

# Análise da variação do limiar de captura após a realização de cardioversão elétrica em portadores de dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis

## Captured threshold variance analysis after electric cardioversion in patients using cardiac implantable electronic devices

Victor Augusto Poncio<sup>1</sup>, Anaci Maria Nogueira Wood Noronha<sup>2</sup>, Antonio Carlos Assumpção<sup>3</sup>

DOI: 10.24207/1983-5558v30.4-001

### RESUMO

**Introdução:** Com o aumento da expectativa de vida da população e a consequente maior incidência de arritmias, que podem necessitar de cardioversão elétrica e crescente desenvolvimento e indicação de dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis, torna-se necessária a reavaliação do comportamento desses dispositivos após a aplicação de terapia elétrica, especialmente naqueles pacientes dependentes de estimulação. Este trabalho teve como objetivo avaliar a variação do limiar de captura ventricular após choque terapêutico para tratamento de taquiarritmias supraventriculares, em condições de prática clínica diária.

**Método:** Entre julho de 2009 e maio de 2015, foram avaliados pacientes portadores de dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis, na cidade de Araras (SP, Brasil), que necessitaram de cardioversão elétrica, sendo determinados os limiares de captura ventricular antes e imediatamente após a terapia. A avaliação teve como objetivo analisar a variação desse parâmetro, que reflete item de segurança do dispositivo.

**Resultados:** Foram incluídos 12 pacientes tratados em 13 episódios de taquiarritmias supraventriculares (fibrilação e taquicardia atriais), com média de idade de 71,6 anos, predominantemente do sexo masculino, com tempo variável de implante do dispositivo, não sendo encontrada variação significativa do limiar de captura ventricular antes e após a cardioversão elétrica.

**Conclusão:** Não há variação significativa do limiar de captura ventricular após cardioversão elétrica em pacientes com taquiarritmias supraventriculares.

**DESCRIPTORIOS:** Marcapasso Cardíaco Artificial; Cardioversão Elétrica; Fibrilação Atrial; Taquicardia Supraventricular.

### ABSTRACT

**Background:** With the increase in the population's life expectancy, a greater incidence of cardiac arrhythmias is observed. These arrhythmias may require treatment with electric cardioversion. Furthermore, with the increase in the development and indications for cardiac implantable electronic devices, the behavior of these devices after electric therapy must be reevaluated, especially in patients who depended on cardiac stimulation. This study aimed to evaluate the ventricular captured threshold variance after therapeutic countershock for the treatment of supraventricular tachyarrhythmias in daily practice conditions.

**Method:** From July 2009 to May 2015, patients with cardiac implantable electronic devices requiring electric cardioversion were evaluated, in Araras (SP, Brazil). Captured threshold variance before and immediately after therapy was determined. The evaluation aimed at analyzing the variance of this parameter, which reflects a safety feature of the device.

**Results:** 12 patients were included, presenting with 13 episodes of supraventricular tachyarrhythmias (atrial tachycardia and fibrillation). Mean age was 71.6 years, with a prevalence of males and variable device implant times. No significant ventricular captured threshold variation was found before and after electric cardioversion.

**Conclusion:** There is no significant variation of ventricular captured threshold variance after electric cardioversion in patients with supraventricular tachyarrhythmias.

**KEYWORDS:** Artificial Cardiac Pacemaker; Electric Countershock; Atrial Fibrillation; Supraventricular Tachycardia.

Trabalho realizado na Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Araras, Araras, SP, Brasil.

1. Especialista em Cardiologia, médico do Serviço de Estimulação Cardíaca Artificial e Eletrofisiologia da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Araras (ISCMA), Araras, SP, Brasil.

2. Residência em Cardiologia, estagiária do Serviço de Arritmias e Eletrofisiologia do Hospital de Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

3. Doutorado em Fisiopatologia da Cirurgia, responsável pelo Serviço de Estimulação Cardíaca Artificial e Eletrofisiologia da ISCMA e Cardius Araras, Araras, SP, Brasil.

Correspondência:

Victor Augusto Poncio

Av. Romana Ometto, 140 – ap. 63 – Jardim Cândida  
Araras, SP, Brasil – CEP 13603-004

E-mail: vaponcio@gmail.com

Artigo submetido em 7/2017.

Artigo publicado em 12/2017.

