

埋藏式心脏转复除颤器不当治疗研究

陈太波, 蒋超, 方全, 范静波, 高鹏, 程康安

(中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院心内科, 北京 100730)

摘要: **目的** 通过单中心回顾性研究总结、分析埋藏式心脏转复除颤器 (implantable cardioverter defibrillator, ICD) 不当治疗的发生率、常见原因、预测因子及对临床预后的影响。**方法** 2006 年 1 月至 2014 年 12 月在北京协和医学院心内科首次植入 ICD, 术后规律随诊的患者纳入本研究。收集患者临床资料包括 ICD 事件记录, 由 3 位有经验的专业医生对 ICD 治疗事件进行鉴别诊断。不是针对室性心动过速或心室颤动的 ICD 治疗定义为不当治疗。**结果** 共 123 例患者符合入选标准, 中位数随诊时间为 36 个月, 共计 28 例 (22.8%) 发生不当治疗, 23 例 (18.7%) 发生不当放电。ICD 共记录 292 次治疗事件, 其中不当治疗 161 次 (55.1%)。心房颤动 (atrial fibrillation, AF) / 心房扑动 (atrial flutter, AFL) 是引起不当治疗的最常见原因 (63.3%), AF/AFL 病史 ($OR=5.3$, 95%CI: 1.7~16.4, $P=0.004$) 以及单腔 ICD ($OR=5.5$, 95%CI: 1.8~16.3, $P=0.002$) 是不当治疗的独立预测指标。ICD 不当治疗在心脏性猝死一级预防、二级预防的患者中无显著性差异 ($P=0.433$)。本研究未发现 ICD 不当治疗与患者全因病死率之间有相关性。**结论** ICD 不当治疗发生率以及不当治疗事件比例较高, 应引起临床医师高度关注; AF/AFL 是不当治疗的主要原因, 术前有 AF/AFL 病史以及单腔 ICD 是不当治疗的重要预测指标。

关键词: 埋藏式心脏转复除颤器; 不当治疗; 预测因子; 心房颤动; 心房扑动

中图分类号: R541.7

文献标志码: A

文章编号: 1007-9688(2016)04-0371-05

Retrospective study of inappropriate implantable cardioverter defibrillator therapies for sudden cardiac death in high-risk patients

CHEN Tai-bo, JIANG Chao, FANG Quan, FAN Jing-bo, GAO Peng, CHENG Kang-an

(Department of Cardiology, Peking Union Medical College, Peking Union Hospital, Beijing 100730, China)

Abstract: Objectives To identify the incidence, common causes, predictors and clinical outcomes of inappropriate implantable cardioverter defibrillator (ICD) therapies in the treatment for sudden cardiac death of high-risk patients.

Methods The patients implanted with ICD for the first time and regularly followed up at Peking Union Medical College Hospital from January 2006 to December 2014 were involved in this study. The clinical records on these patients were obtained and the therapies data were examined and printed out by ICD programmer during the follow-up sessions. Three experienced cardiac electrophysiologists reviewed and reevaluated the appropriate use of ICD therapies according to the intracardiac electrocardiogram recordings. Any ICD therapy that was not delivered for ventricular tachycardia or ventricular fibrillation was deemed to be inappropriate. **Results** Totally 123 patients were included in the subsequent study, involving 292 therapy episodes during the median follow-up period of 36 months. For 28 (22.8%) out of the 123 patients, at least one inappropriate therapy occurred. Among the 292 therapy episodes, 161 (55.1%) were identified as inappropriate. Furthermore, we found that atrial fibrillation (AF) / atrial flutter (AFL) was the most common cause of inappropriate therapies (63.3%). A history of AF/AFL ($OR=5.3$, 95%CI: 1.7~16.4, $P=0.004$) and single-chamber ICD ($OR=5.5$, 95%CI: 1.8~16.3, $P=0.002$) were the independent predictors of inappropriate therapy. No significant difference was observed in the incidence of inappropriate therapy when comparing the primary and secondary prevention groups ($P=0.433$). In addition, no correlation was found in this study between the inappropriate therapy and all-cause mortality. **Conclusions** Inappropriate therapies are found common in our study and the most common cause is AF/AFL. A history of AF/AFL and single-chamber ICD are associated with increased risk of inappropriate therapy.

