

心房抗心动过速起搏在心动过缓合并快速型房性心律失常患者中的应用效果

魏冰倩¹, 蓝荣芳^{1,2}, 徐伟^{1,2}, 吴翔², 王天琦², 王宇², 王吉芳²

作者单位: 1.210008江苏省南京市, 南京医科大学鼓楼临床医学院 2.210008江苏省南京市, 南京大学医学院附属鼓楼医院心血管内科

通信作者: 蓝荣芳, E-mail: lanrongfang@163.com

【摘要】 **目的** 分析心房抗心动过速起搏(aATP)在心动过缓合并快速型房性心律失常(ATA)患者中的应用效果。**方法** 回顾性选取2019年12月—2022年12月在南京大学医学院附属鼓楼医院心血管内科植入具有aATP功能的双腔永久起搏器的心动过缓合并ATA患者8例为研究对象, 其均于术中或随访期间开启aATP功能, 起搏器识别到ATA发作时会自动开启aATP干预[如为心房颤动(AF)发作, 则不进行干预], 所有患者首先采用周长递减起搏(Ramp)方案进行起搏, 若ATA终止失败, 则继续尝试以Ramp或短阵快速起搏(Burst+)方案进行起搏。收集并分析患者腔内心电图检查结果, 记录患者首次aATP干预前ATA负荷、每日ATA持续时间, 首次aATP干预后3个月ATA负荷、每日ATA持续时间、ATA周长、ATA终止成功率。**结果** 1例患者开启aATP功能后发生了ATA, 但其自行终止, 因而未接受aATP干预, 之后未再复发; 1例患者开启aATP功能后发生了心房扑动(AFL), 但其转为了AF, 因而未接受aATP干预; 其余6例患者开启aATP功能后发生了AFL或房性心动过速(AT), 随后接受了aATP干预。腔内心电图检查结果显示, 6例接受aATP干预患者的ATA均为来源于右心房的典型AFL, 且aATP干预可终止的AFL节律均相对规则且缓慢。6例接受aATP干预患者首次aATP干预前ATA负荷平均为4.0%(<0.1%, 56.5%), 每日ATA持续时间平均为2.6(<0.1, 18.2)h; 首次aATP干预后3个月ATA负荷平均为0.1%(0, 27.4%), 每日ATA持续时间平均为0.1(0, 6.6)h, ATA周长平均为280.0(254.0, 353.5)ms, ATA终止成功率为17.2%~100.0%、总ATA终止成功率为32.1%(1/222/3/806)。**结论** aATP干预可终止的AFL节律均相对规则且缓慢; aATP可降低心动过缓合并ATA患者ATA负荷, 缩短ATA持续时间, 但其ATA终止成功率不高, 为32.1%。

【关键词】 心动过缓; 心律失常, 心性; 快速型房性心律失常; 心房抗心动过速起搏

【中图分类号】 R 541.72 R 541.7 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2024.00.106

Application Effect of Atrial Antitachycardia Pacing in Bradycardia Patients Combined with Atrial Tachyarrhythmia

WEI Bingqian¹, LAN Rongfang^{1,2}, XU Wei^{1,2}, WU Xiang², WANG Tianqi², WANG Yu², WANG Jifang²

1.Nanjing Drum Tower Hospital, Clinical College of Nanjing Medical University, Nanjing 210008, China

2.Department of Cardiovascular, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

Corresponding author: LAN Rongfang, E-mail: lanrongfang@163.com

【Abstract】 **Objective** To analyze the application effect of atrial antitachycardia pacing (aATP) in bradycardia patients combined with atrial tachyarrhythmia (ATA). **Methods** A total of 8 patients with bradycardia combined with ATA who were implanted with double-chamber permanent pacemaker with aATP function in the Department of Cardiovascular, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School from December 2019 to December 2022 were selected as the study objects. All of them had aATP function turned on during the operation or during follow-up. When the pacemaker recognized an ATA attack, it would automatically activate aATP intervention (if it was an atrial fibrillation (AF) attack, no intervention would be performed). All patients were first paced with the decreasing perimeter pacing (Ramp) program, and if ATA failed to terminate, they continued to try the Ramp or short array rapid pacing (Burst+) program. The results of intracavitary electrocardiogram were collected and analyzed, and ATA load, and daily ATA duration before the first aATP intervention, ATA load, daily ATA duration, ATA circumference, and ATA termination success rate at 3 months after the first aATP intervention were recorded. **Results** ATA occurred in 1 patient after aATP function was turned on, but it terminated spontaneously, so the patient did not receive aATP intervention and did not recur later. One patient experienced atrial flutter (AFL) after activating aATP function, but it turned into AF, so the patient did not receive aATP intervention. The remaining 6 patients developed AFL or