## INTRODUÇÃO

Pacientes portadores de dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis (DCEIs) são, hoje, uma parcela heterogênea da população acometida por doenças cardiovasculares. Nesses pacientes, a necessidade de cardioversão elétrica externa, com cargas variáveis e formato de onda mono ou bifásico, para reversão de arritmias ventriculares e supraventriculares faz parte da rotina clínica.

Dentre esses pacientes, o grupo daqueles com doença do nó sinusal estão mais sujeitos ao desenvolvimento de taquiarritmias supraventriculares, tais como fibrilação, *flutter* ou taquicardia atrial<sup>1</sup>, não sendo infrequente a necessidade de tratamento por cardioversão elétrica.

Vários autores têm se preocupado com o resultado da aplicação de cardioversão elétrica em portadores de marcapassos e, mais recentemente, cardioversores-desfibriladores implantáveis ou terapia de ressincronização cardíaca. Relatos de séries de casos têm demonstrado mau funcionamento dos dispositivos com esse tipo de terapia, afetando particularmente os limiares de captura e sensibilidade, porém com resultados conflitantes<sup>2-4</sup>. Em publicação mais recente, Manegold et al.<sup>5</sup> não observaram disfunção dos DCEIs após cardioversão elétrica em cinco tipos diferentes de dispositivo.

A utilização de cardioversão elétrica tem se tornado prática mais comum em ambiente hospitalar e áreas públicas, especialmente com a disseminação dos desfibriladores eletrônicos automáticos<sup>6</sup>, quase sempre não observando as recomendações para o procedimento<sup>7</sup>, o que reforça essa antiga preocupação, com impacto ainda não totalmente estabelecido. Além disso, com o aumento da expectativa de vida, aumentou também a ocorrência de arritmias e o uso dos DCEIs<sup>8</sup>. A utilização de DCEIs entre os mais idosos (75-79 anos) corresponde a 1.102/1.000.000 e naqueles com média de idade de  $90 \pm 10$  anos, a 2.454/1.000.000<sup>9,10</sup>.

Mesmo com o avanço dos circuitos de proteção dos marcapassos, ainda é preciso levar em consideração a individualidade da interação artificial-biológico, ou seja, a interface entre cabo-eletrodo e miocárdio, manifesta especialmente pelo limiar de captura<sup>11</sup>.

Assim, considerando-se que há aumento de usuários de DCEI com maior ocorrência de cardioversão elétrica em seus portadores, que a captura ventricular é obrigatória em pacientes dependentes de marcapasso, especialmente logo após a realização de uma cardioversão elétrica<sup>6</sup>, e que até o presente momento não há consenso sobre o comportamento do limiar de captura após a aplicação de descarga elétrica terapêutica, entendemos que esse tema deva ser mais bem avaliado, especialmente nos procedimentos de cardioversão das taquiarritmias supraventriculares, mais frequentes na prática diária e cujo procedimento pode ser realizado de maneira programada.

Este estudo teve por objetivo avaliar, em portadores de DCEIs, a variação do limiar de captura ventricular após choque

terapêutico utilizado para o tratamento de taquiarritmias supraventriculares, sem a padronização de posicionamento das pás do cardioversor, como acontece na vida real.

## MÉTODO

Entre julho de 2009 e maio de 2015, foram avaliados pacientes portadores de marcapasso bicameral, não dependentes de estimulação ventricular, de forma consecutiva, em serviços privado e público da cidade de Araras, no interior do estado de São Paulo, que necessitaram de tratamento com cardioversão elétrica para controle de ritmo durante episódios de taquicardia supraventricular detectados pela análise do marcapasso e não totalmente dependentes da estimulação cardíaca.

As cardioversões foram realizadas em ambiente controlado, de terapia intensiva, sob monitorização contínua de cardioscopia e oximetria de pulso, além de aferições intermitentes de pressão arterial não invasiva, sempre sob anticoagulação oral por período de pelo menos quatro semanas ou exclusão de trombose intracavitária por meio de ecocardiografia transesofágica. A aplicação dos choques foi realizada sob sedação com propofol, com cargas sincrônicas, mantendo o posicionamento das pás determinadas pelo médico que estivesse realizando a cardioversão. Não foi realizada nenhuma programação especial nos dispositivos para a intervenção, os quais foram mantidos com os parâmetros habituais para cada paciente.

Foram realizadas aferições manuais do limiar de captura ventricular dos pacientes antes da cardioversão e imediatamente após, ou seja, logo após a cardioversão e verificação de reversão para ritmo sinusal por meio de cardioscopia. Os dados obtidos foram comparados para verificar a existência de variação significativa em consequência da descarga elétrica aplicada. Consideramos como alteração significativa a elevação de 50% do limiar de captura ventricular, uma vez que a orientação de programação rotineira é de uma margem de segurança de 2-3 vezes o limiar de captura ventricular<sup>12</sup>.