Key words: implantable cardioverter defibrillator; inappropriate therapy; predictive factors; atrial fibrillation; atrial flutter

作者简介: 陈太波 (1973-), 男, 副主任医师, 副教授, 研究方向为心律失常。

通信作者: 程康安, chengkangan@hotmail.com

埋藏式心脏转复除颤器 (implantable cardioverter defibrillator, ICD) 能够显著降低心脏性猝死 (sudden cardiac death, SCD) 高危人群恶性室性心律失常所致的死亡风险^[1-3], 目前已是 SCD 一级预防及二级预防的首选治疗。然而, ICD 不适当治疗仍然是治疗中常见的不良事件, 严重影响了患者的生存质量, 甚至诱发致命性心律失常进而影响预后^[4-6]。如何识别 ICD 不适当治疗的高危人群, 从而通过有效的药物治疗和参数程控预防 ICD 不适当治疗的发生对临床医生显得尤为重要。目前, 我国临床上 ICD 作为 SCD 预防的实际应用尚远低于其指征范围, 中国人群中 ICD 不适当治疗相关研究也相对较少。本文通过北京协和医院单中心回顾性研究, 分析 ICD 不适当治疗的发生率、主要原因、预测指标及其对临床预后的影响。

1 资料和方法

1.1 研究人群

纳入标准: 2006 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 31 日首次在北京协和医院心内科成功植入 ICD 的患者。ICD 包括单腔 ICD、双腔 ICD, 心脏再同步化转复除颤器 (CRT-D) 以双腔 ICD。ICD 植入符合同期美国心脏病学会/美国心脏协会/美国心律失常学会 (ACC/AHA/HRS) 指南和 (或) 欧洲心脏病学会 (ESC) 相关指南要求。排除标准: 未能在我院门诊规律随诊或不能获取临床资料者。

1.2 埋藏式心脏转复除颤器植入及临床随诊

ICD 植入过程、随诊频率以及随诊内容见我中心已发表的相关研究^[7]。本研究随诊终点为患者死亡、心脏移植以及 ICD 关闭或移除。若患者随诊时间不足 3 个月便出现随诊终点, 则该患者不纳入统计范围。

1.3 数据采集

1.3.1 临床资料的数据采集 通过问诊和查阅病历, 收集患者临床资料。资料包括 (1) 基础资料: 性别、年龄、入院血压、入院心率、纽约心脏病协会 (NYHA) 心功能分级以及既往病史; (2) 重要的辅助检查: 入院心电图、超声心动图及动态心电图 (Holter); (3) 手术情况: 一级预防抑或二级预防、植入 ICD 类型及品牌、有无术后并发症; (4) 术后用药。

1.3.2 埋藏式心脏转复除颤器事件记录的数据采集 采用 ICD 相应品牌公司的程控仪对 ICD 进行随诊程控, 调取所有事件记录, 将其中的治疗事件

记录并打印。

1.4 治疗事件分析

1.4.1 埋藏式心脏转复除颤器治疗事件的统计方法 按照 MADIT II 研究中的方法统计 ICD 治疗事件^[8]。

1.4.2 室性事件的分类 室性事件分为室性心动过速 (ventricular tachycardia, VT)、快速室性心动过速 (fast ventricular tachycardia, FVT) 及心室颤动 (ventricular fibrillation, VF) 三类。若 ICD 参数设置为“VT-1”、“VT-2”、“VF”, 则相应地将“VT-2”归为 FVT。

1.4.3 不适当治疗的定义与诊断 ICD 治疗包括抗心动过速起搏 (ATP) 和放电 (shock)。不是针对 VT 或 VF 的治疗定义为不适当治疗。由 3 位有经验的专业医生根据心腔内心电图对 ICD 治疗事件联合进行鉴别诊断, 分为正确治疗和不适当治疗。

1.5 统计学分析

本研究采用 SPSS 22.0 统计软件进行统计学分析, 双侧检验 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。正态分布的连续变量以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 非正态分布的连续变量以 $M (P_{25} \sim P_{75})$ 表示, 计数变量采用百分比描述。正态分布的连续变量采用独立样本 t 检验进行组间比较, 非正态分布的连续变量采用 Mann-Whitney U 检验, 离散变量采用卡方检验。应变量为二分变量的回归分析采用二元 Logistic 回归分析。