atrial tachycardia (AT) after activating aATP function, and subsequently received aATP intervention. The results of intracavitary electrocardiogram showed that the ATA of the 6 patients who received aATP intervention were typical AFL originating from the right atrium, and the AFL rhythm that could be terminated by aATP intervention was relatively regular and slow. In the 6 patients who received aATP intervention, the average ATA load before the first aATP intervention was 4.0% (< 0.1%, 56.5%), and the average daily ATA duration was 2.6 (< 0.1, 18.2) h; the average ATA load at 3 months after the first aATP intervention was 0.1% (0, 27.4%), the average daily ATA duration was 0.1 (0, 6.6) h, the average ATA circumference was 280.0 (254.0, 353.5) ms, the ATA termination success rate was 17.2%–100.0%, and the total ATA termination success rate was 32.1% (1 222/3 806). **Conclusion**

The AFL rhythm that can be terminated by aATP intervention is relatively regular and slow. aATP can reduce ATA load and shorten ATA duration in bradycardia patients combined with ATA, but the success rate of ATA termination is not high (32.1%).

【Key words】 Bradycardia; Arrhythmias, cardiac; Atrial tachyarrhythmia; Atrial antitachycardia pacing

快速型房性心律失常 (atrial tachyarrhythmia, ATA) 是临床上最常见的心律失常类型之一, 主要包括房性心动过速 (atrial tachycardia, AT)、心房扑动 (atrial flutter, AFL)、心房颤动 (atrial fibrillation, AF), 患者常会出现心慌、胸闷等临床表现, 极大地影响其生活质量, 严重者甚至发生血栓栓塞等并发症^[1]。目前针对ATA的治疗策略主要为药物治疗、介入消融或外科手术治疗, 但部分患者存在药物治疗控制不佳、介入消融后复发及外科手术围术期并发症等问题^[2]。心房抗心动过速起搏 (atrial antitachycardia pacing, aATP) 即心房超速起搏, 其可通过高于心肌自身固有频率的刺激竞争性地抑制异位兴奋点的兴奋和打断折返通道, 从而预防和终止部分以折返为主导机制的ATA, 目前主要应用于有起搏器适应证的心动过缓伴ATA患者^[3]。此外, aATP还可有效降低ATA患者的AF负荷^[4]。但是, 目前关于aATP预防和终止ATA效果的研究相对较少。基于此, 本研究旨在分析aATP在心动过缓合并ATA患者中的应用效果。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性选取2019年12月—2022年12月在南京大学医学院附属鼓楼医院心血管内科植入具有aATP功能的双腔永久起搏器的心动过缓〔包括病态窦房结综合征 (sick sinus syndrome, SSS) 及房室传导阻滞 (atrioventricular block, AVB)〕合并ATA患者8例为研究对象。纳入标准: (1) 有起搏器适应证^[5]者; (2) 符合ATA的诊断标准^[1]者; (3) 术中或随访期间开启aATP功能者。排除标准: (1) 持续性AF者; (2) 临床资料不全者。

1.2 手术方法

术前1 d给予患者头孢类抗生素以预防感染, 术前常规消毒、铺单, 局麻状态下于左锁骨下作斜形切口并在其下方植入双腔永久起搏器囊袋, 穿刺2次腋静脉, 将心房主动电极送至右心房前壁, 心室主动电极送至右心室低位间隔部, 将电极螺旋旋出固定, 测试起搏参数满意后固定电极, 连接电极与起搏脉冲发生器并将其置于双腔永久起搏器囊袋中。若患者术中发生ATA发作, 则尝试行心房超速起搏, 成功终止ATA后即开启aATP功能。最后逐层缝合切口, 给予术后常规处理。