O consentimento informado foi dispensado, por tratar-se de procedimento indicado para o paciente e habitual na prática clínica.

## RESULTADOS

Foram incluídos 12 pacientes, com realização de 13 cardioversões elétricas. As características clínicas dos pacientes encontram-se descritas na Tabela 1. A média de idade dos pacientes foi de 71,6 anos (46-86 anos), dos quais 33,3% (n = 4) eram do sexo feminino. O motivo para implante do dispositivo foi distúrbio da condução atrioventricular em 58,3% (n = 7) dos pacientes, doença do nó sinusal em 33,3% (n = 4), e uma paciente era portadora de cardioversor-desfibrilador implantável para profilaxia secundária de morte súbita após episódios de fibrilação ventricular, tendo como doença de base cardiomiopatia isquêmica.

As medicações para controle de frequência ou manutenção de ritmo sinusal utilizadas pelos pacientes no momento da cardioversão eram amiodarona (75%; n = 9), carvedilol (33,3%; n = 3), bisoprolol (16,6%; n = 2) e atenolol (8,3%; n = 1), conforme ilustrado na Figura 1. Os pacientes estavam anticoagulados previamente ao procedimento, e em todos foi realizada ecocardiografia transesofágica para exclusão de trombose intracavitária, independentemente do tempo de anticoagulação oral. Os esquemas adotados foram: varfarina corrigida pelo RNI em 50% (n = 6), e dabigatrana, rivaroxabana e apixabana em 16,6% (n = 2) para cada medicação (Figura 2).

Os pacientes apresentaram 13 episódios de arritmias atriais, sendo 12 (84%) de fibrilação atrial e 1 de taquicardia atrial. Apenas um desses pacientes apresentou recorrência da taquiarritmia, de forma sustentada, com necessidade de repetição do tratamento.

Em todos os procedimentos foi utilizada energia inicial de 200 J, com reversão para ritmo sinusal. Em 3 pacientes foi necessária carga adicional de 250 J para obtenção de ritmo sinusal.

O formato de onda foi monofásico em apenas uma terapia e nos demais foi bifásico, com diferentes tipos de cardioversor externo, sempre aquele disponível na instituição no momento do procedimento.

A média de tempo de implante do gerador e dos cabos-eletrodos até a cardioversão foi de 30,9 meses (0-80 meses).

Foram utilizados gerador e cabos-eletrodos Biotronik (Berlim, Alemanha) em 11 pacientes e sistema de estimulação St. Jude Medical (St. Paul, Estados Unidos) em 1 paciente. O menor limiar de captura ventricular encontrado foi de 0,4 V e o maior foi de 1 V, sempre com largura de pulso de 0,4 ms. A mediana da variação do limiar foi de 0 V (-0,1 V a 0,1 V). Em

nenhum dos casos avaliados a variação do limiar de captura ventricular ultrapassou 50%, o que seria considerada variação significativa. A Tabela 2 apresenta os resultados relacionados aos procedimentos.

## DISCUSSÃO

Apesar de pequena, pelas condições locais, em nossa amostragem não observamos variação significativa do limiar de captura ventricular, independentemente do tipo de fixação do cabo-eletrodo (2 pacientes eram portadores de cabos-eletrodos de fixação passiva), mesmo levando em consideração suas possíveis causas, tais como polarização, deslocamento, cauterização do miocárdio sob ponta do cabo-eletrodo, alteração de programação do gerador, depleção súbita de bateria e hipóxia<sup>13</sup>, às quais se poderiam atribuir variações, caso tivessem ocorrido.

O possível motivo de nosso achado pode decorrer da evolução dos equipamentos, com incorporação de reguladores de tensão (diodos Zener)<sup>14</sup>. Esses reguladores são limitadores de tensão elétrica que impedem a chegada da tensão aos pontos críticos dos equipamentos, permitindo maior proteção aos circuitos eletrônicos sem interferir na interface entre cabo-eletrodo e miocárdio. Outro avanço dos dispositivos, especificamente em seus cabos-eletrodos, que poderia estar envolvido em nossos achados é a tecnologia fractal<sup>15</sup>,

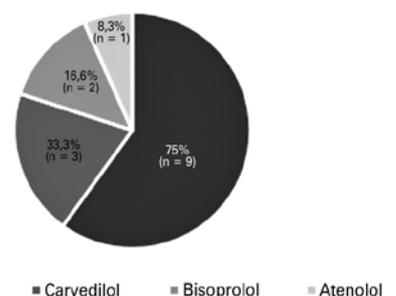


Figura 1: Medicações utilizadas pelos pacientes no momento da cardioversão elétrica externa.