2 结果

2.1 研究人群资料

2006 年 1 月至 2014 年 12 月共有 144 例患者首次在北京协和医院心内科植入 ICD。排除 21 例患者, 包括高干或外籍 7 例、失随诊 14 例, 共计 123 例患者纳入研究范围 (见表 1)。入选患者年龄为 20~90 岁, 中位数年龄 64 岁, 中位数随诊时间 36 个月。47 例患者达到随诊终点, 其中死亡 45 例, 心脏移植 1 例, 1 例患者消融术后长期随诊 VT 未再复发而关闭 ICD。

2.2 埋藏式心脏转复除颤器不适当治疗发生率

共计 46 例出现 292 次 ICD 治疗事件, 其中 28 例发生不适当治疗, 不适当治疗发生率为 22.8%; 23 例出现不适当放电, 不适当放电发生率为 18.7%。292 次治疗事件中不适当治疗 161 次 (55.1%); 共放电 128 次, 其中不适当放电 69 次 (58.5%)。不适当治疗组与无不适当治疗组临床

表 1 入选 123 例患者基线资料 [n(%)]

项目	
性别	
男性	92(74.8)
女性	31(25.2)
原发病	
缺血性心脏病	68(55.3)
扩张型心肌病	28(22.8)
肥厚型心肌病	7(5.7)
长 QT 综合征	3(2.4)
Brugada 综合征	1(0.8)
其他	16(13.0)
植入指征	
SCD 一级预防	78(63.4)
SCD 二级预防	45(36.6)
器械类型	
单腔 ICD	56(45.5)
双腔 ICD	38(30.9)
CRT-D	29(23.6)

表 2 不适当治疗组与无不适当治疗组计量临床资料比较

变 量	不适当治疗组	无不适当治疗组	P 值
n	28	95	
年龄/岁	56.9±15.4	61.7±13.4	0.110
收缩压/mm Hg	115.7±14.9	118.2±18.2	0.505
舒张压/mm Hg	70.1±13.2	70.7±11.4	0.817
心率/次·min ⁻¹	86.6±22.0	75.0±18.3	0.006
QRS/ms	119.9±31.3	125.6±37.7	0.469
左心房内径/mm	46.7±7.5	45.1±6.6	0.301
左心室舒张末期径/mm	64.7±8.6	63.2±10.3	0.496
左心室射血分数/%	31.0±11.4	34.0±12.4	0.309

注:1 mm Hg=0.133 kPa

资料比较,详见表 2 和表 3。

2.3 埋藏式心脏转复除颤器不适当治疗原因分析

按照 MADIT II 研究的分类方法^[8],将不适当治疗原因分为心房颤动(atrial fibrillation, AF)/心房扑动(atrial flutter, AFL)、其他室上性心动过速(SVT)、误感知三大类(见表 4)。本研究中 AF/AFL 是引起不适当治疗的最常见原因。

2.4 埋藏式心脏转复除颤器不适当治疗的相关影响因素

将患者所有临床相关变量及正确治疗均进行单因素二元 Logistic 回归分析,将 P<0.1 的变量再次进行多因素二元 Logistic 回归分析。结果表明,本研究中 AF/AFL 病史、单腔 ICD、无原发性高血压(高血压)病史及无糖尿病病史是 ICD 不适当治

表 3 不适当治疗组与无不适当治疗组计数临床资料比较 [n(%)]

变 量	不适当治疗组	无不适当治疗组	P 值
n	28	95	0.308
男性	23(82.1)	69(72.6)	0.604
纽约心脏协会心功能分级Ⅲ~Ⅳ级	12(42.9)	46(48.4)	0.482
吸烟史	18(64.3)	54(56.8)	0.053
冠心病病史	11(39.3)	57(60.0)	0.645
既往 PCI 治疗/CABG	7(25.0)	28(29.5)	0.015
原发性高血压病史	8(28.6)	52(54.7)	<0.001
糖尿病病史	3(10.7)	45(47.4)	0.005
AF/AFL 病史	13(46.4)	19(20.0)	0.443
植入指征(一级预防)	16(57.1)	62(65.3)	<0.001
ICD 类别(单腔)	21(75.0)	35(36.8)	0.201
β 受体阻断药	28(100)	86(90.5)	0.804
ACEI/ARB	21(75.0)	69(72.6)	1.000
CCB	3(10.7)	11(11.6)	0.025
他汀类降脂药	12(42.9)	63(66.3)	0.879
地高辛	9(32.1)	32(33.7)	0.578
胺碘酮	6(21.4)	16(16.8)	