1.3 研究方法

术前收集患者的临床资料, 包括性别、年龄、疾病类

型, 入院时左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心房房内径 (left atrial diameter, LAD)、右心房房内径 (right atrial diameter, RAD), 抗心律失常药服用情况、抗凝药服用情况、合并症、手术史。

术后第1、3、6、12个月, 之后每年, 嘱患者进行门诊随访, 并对其进行腔内心电图检查, 如随访期间腔内心电图提示ATA类型为AT或AFL且可通过手动超速起搏终止ATA, 则开启aATP功能, 并在开启aATP功能后第1、3、6、12个月, 之后每年, 嘱患者进行门诊随访, 同时对其进行腔内心电图检查。起搏器识别到ATA发作 (识别阈值为: ATA周长<350 ms、频率>171次/min) 时会自动开启aATP干预 (如为AF发作, 则不进行干预), 其干预方案包括周长递减起搏 (Ramp) 和短阵快速起搏 (Burst+), 其中Ramp指在同一阵起搏中, 周长逐渐缩短的起搏方式; Burst+指在同一阵起搏中, 周长固定且短于心动过速周长的起搏方式^[6]。所有患者首先采用Ramp进行起搏, 若ATA终止失败, 则继续尝试以Ramp或Burst+进行起搏。每次干预的脉冲数可手动设置。收集并分析患者腔内心电图检查结果, 记录患者首次aATP干预前ATA负荷、每日ATA持续时间, 首次aATP干预后3个月ATA负荷、每日ATA持续时间、ATA周长、ATA终止成功率 (ATA终止成功率=ATA终止成功例次/aATP干预例次×100%)。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计学描述。计量资料符合正态分布以 ($\bar{x} \pm s$) 表示; 计数资料以相对数表示。

2 结果

2.1 一般资料

8例患者中, 男3例, 女5例; 年龄63~84岁, 平均 (70.8±6.9) 岁; 疾病类型: SSS 5例、AVB 3例, AFL 8例、AF 4例; 入院时LVEF 46%~60%; 入院时LAD 3.9~4.7 cm; 入院时RAD 4.1~5.7 cm; 服用抗心律失常药6例 (其中服用普罗帕酮3例, 胺碘酮3例); 服用抗凝药6例 (其中服用利伐沙班3例, 氯吡格雷2例, 阿司匹林1例, 达比加群酯1例); 存在合并症7例 [其中高血压6例, 冠心病3例, 心功能不全 (NHYA III级) 2例]; 有手术史5例 [其中心脏植入型电子器械 (cardiovascular implantable electronic device, CIED) 植入术2例, AFL射频消融术2例, 经皮冠状动脉介入术 (percutaneous coronary intervention, PCI) 1例], 见表1。

2.2 随访结果

1例患者(患者7)开启aATP功能后发生了ATA,但其自行终止,因而未接受aATP干预,之后未再复发;1例患者(患者8)开启aATP功能后发生了AFL,但其转为了AF,因而未接受aATP干预;其余6例患者开启aATP功能后发生了AFL或AT,随后接受了aATP干预。

腔内心电图检查结果显示,6例接受aATP干预患者的ATA均为来源于右心房的典型AFL,且aATP干预可终止的AFL节律均相对规则且缓慢。6例接受aATP干预患者首次aATP干预前ATA负荷为<0.1%~93.3%,平均4.0%(<0.1%,56.5%);首次aATP干预前每日ATA持续时间为<0.1~22.4h,平均2.6(<0.1,18.2)h;首次aATP干预后3个月ATA负荷为0~40.2%,平均0.1%(0,27.4%);首次aATP干预后3个月每日ATA持续时间为0~9.6h,平均0.1(0,6.6)h;首次aATP干预后3个月ATA周长为249~395ms,平均280.0(254.0,353.5)ms;首次aATP干预后3个月ATA终止成功率为17.2%~100.0%,总ATA终止成功率为32.1%(1/222/3806),见表2。

