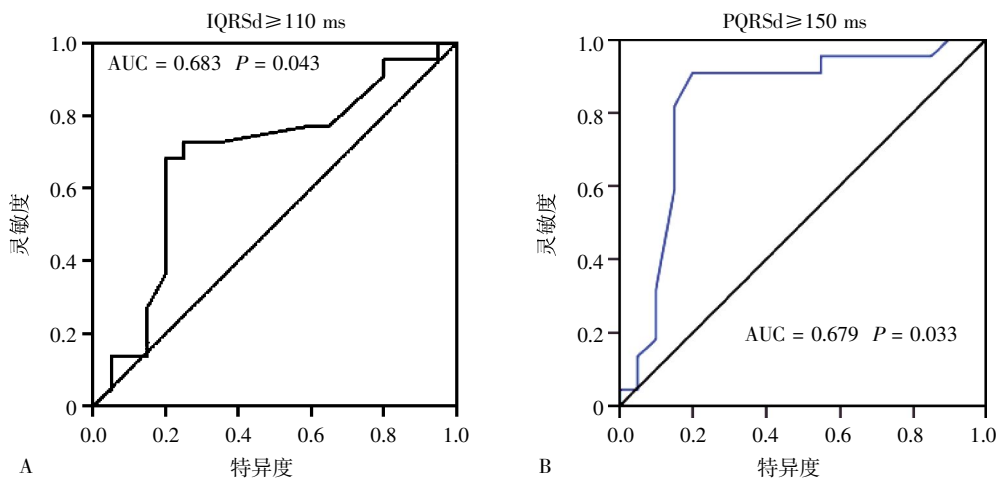
Table 2 Comparison of heart function of group with $\Delta\text{LVEF} \geq 5\%$ and group with $\Delta\text{LVEF} < 5\%$ before and after pacemaker implantation

心功能参数	$\Delta\text{LVEF} \geq 5\%$ 组			$\Delta\text{LVEF} < 5\%$ 组		
	术前	末次随访时	P 值	术前	末次随访时	P 值
LAD(mm)	34.77 \pm 6.42	41.00 \pm 7.45	< 0.001	37.40 \pm 4.84	38.15 \pm 5.83	0.347
LVEDD(mm)	49.82 \pm 4.86	55.59 \pm 8.44	< 0.001	48.30 \pm 3.95	49.00 \pm 3.87	0.090
LVEF(%)	64.20 \pm 6.30	40.60 \pm 10.00	< 0.001	65.40 \pm 3.25	64.94 \pm 3.00	0.543

2.3 RVA 起搏引起心功能下降比率差异的 Kaplan-Meier 分析

受试者操作分析曲线(ROC 曲线)分析时, 分别以 IQRSd 和 PQRSd 作为评价变量选入 test variable 框, $\Delta\text{LVEF} \geq 5\%$ 定义为状态变量 EF 受损(EF deterioration, EFD) = 1, $\Delta\text{LVEF} < 5\%$ 定义为 EFD = 0 (EF 未受损), 将 EFD 状态变量选入 state variable 框行 ROC 曲线分析, 评价变量敏感度和特异度之和最大的点即为筛选左室射血分数下降的最佳切点。ROC 曲线显示 IQRSd ≥ 110 ms 是区分心功能

下降和未下降者的最佳截断值, 曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.683 (95%CI: 0.513~0.853), 灵敏度 0.682, 特异度 0.800, $P=0.043$ (图 1A)。同样, ROC 曲线提示 PQRSd ≥ 150 ms 是区分心功能下降和未下降者的最佳截断值, AUC 为 0.679 (95%CI: 0.509~0.849), 灵敏度 0.703, 特异度 0.786, $P = 0.033$ (图 1B)。依此定义 110 ms、150 ms 分别为 IQRSd 和 PQRSd 区分心功能下降与未下降者的最佳截断值后行 Kaplan-Meier 分析及 COX 回归分析。



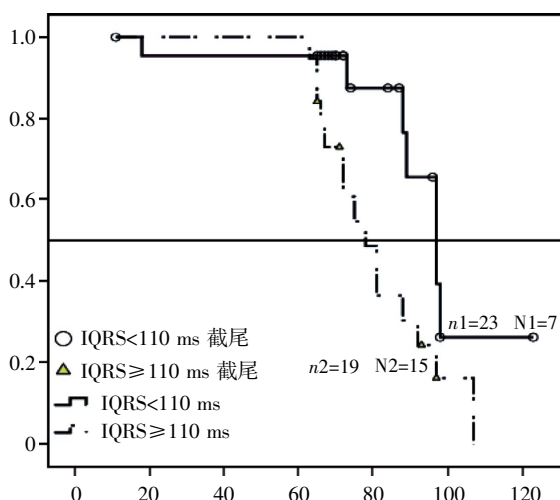
A: IQRS ≥ 110 ms; B: PQRS ≥ 150 ms。

图 1 受试者操作分析曲线

Figure 1 Receiver operation analysis curve

选择起搏时间为反应变量, 心功能下降为事件状态变量, IQRSd ≥ 110 ms 和 IQRSd < 110 ms 为分组变量, Log-rank 法检验两组未发生心功能下降比率及未发生心功能下降的持续时间是否有统计学差异。卡方检验示, IQRSd ≥ 110 ms 组心功能下降比率 (78.9%) 显著高于 IQRSd < 110 ms 组 (30.4%), $P = 0.002$; Kaplan-Meier 分析显示植入起搏器到末次随