注:冠心病为冠状动脉粥样硬化性心脏病;ACEI 为血管紧张素转化酶抑制剂;ARB 为血管紧张素受体阻滞剂;CCB 为钙离子通道阻断剂;PCI 为经皮冠状动脉介入治疗;CABG 为冠状动脉旁路移植术

表 4 ICD 不适当治疗原因分析

组 别	n(%)
AF/AFL	102(63.3)
其他 SVT	45(28.0)
误感知	14(8.7)
T 波感知	11(6.8)
电极故障	3(1.9)
所有不适当治疗事件	161(100)

疗的预测指标(表 5)。为探讨植入指征与 ICD 不适当治疗的关系,本文分析了 ICD 不适当治疗与 SCD 一级预防与二级预防的关系。本研究中 SCD

表 5 ICD 不适当治疗的预测指标

指 标	单因素回归分析			多因素回归分析		
	OR	95% CI	P 值	OR	95% CI	P 值
心率≥80 次·min ⁻¹	2.1	0.9~4.8	0.09			
无冠心病病史	2.3	1.0~5.5	0.056			
无高血压病史	3.0	1.2~7.5	0.018	3.7	1.2~11.7	0.025
无糖尿病病史	7.5	2.1~26.5	0.002	7.6	1.9~30.9	0.005
AF/AFL 病史	3.2	1.3~7.8	0.01	5.3	1.7~16.4	0.004
单腔 ICD	5.5	2.1~14.3	<0.001	5.5	1.8~16.3	0.002
未使用他汀类药物	2.6	1.1~6.2	0.028			

一级预防患者 16 例(20.5%)发生了不适当治疗,二级预防患者中 12 例(26.7%)发生了不适当治疗,应用卡方检验分析,一级预防与二级预防患者发生不适当治疗比较,差异无统计学意义($P=0.433$)。

2.5 埋藏式心脏转复除颤器不适当治疗与全因病死亡率

随诊期间 45 例(36.6%)患者死亡。28 例 ICD 不适当治疗患者中有 8 例死亡,95 例无 ICD 不适当治疗患者中有 37 例死亡,应用卡方检验分析,两组之间差异无统计学意义($P=0.316$)。应用单因素二元 Logistic 回归分析 ICD 不适当治疗是否是患者全因病死亡率的预测指标,结果显示无统计学意义($OR=0.6, 95\% CI: 0.3\sim 1.6, P=0.319$)。即本研究未发现 ICD 不适当治疗与患者全因病死亡率之间有相关性。

3 讨论

ICD 相关的临床研究已经证实,不适当治疗与正确治疗一样具有较高的发生率。荟萃分析结果显示,随访 20~45 个月,10%~24%的患者发生不适当治疗^[9]。本研究随访期间不适当治疗发生率为 22.8%,与文献相符。本研究中不适当治疗占所有治疗事件的比例较高(55.1%),可能因为本研究入选人群不仅包括心力衰竭患者,还包括了其他 SCD 高危人群。非心力衰竭 SCD 高危人群往往年龄较轻,运动量大,容易出现窦性心动过速、电极故障以及肌电噪音,导致不适当治疗的可能性增加^[10,11]。入选人群的不同可能也能够解释本研究中统计分析显示无高血压病史与无糖尿病病史也是 ICD 不适当治疗的预测指标。

伴快速心室率的室上性心律失常(包括窦性心动过速)在不适当治疗原因统计中最为常见,其中又以 AF/AFL 比例最高^[8,12,13],既往 AF 病史是 ICD 不适当治疗显著的临床预测指标^[8,14,15]。在 OPTION 研究中,单腔 ICD 不适当放电比例(10.3%)显著高于双腔 ICD(4.3%)^[16]。本研究单腔 ICD 也是不适当治疗的预测指标,其原因可能是双腔 ICD 拥有更为优化的 SVT/VT 逻辑识别功能。然而,鉴于费用以及导线并发症等综合因素的考虑,对于没有心动过缓起搏要求的患者,目前指南仍优先建议植入单腔 ICD^[17]。