2.3 案例分析

患者2 AFL周长平均为280ms、AFL频率平均为214次/min,术中曾尝试以400次/min的频率进行心房超速起搏,未成功终止ATA,术后第2天通过手动超速起搏(连续2次以Ramp方案进行起搏),成功终止ATA,遂开启aATP功能,随访期间可见aATP干预成功终止ATA的记录,见图1。

患者5曾行2次AFL射频消融术,电生理标测证实其ATA为逆钟向典型AFL,见图2,考虑患者经抗心律失常药及导管消融治疗后其ATA仍控制不佳,且患者合并SSS,遂植入了具有aATP功能的双腔永久起搏器,并于术中行心房超速起搏,成功终止ATA,遂开启aATP功能。术后随访期间1次ATA的发生和终止过程见图3。

3 讨论

本研究中1例患者开启aATP功能后发生了ATA,但其自行终止,因而未接受aATP干预,之后未再复发;1例患者开启aATP功能后发生了AFL,但其转为了AF,因而未接受aATP干预;其余6例患者开启aATP功能后发生了AFL或AT,随后接受了aATP干预,其ATA均为来源于右心房的典型AFL,且aATP干预可终止的AFL节律均相对规则且缓慢。既往研究显示,不同患者间aATP干预效果的差异主要与心房超速起搏部位与折返环之间的解剖关系、心房波周长及规整性相关,即心房波周长越长,节律越规整,起搏脉冲越容易落在折返环内,ATA终止成功率越高,而aATP对不规则的AF无效^[7]。

CROSSLEY等^[8]将4016例开启aATP功能的患者作为试验组,并依据临床资料匹配出4016例未开启aATP功能的患者作为对照组,结果显示,试验组ATA发作持续时间≥1d、ATA发作持续时间≥7d、ATA发作持续时间≥30d者占比低于对照组,表明aATP可有效降低ATA负荷。本研究结果与之相似,6例接受aATP干预患者首次aATP干预前ATA负荷平

表1 8例患者的临床资料
Table 1 Clinical data of 8 patients

序号	性别	年龄(岁)	疾病类型	LVEF (%)	LAD (cm)	RAD (cm)	抗心律失常药	抗凝药	合并症	手术史
1	女	66	AVB+AF+AFL	54	4.7	5.7		阿司匹林		CIED植入术
2	女	64	SSS+AFL	59	4.0	4.9	普罗帕酮	氯吡格雷	高血压	CIED植入术
3	男	63	AVB+AFL	59	4.3	5.0	普罗帕酮		高血压	
4	男	73	SSS+AF+AFL	56	4.5	4.1	胺碘酮	氯吡格雷+利伐沙班	冠心病、高血压	PCI
5	女	69	SSS+AFL	46	4.0	5.1	胺碘酮	利伐沙班	心功能不全(NHYA III级)	AFL射频消融术(2次)
6	男	84	AVB+AFL	55	3.9	5.2			冠心病、高血压、心功能不全(NHYA III级)	
7	女	72	SSS+AF+AFL	57	4.3	4.5	普罗帕酮	达比加群酯	高血压	
8	女	75	SSS+AF+AFL	60	4.3	5.3	胺碘酮	利伐沙班	冠心病、高血压	AF射频消融术

注: LVEF=左心室射血分数, LAD=左心房内径, RAD=右心房内径, AVB=房室传导阻滞, AF=心房颤动, AFL=心房扑动, CIED=心脏植入型电子器械, SSS=病态窦房结综合征, PCI=经皮冠状动脉介入术, NHYA=美国纽约心脏病协会。

表2 6例接受aATP干预患者的随访结果
Table 2 Follow up results of 6 patients receiving aATP intervention