访未发生心功能下降的中位时间, 总体 89.0 (95% CI: 76.9~101.1) 个月, IQRSd ≥ 110 ms 组为 78.0 (95% CI: 69.2~86.8) 个月, IQRSd < 110 ms 组为 97.0 (95% CI: 86.9~107.1) 个月, $\chi^2 = 5.873$, $P = 0.015$ 。即 IQRSd ≥ 110 ms 患者较 IQRSd < 110 ms 组发生心功能下降早 (图 2)。另外, 本研究还发现 IQRSd 与 ΔLVEF 呈负相关, $r = -0.303$, $P = 0.051$, P 值为临



n1:IQRSd<110 ms 组病例数,N1:IQRSd<110 ms 组发生心功能下降病例数;n2:IQRSd≥110 ms 组病例数,N2:IQRSd≥110 ms 组发生心功能下降病例数。

图 2 两组心功能下降比率差异的 Kaplan-Meier 分析

Figure 2 Kaplan-Meier curve for the rate of left ventricular function deterioration in two groups

界值,提示 IQRSd 越长,LVEF 下降程度越大。

2.4 RVA 起搏引起心功能下降的危险因素分析

对所有可能导致心功能和心脏结构改变的因素进行多因素 COX 分析。选择起搏时间为反应变量,心功能下降为事件状态变量,将所有可能的危险因素选入变量框,选择 Forward:LR,即基于偏最大似然估计的前进法筛选 LVEF 下降的危险因素。多因素 COX 回归分析显示,年龄≥65 岁、性别、糖尿病、高血压、冠心病史、房扑/房颤病史、完全性左束支传导阻滞、完全性右束支传导阻滞、起搏模式、术后即刻宽起搏 QRS 波(PQRSd≥150 ms)和 LAD≥38 mm 均不是 LVEF 下降的预测因子($P > 0.05$);IQRSd≥110 ms(RR:2.82,95%CI:1.14~6.96, $P = 0.025$)是心功能下降的独立预测危险因子。

3 讨论

本回顾性病例对照研究表明,RVA 起搏可引起 LAD、LVEDD 增大和 LVEF 下降;IQRSd≥110 ms 是 RVA 起搏患者心功能下降的一个较好独立预测危险因子;IQRSd≥110 ms 较 IQRSd<110 ms 者发生 LVEF 下降比率明显增高。年龄≥65 岁、性别、糖尿病、高血压、冠心病史、房扑/房颤病史、完全性左束支传导阻滞、完全性右束支传导阻滞、起搏模式、术后即刻宽起搏 QRS 波和 LAD≥38 mm 等均不能预测心功能下降。

MOST(the Mode Selection Trial)^[11]选取 2 010 例病态窦房结综合征患者,经过约 6 年的随访后发现,DDD 组因心衰住院的风险较 VVI 组更高;俞霏等^[10]

报道性别、年龄、起搏模式以及是否合并高血压、糖尿病、冠心病、房扑/房颤等因素均与心功能受损、左室重构无关;Zhang 等^[9]项 304 例、平均随访 7.8 年的研究报道经 RVA 起搏后,LVEF 较起搏器植入术前明显下降,VVI 起搏模式、老龄、房颤病史、新发心肌梗死都是新发心衰的预测因子。本研究发现与既往研究报道不完全一致,原因可能为:①入选人群不同:Zhang 等^[9]的研究入选病例植入起搏器时年龄(68.2 ± 14.9)岁大于本研究的(63.7 ± 15.7)岁,且纳入了本研究已排除的可能影响心功能的心肌梗死的病例;②起搏比例不同:本研究纳入的均为Ⅲ° AVB 起搏依赖的患者,心功能下降组和未下降组心室起搏比例均接近 99%,MOST 研究 DDD 组的心室起搏比例(90%)显著高于 VVI 组(58%),从而削弱了 DDD 相对于 VVI 对心功能的保护作用^[11];③终点事件不同:Zhang 等^[9]以 Framingham 诊断标准定义新发心衰;俞霏等^[10]的研究终点事件为心力衰竭或左心室结构、功能受损,且术前超声心动图资料缺失的病例也纳入了研究,仅根据首次随访时心脏超声参数为正常范围来推测患者未发生心功能受损。而本研究采用 LVEF 下降绝对值超过 5%为判定左室收缩功能下降的标准。前二项研究终点事件包含了 LVEF 下降和不下降的心衰患者,敏感性相对更高且受主观因素影响较大,与本研究判定终点事件的标准不完全相同。