SCD 二级预防的患者既往有 VT/VF 发作史,其发生正确放电治疗的可能性一般高于一级预防

的患者,因此,前者不适当放电事件发生率通常低于后者。此外,一级预防患者的心功能往往较差,更容易引起 AF^[18],但我们的研究未发现 SCD 一级预防与二级预防患者之间发生不适当治疗差异有统计学意义,该结果与 PainFREE Rx II 研究一致^[13]。

无论是适当治疗还是正确治疗,ICD 放电均与患者病死率升高相关^[8,19]。ICD 不适当放电显著影响患者的生存率^[10,20]。本研究未发现 ICD 不适当治疗与全因病死亡率之间存在相关性,考虑到病例数有限,未进一步分析 ICD 不适当放电与全因病死亡率的关系。合理设置 ICD 的 VT/VF 诊断参数,包括延长诊断时间(duration-delay)、提高 VT 诊断的频率阈值(high-rate cutoff),能够在并不降低安全性的基础上显著减少不适当治疗,降低全因病死亡率^[21-23]。有限多阵 ATP 设置可以减少不适当放电以及正确放电^[24,25]。另外,大多数 SCD 一级预防患者仅针对 VF 设置唯一单纯放电治疗区,可能也是避免不适当治疗的有效方法^[2]。

本研究为单中心回顾性研究。虽然我们临床工作中重视 ICD 患者的长期随诊,保存了较为完整的资料,但部分信息获得仍很困难,如死亡患者的确切死亡原因等。本研究 ICD 参数设置与术者相关,识别区间和治疗方式的设置并不统一,可能会影响研究结果。病例数相对较少,病例均质性不够也是局限性所在。

总之,ICD 不适当治疗发生率以及不适当治疗事件比例较高;AF/AFL 是不适当治疗的主要原因,术前有 AF/AFL 病史以及单腔 ICD 是不适当治疗的重要预测指标。对于不适当治疗高危人群,应通过适当的药物治疗和(或)合适的 ICD 参程序控减少不适当治疗的发生。为提高患者的生活质量,进一步降低其病死率,临床医师应高度关注减少 ICD 不适当治疗的重要性。

参考文献:

- [1] KADISH A, DYER A, DAUBERT J P, et al. Prophylactic defibrillator implantation in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy[J]. N Engl J Med, 2004, 350(21): 2151-2158.
- [2] BARDY G H, LEE K L, MARK D B, et al. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure[J]. N Engl J Med, 2005, 352(3): 225-237.
- [3] MOSS A J, HALL W J, CANNOM D S, et al. Cardiac-resynchronization therapy for the prevention of heart-failure events[J]. N Engl J Med, 2009, 361(14): 1329-1338.