序号	首次aATP干预前ATA负荷(%)	首次aATP干预前每日ATA持续时间(h)	首次aATP干预后3个月ATA负荷(%)	首次aATP干预后3个月每日ATA持续时间(h)	首次aATP干预后3个月ATA周长(ms)	首次aATP干预后3个月ATA终止成功率(%)
1	5.8	14.0	<0.1	<0.1	259	100.0(17/17)
2	19.7	4.7	14.6	3.5	280	47.5(115/242)
3	<0.1	<0.1	0	0	312	100.0(1/1)
4	<0.1	<0.1	0	0	280	100.0(1/1)
5	93.3	22.4	40.2	9.6	249	31.2(1067/3423)
6	2.2	0.5	<0.1	<0.1	395	17.2(21/122)

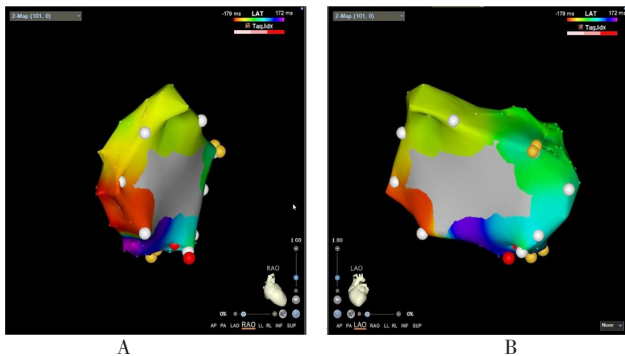
注: aATP=心房抗心动过速起搏, ATA=快速型房性心律失常。



注：起搏器识别到快速型房性心律失常（ATA）后启动心房抗心动过速起搏（aATP）干预〔以周长短起搏（Ramp）方案进行起搏〕，1 min内成功终止ATA。

图1 患者2随访期间1次ATA的发生和终止过程

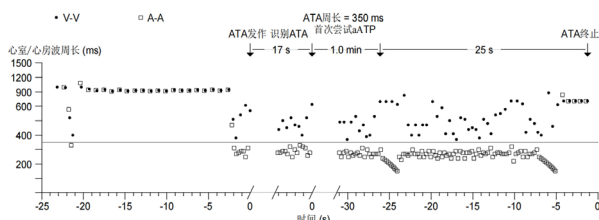
Figure 1 The occurrence and termination process of ATA during follow-up of patient 2



注：图A为右前斜位右心房激动标测，图B为左前斜位右心房激动标测，提示该患者的ATA为逆钟向典型心房扑动（AFL）。

图2 患者5 AFL射频消融术中电生理标测结果

Figure 2 Electrophysiological mapping results during AFL radiofrequency ablation surgery of patient 5



注：V-V为心室波周长，A-A为心房波周长，分别对应图中的圆点和方框；图中ATA发作时的心房波周长平均为280 ms，心室波周长平均为517 ms；起搏器识别到ATA后17 s内启动了第1次aATP干预（以Ramp方案进行起搏），未成功终止ATA，后在25 s内进行第2次aATP干预（再次以Ramp方案进行起搏），最终成功终止ATA。

图3 患者5随访期间1次ATA的发生和终止过程

Figure 3 The occurrence and termination process of ATA during follow-up of patient 5

均为4.0%（<0.1%，56.5%），每日ATA持续时间平均为2.6（<0.1，18.2）h；首次aATP干预后3个月ATA负荷平均为0.1%（0，27.4%），每日ATA持续时间平均为0.1（0，6.6）h。MUNAWAR等^[9]研究也提出，aATP可降低AF负荷，但不能转复AF，也不能延缓AF进展。但近年研究表明，aATP可延缓AF进展，从而降低脑卒中和心力衰竭等并发症的发生风险^[10]。其机制可能是aATP通过抑制房性早搏和短阵AT或AFL，消除了AF的触发因素。此外，aATP可预防与心动过缓有关的AF，还可抑制房性早搏的代偿间歇，消除短-长周期现象，同时降低心房复极离散度，从而减少AF发作^[4]。《2021 ESC心脏起搏和心脏再同步治疗指南》^[11]提出，aATP可终止ATA，防止AFL或AT发展为AF或阵发性AF发展为持续性AF；具有起搏指征的快慢综合征患者，可考虑开启aATP功能，以延缓AF进展。因此，对于部分心动过缓、高龄、无法接受消融手术或消融失败的ATA患者，aATP可作为一种行之有效的替代治疗方法。