MOST 亚组分析发现,病态窦房结综合征患者起搏器植入前 IQRSd≥120 ms 与术后病死率增加有关,术后病死率较 IQRSd<120 ms 组高出 35%。当

IQRSD在60~120 ms之间时,每增加10 ms,死亡风险将增加1.14倍,而死亡多由左室收缩功能下降所致^[12],与本研究结果一致。分析原因为IQRSD \geq 110ms患者可能存在导致自身传导系统功能异常或者潜在的心肌病变,导致左室机械运动不同步和血流动力学异常,易出现心脏重构和心功能下降。此外,多项研究发现宽的起搏QRS波是预测心衰或左心室结构改变、心功能下降的危险因素^[13-16]。本研究中心功能下降组和未下降组术后即刻PQRSd分别为(150.2 \pm 25.2)ms和(146.2 \pm 20.5)ms($P=0.576$),虽前组略大于后组,但差异无统计学意义,尚未能发现其预测心功能下降的作用,可能与本研究病例数相对较少、宽起搏QRS波及终点事件定义不完全相同有关。另外,前文ROC曲线AUC仅0.683, $P=0.043$,接近0.05,可能与本研究样本量较少,随访时间不够长有关。

本研究结果提示基础心功能正常的依赖起搏器治疗的患者,尤其自身QRS波较宽时容易发生左室收缩功能下降,应尽量减少起搏比率、起搏频率,减少任何不必要的RVA起搏。但本研究为单中心的回顾性研究,病例数较少,随访时间不够长,因而不能代表所有右心室起搏人群,研究结果有待于更多随访病例及更长随访时间的临床研究来提供更有力的证据。

[参考文献]

[1] Sato-Iino T, Watanabe H, Koyama T, et al. The prevalence of apical wall motion abnormalities in patients with long-term right ventricular apical pacing[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(5): 556-564

[2] 丁立刚, 华伟, 陈柯萍, 等. 长期右心室心尖部起搏对心室重构的影响[J]. *中华心律失常学杂志*, 2009, 13(5): 365-368

[3] Silva RT, Martinelli Filho M, de Oliveira JC, et al. Ventricular remodeling in right ventricular apical pacing[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2007, 88(2): 152-158

[4] Albertsen AE, Mortensen PT, Jensen HK, et al. Adverse effect of right ventricular pacing prevented by biventricular pacing during long-term follow-up: A randomized comparison[J]. *Eur J Echocardiogr*, 2011, 12(10): 767-772

[5] 任晓庆, 张澍, 浦介麟, 等. 长期右心室心尖部起搏对心室重构及心功能的影响[J]. *中华心脏起搏与心电生理杂志*, 2010, 24(2): 140-142

[6] Kachboura S, Ben Halima A, Fersi I, et al. Assessment of

heart failure and left ventricular systolic dysfunction after cardiac pacing in patients with preserved left ventricular systolic function [J]. *Ann Cardiol Angeiol*, 2008, 57(1): 29-36

[7] Hori Y, Tada H, Nakamura K, et al. Presence of structural heart disease and left ventricular dysfunction predict hospitalizations for new-onset heart failure after right ventricular apical pacing[J]. *Europace*, 2011, 13(2): 230-236

[8] Miyoshi F, Kobayashi Y, Itou H, et al. Prolonged paced qrs duration as a predictor for congestive heart failure in patients with right ventricular apical pacing [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2005, 28(11): 1182-1188

[9] Zhang XH, Chen H, Siu CW, et al. New-onset heart failure after permanent right ventricular apical pacing in patients with acquired high-grade atrioventricular block and normal left ventricular function[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2008, 19(2): 136-141

[10] 俞霏, 宿燕岗, 柏瑾, 等. 长期右心室心尖部起搏对三度房室阻滞患者心功能的影响[J]. *中华心律失常学杂志*, 2010, 14(2): 138-142

[11] Sweeney MO, Hellkamp AS, Ellenbogen KA, et al. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction[J]. *Circulation*, 2003, 107(23): 2932-2937

[12] Sweeney MO, Hellkamp AS, Lee KL, et al. Association of prolonged qrs duration with death in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction[J]. *Circulation*, 2005, 111(19): 2418-2423

[13] Su Y, Pan W, Gong X, et al. Relationships between paced qrs duration and left cardiac structures and function[J]. *Acta Cardiol*, 2009, 64(2): 231-238

[14] Kim JJ, Friedman RA, Eidem BW, et al. Ventricular function and long-term pacing in children with congenital complete atrioventricular block [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2007, 18(4): 373-377

[15] Shukla HH, Hellkamp AS, James EA, et al. Heart failure hospitalization is more common in pacemaker patients with sinus node dysfunction and a prolonged paced qrs duration[J]. *Heart Rhythm*, 2005, 2(3): 245-251

[16] Tantengco MV, Thomas RL, Karpawich PP. Left ventricular dysfunction after long-term right ventricular apical pacing in the young[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37(8): 2093-2100

[收稿日期] 2012-03-02