- [4] SCHRON E B, EXNER D V, YAO Q, et al. Quality of life in the antiarrhythmics versus implantable defibrillators trial: impact of therapy and influence of adverse symptoms and defibrillator shocks[J]. *Circulation*, 2002, 105(5): 589-594.
- [5] VOLLMANN D, LUTHJE L, VONHOF S, et al. Inappropriate therapy and fatal proarrhythmia by an implantable cardioverter-defibrillator[J]. *Heart Rhythm*, 2005, 2(3): 307-309.
- [6] MARK D B, ANSTROM K J, SUN J L, et al. Quality of life with defibrillator therapy or amiodarone in heart failure[J]. *N Engl J Med*, 2008, 359(10): 999-1008.
- [7] CHEN TB, CHENG KA, GAO P, et al. Primary prevention of sudden cardiac death by implantable cardioverter-defibrillator therapy in Chinese patients with heart failure: a single-center experience[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2010, 123(7): 848-851.
- [8] DAUBERT J P, ZAREBA W, CANNOM D S, et al. Inappropriate implantable cardioverter defibrillator shocks in MADIT II: frequency, mechanisms, predictors, and survival impact[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 51(14): 1357-1365.
- [9] GERMANO J J, REYNOLDS M, ESSEBAG V, et al. Frequency and causes of implantable cardioverter-defibrillator therapies; Is device therapy proarrhythmic? [J]. *Am J Cardiol*, 2006, 97(8): 1255-1261.
- [10] VAN REES J B, BORLEFFS C J, DE BIE M K, et al. Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks: incidence, predictors, and impact on mortality [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57(5): 556-562.
- [11] KLEEMANN T, BECKER T, DOENGES K, et al. Annual rate of transvenous defibrillation lead defects in implantable cardioverter-defibrillators over a period of >10 years[J]. *Circulation*, 2007, 115(19): 2474-2480.
- [12] KLEIN R C, RAITT M H, WILKOFF B L, et al. Analysis of implantable cardioverter defibrillator therapy in the Antiarrhythmics Versus Implantable Defibrillators (AVID) Trial[J]. *J Cardiovasc electrophysiol*, 2003, 14(9): 940-948.
- [13] SWEENEY M O, WATHEN M S, VOLOSIN K, et al. Appropriate and inappropriate ventricular therapies, quality of life, and mortality among primary and secondary prevention implantable cardioverter defibrillator patients: results from the Pacing Fast VT REduces Shock ThErapiEs (PainFREE Rx II) trial [J]. *Circulation*, 2005, 111(22): 2898-2905.
- [14] WOO A, MONAKIER D, HARRIS L, et al. Determinants of implantable defibrillator discharges in high-risk patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. *Heart*, 2007, 93(9): 1044-1045.
- [15] BHAVNANI S P, COLEMAN C I, WHITE C M, et al. Association between statin therapy and reductions in atrial fibrillation or flutter and inappropriate shock therapy[J]. *Europace*, 2008, 10(7): 854-859.
- [16] KOLB C, STURMER M, SICK P, et al. Reduced risk for inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks with dual-chamber therapy compared with single-chamber therapy: results of the randomized OPTION study[J]. *JACC Heart fail*, 2014, 2(6): 611-619.
- [17] WILKOFF B L, FAUCHIER L, STILES M K, et al. 2015 HRS/EHRA/APHS/SOLAECE expert consensus statement on optimal implantable cardioverter-defibrillator programming and testing[J]. *Europace*, 2016, 18(2): 159-183.
- [18] EZEKOWITZ J A, ARMSTRONG P W, MCALISTER F A. Implantable cardioverter defibrillators in primary and secondary prevention: a systematic review of randomized, controlled trials [J]. *Ann Intern Med*, 2003, 138(6): 445-452.
- [19] POOLE J E, JOHNSON G W, HELLKAMP A S, et al. Prognostic importance of defibrillator shocks in patients with heart failure[J]. *N Engl J Med*, 2008, 359(10): 1009-1017.
- [20] PROIETTI R, LABOS C, DAVIS M, et al. A systematic review and meta-analysis of the association between implantable cardioverter-defibrillator shocks and long-term mortality [J]. *Can J Cardiol*, 2015, 31(3): 270-277.
- [21] MOSS A J, SCHUGER C, BECK C A, et al. Reduction in inappropriate therapy and mortality through ICD programming [J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(24): 2275-2283.
- [22] GASPARINI M, PROCLEMER A, KLERSY C, et al. Effect of long-detection interval vs standard-detection interval for implantable cardioverter-defibrillators on antitachycardia pacing and shock delivery: the ADVANCE III randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2013, 309(18): 1903-1911.
- [23] SAEED M, HANNA I, ROBOTIS D, et al. Programming implantable cardioverter-defibrillators in patients with primary prevention indication to prolong time to first shock: results from the PROVIDE study[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2014, 25(1): 52-59.
- [24] AURICCHIO A, SCHLOSS E J, KURITA T, et al. Low inappropriate shock rates in patients with single- and dual/triple-chamber implantable cardioverter-defibrillators using a novel suite of detection algorithms: PainFree SST trial primary results[J]. *Heart Rhythm*, 2015, 12(5): 926-936.
- [25] MARTINS R P, BLANGY H, MURESAN L, et al. Safety and efficacy of programming a high number of antitachycardia pacing attempts for fast ventricular tachycardia: a prospective study[J]. *Europace*, 2012, 14(10): 1457-1464.

(收稿日期: 2016-04-28)