研究显示，即使对于规则的AFL患者，aATP终止AFL的成功率也并不理想^[12]。GILLS等^[13]纳入了261例植入美敦力AT500起搏器的ATA（AT、AFL）患者，分析其开启aATP功能后ATA的发作及终止情况，结果显示，其ATA终止成功率约为30%，且不同患者间ATA终止成功率差异较大。与之相似，本研究结果显示，6例接受aATP干预患者首次aATP干预后3个月ATA终止成功率为17.2%~100.0%，总ATA终止成功率为32.1%（1 222/3 806）。研究显示，aATP可降低室性心律失常患者晕厥事件发生风险，且Burst+方案比Ramp方案更有效，但对于ATA尤其是心房波周长>240 ms的患者，Ramp方案的ATA终止成功率高于Burst+方案（53%比44%， $P<0.001$ ）^[14]。由于本研究所有患者首先采用Ramp进行起搏，若ATA终止失败，则继续尝试以Ramp或Burst+进行起搏，无法分别计算两种起搏方案的ATA终止成功率，且本研究样本量太小，后期将进行大样本量的研究以进一步比较两种起搏方案的效果。此外，本研究中1例AFL患者术中曾尝试进行心房超速起搏，未成功终止ATA，术后第2天通过手动超速起搏（连续2次以Ramp方案进行起搏），成功终止ATA，考虑术中失败原因主要为心房超速起搏方案单一且固定，而特定的刺激方案或不同刺激方案的组合可能提高ATA终止成功率。除了ATA周长及节律规整性，aATP干预的有效性还可能与ATA导管消融手术史明显相关，即有消融手术史的患者在降低ATA负荷和缩短ATA持续时间方面获益更大^[15]。但本研究中1例患者曾行2次AFL射频消融术，经抗心律失常药及导管消融治疗后其ATA仍控制不佳，且患者合并SSS，遂植入了具有aATP功能的双腔永久起搏器，并于术中心房超速起搏，成功终止ATA，遂开启aATP功能，随访期间可见其ATA终止记录，但其首次aATP干预后3个月ATA终止成功率较低（31.2%），考虑与患者LVEF较低（46%），心功能较差（NHYA Ⅲ级）有关。

4 结论

综上所述，aATP干预可终止的AFL节律均相对规则且缓慢；aATP可降低心动过缓合并ATA患者ATA负荷，缩短ATA

持续时间,但其ATA终止成功率不高,为32.1%,其有望成为手术风险较高或导管消融等治疗效果不佳患者的补充或替代治疗方法。但本研究为单中心、回顾性研究,样本量过小,不同患者aATP干预前ATA负荷差异较大,同时缺乏开启aATP功能后的中长期随访资料。未来需要多中心、大样本量的长期随访研究来评估aATP终止ATA的有效性及其预测因素,以更好地指导其在心动过缓合并ATA患者中的临床应用。