Tabela 1: Características clínicas dos pacientes incluídos.

	Iniciais do paciente	Idade	Sexo	Motivo do implante	Arritmia tratada
1	AC	72	M	BAV 2º grau	FA
2	BDP	46	M	DNS	FA
3	NMC	75	M	BAVT	FA
4	NBF	77	M	BAVT	FA
5	LBM	78	F	DNS	FA
6	AC	76	M	BAV 2º grau	FA
7	OT	72	M	DNS	TA
8	MAM	73	M	DNS	FA
9	MAS	71	F	BAVT	FA
10	SML	67	F	Profilaxia secundária MSC	FA
11	ACT	86	M	Bloqueio trifascicular	FA
12	NB	84	F	Síncope + BRE	FA
13	SAB	55	M	BAV alto grau	FA

BAV = bloqueio atrioventricular; BAVT = bloqueio atrioventricular total; BRE = bloqueio de ramo esquerdo; DNS = doença do nó sinusal; F = feminino; FA = fibrilação atrial; M = masculino; MSC = morte súbita cardíaca; TA = taquicardia atrial.

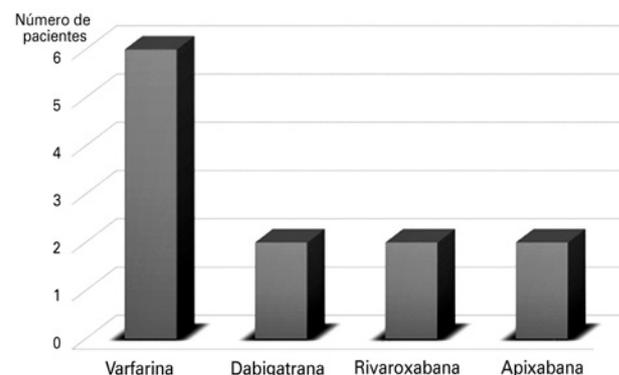


Figura 2: Esquemas de anticoagulação oral utilizados pelos pacientes.

Tabela 2: Resultados relacionados aos procedimentos.

	Iniciais do paciente	Arritmia tratada	Gerador	Cabo-eletrodo ventricular	Fabricante	Data do implante	Tempo de uso do dispositivo (meses)	Limiar de captura pré-CVE (V)	Primeira terapia (J)	Segunda terapia (J)	Limiar de captura pós-CVE (V)	Varição (V/%)
1	AC	FA	Identity Adx XL	1646	St. Jude Medical	8/2/2006	41	0,7	1x200 bi		0,7	0
2	BDP	FA	Philos II DR	Setrox S 53	Biotronik	27/10/2008	10	1,8	1x200 mono		1,8	0
3	NMC	FA	Philos II DR	Setrox S 60	Biotronik	23/12/2009	6	0,8	1x200 bi		0,8	0
4	NBF	FA	Entovis DRT	Setrox S 60	Biotronik	6/5/2011	25	0,5	1x200 bi		0,5	0
5	LBM	FA	Entovis DRT	Selox ST 60	Biotronik	1/2/2006	81	0,8	1x200 bi	1x250 bi	0,7	0,1/12,5
6	AC	FA	Identity Adx XL	1646	St. Jude Medical	8/2/2006	80	1	1x200 bi		1	0
7	OT	TA	Entovis DRT	Safo S 60	Biotronik	13/9/2013	1	0,4	1x200 bi		0,4	0
8	MAM	FA	Entovis DRT	Safo S 60	Biotronik	18/11/2013	0	0,6	1x200 bi		0,6	0
9	MAS	FA	Philos II DR	Setrox S 60	Biotronik	18/11/2014	8	0,6	1x200 bi		0,6	0
10	SML	FA	Lumax 340 DRT	Linax SD 65/16	Biotronik	4/6/2008	72	0,9	1x200 bi	1x250 bi	0,9	0
11	ACT	FA	Entovis DRT	Safo S 60	Biotronik	28/2/2014	11	0,3	1x200 bi		0,3	0
12	NB	FA	Entovis DRT	Setrox S 60	Biotronik	15/6/2011	49	0,7	1x200 bi		0,8	0,1/14
13	SAB	FA	Entovis DRT	Safo S 60	Biotronik	19/11/2013	18	0,7	1x200 bi	1x250 bi	0,6	-0,1/-14

bi = formato de onda bifásico; CVE = cardioversão elétrica; FA = fibrilação atrial; J = joules; mono = formato de onda monofásico; TA = taquicardia atrial, V = volts.