作者贡献:蓝荣芳进行文章的构思与设计,对文章整体负责、监督管理;蓝荣芳、徐伟进行研究的实施与可行性分析,负责文章的质量控制及审校;吴翔、王天琦、王宇进行数据收集;魏冰倩、王宇、王吉芳进行数据整理;魏冰倩进行统计学处理,撰写论文;魏冰倩、蓝荣芳进行结果的分析与解释;魏冰倩、蓝荣芳、徐伟进行论文的修订。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] LEONELLI F, BAGLIANI G, BORIANI G, et al. Arrhythmias originating in the atria [J]. *Card Electrophysiol Clin*, 2017, 9 (3): 383-409. DOI: 10.1016/j.ccep.2017.05.002.
- [2] GREGORATOS G, ABRAMS J, EPSTEIN A E, et al. ACC/AHA/NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/NASPE Committee to Update the 1998 Pacemaker Guidelines) [J]. *Circulation*, 2002, 106 (16): 2145-2161. DOI: 10.1161/01.cir.0000035996.46455.09.
- [3] MAEDA S, GOYA M, YAGISHITA A, et al. Atrial anti-tachycardia pacing resulting in termination of atrial flutter: intracardiac electrograms providing insight into the mechanism of arrhythmia termination [J]. *J Int Med Res*, 2019, 47 (7): 3389-3393. DOI: 10.1177/0300060519848919.
- [4] BORIANI G, TUKKIE R, MANOLIS A S, et al. Atrial antitachycardia pacing and managed ventricular pacing in bradycardia patients with paroxysmal or persistent atrial tachyarrhythmias: the MINERVA randomized multicentre international trial [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35 (35): 2352-2362. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu165.
- [5] BURRI H, STARCK C, AURICCHIO A, et al. EHRA expert consensus statement and practical guide on optimal implantation technique for conventional pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), and the Latin-American Heart Rhythm Society (LAHRS) [J]. *Europace*, 2021, 23 (7): 983-1008. DOI: 10.1093/europace/euaa367.
- [6] 中华医学会心电生理和起搏分会, 中国医师协会心律学专业委员会. 植入型心律转复除颤器临床应用中国专家共识 (2021) [J]. *中华心律失常学杂志*, 2021, 25 (4): 280-299. DOI: 10.3760/cma.j.cn.113859-20210315-00054.
- [7] NOTARISTEFANO F, ZINGARINI G, CAVALLINI C, et al. Typical atrial flutter mapping and ablation [J]. *Card Electrophysiol Clin*, 2022, 14 (3): 459-469. DOI: 10.1016/j.ccep.2022.06.007.
- [8] CROSSLEY G H, PADELETTI L, ZWEIBEL S, et al. Reactive atrial-based antitachycardia pacing therapy reduces atrial tachyarrhythmias [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2019, 42 (7): 970-979. DOI: 10.1111/pace.13696.
- [9] MUNAWAR D A, MAHAJAN R, AGBAEDENG T A, et al. Implication of ventricular pacing burden and atrial pacing therapies on the progression of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Heart Rhythm*, 2019, 16 (8): 1204-1214. DOI: 10.1016/j.hrthm.2019.02.020.
- [10] NODA T, UEDA N, TANAKA Y, et al. Cost-effectiveness analysis of cardiac implantable electronic devices with reactive atrial-based antitachycardia pacing [J]. *Europace*, 2023, 25 (3): 1087-1099. DOI: 10.1093/europace/euad003.
- [11] ILIODROMITIS K, DEFTEREOS S G, BOGOSSIAN H. 2021 ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization: what is the correct level of evidence for the superiority of cephalic vein cutdown? C, B or maybe A? [J]. *Europace*, 2022, 24 (4): 697. DOI: 10.1093/europace/euac001.
- [12] 白融, 王铁锚, 林立, 等. 抗心动过速起搏器识别、预防 and 终止快速房性心律失常的有效性分析 [J]. *中华心血管病杂志*, 2006, 34 (4): 333-337. DOI: 10.3760/j.issn:0253-3758.2006.04.015.
- [13] GILLIS A M, KOEHLER J, MORCK M, et al. High atrial antitachycardia pacing therapy efficacy is associated with a reduction in atrial tachyarrhythmia burden in a subset of patients with sinus node dysfunction and paroxysmal atrial fibrillation [J]. *Heart Rhythm*, 2005, 2 (8): 791-796. DOI: 10.1016/j.hrthm.2005.04.027.
- [14] GULIZIA M, MANGIAMELI S, ORAZI S, et al. Randomized comparison between Ramp and Burst+ atrial antitachycardia pacing therapies in patients suffering from sinus node disease and atrial fibrillation and implanted with a DDDR device [J]. *Europace*, 2006, 8 (7): 465-473. DOI: 10.1093/europace/eul055.
- [15] NAKAGOMI T, INDEN Y, YANAGISAWA S, et al. Characteristics of successful reactive atrial-based antitachycardia pacing in patients with cardiac implantable electronic devices: history of catheter ablation of atrial fibrillation as a predictor of high treatment efficacy [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2022, 33 (7): 1515-1528. DOI: 10.1111/jce.15551.

(收稿日期: 2023-11-30; 修回日期: 2024-03-12)

(本文编辑: 崔丽红)