que aumenta a área de contato entre o cabo-eletrodo e o miocárdio, diminuindo essencialmente a polarização dos cabos-eletrodos, fenômeno que também poderia estar implicado na variação dos limiares de captura ventricular. Além disso, melhora do isolamento e fixação dos cabos-eletrodos, evitando lesões (cauterização) da interface entre cabo-eletrodo e miocárdio e microdeslocamentos, poderiam explicar possíveis variações, não encontradas em nossa amostragem. Além do mais, nossos pacientes foram submetidos a procedimentos de cardioversão elétrica eletivos, em situações controladas, fora do cenário de instabilidade hemodinâmica ou isquemia miocárdica, como durante parada cardiorrespiratória, considerada fator determinante para a variação dos limiares de captura, como já demonstrado em outras publicações<sup>6,16</sup>.

Optou-se por não realizar testes de limiar de captura atrial, uma vez que poderiam estar alterados pela presença de atordoamento atrial, além de possível reindução da taquiarritmia com estimulação atrial mais rápida<sup>17</sup>, utilizada nos testes e por não ser possível a aferição no momento anterior à cardioversão elétrica.

## CONCLUSÃO

Neste estudo, que incluiu pacientes submetidos a cardioversão elétrica de taquiarritmias atriais sem qualquer tipo de

preparo especial em virtude da presença de DCEIs, não foi observada variação relevante do limiar de captura ventricular após a terapia elétrica.

Estudos subsequentes, com maior população, são necessários para estabelecer a real interferência da cardioversão elétrica no limiar de captura ventricular dos novos DCEIs.

## REFERÊNCIAS

1. Jackson LR, Rathakrishnan B, Campbell K, Thomas KL, Piccini JP, Bahnson T, et al. Sinus Node Dysfunction and Atrial Fibrillation: A Reversible Phenomenon? *Pacing Clin Electrophysiol.* 2017;40(4):442-50.
2. Giedwoyn JO. Pacemaker Failure Following External Defibrillation. *Circulation.* 1971;44(2):293.
3. Yee R, Jones DL, Klein GJ. Pacing threshold changes after transvenous catheter countershock. *Am J Cardiol.* 1984;53(4):503-7.
4. Das G, Eaton J. Pacemaker malfunction following transthoracic countershock. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1981;4(5):487-90.
5. Manegold JC, Israel CW, Ehrlich JR, Duray G, Pajitnev D, Wegener FT, et al. External cardioversion of atrial fibrillation in patients with implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator systems: a randomized comparison of monophasic and biphasic shock energy application. *Eur Heart J.* 2007;28(14):1731-8.
6. Assumpção AC, de Oliveira PP, Vilarinho KA, Eghtesady P, Silveira Filho LM, Lavagnoli CF, et al. Ventricular pacing threshold after transthoracic external defibrillation with two different waveforms: an experimental study. *Europace.* 2013;15(2):297-302.
7. Gauch PRA, Halpern C, Galvão Filho SS, Paola AAV, Pachón Mateos

- JC, Martinelli Filho M, et al. Orientações a Respeito das Interferências sobre Marcapassos Cardíacos - Deca-Daec - 1996. Reblampa. 1997; 10(1):4-12.
8. Assumpção AC, Galvão Filho SS, Melo CS, Campos Neto CM, Poncio VA, Totorá APF. Algumas observações sobre a estimulação cardíaca no Brasil entre 2000 e 2014: 25 anos do RBM – Registro Brasileiro de Marcapassos, Desfibriladores e Ressincronizadores Cardíacos. Relampa. 2016;29(1):3-11.
  9. Bradshaw PJ, Stobie P, Knuiiman MW, Briffa TG, Hobbs MS. Trends in the incidence and prevalence of cardiac pacemaker insertions in an ageing population. Open Heart. 2014;1(1):e000177.
  10. Andersen C, Green A, Madsen GM, Arnsbo P. The epidemiology of pacemaker implantations in Fyn county, Denmark. Pacing Clin Electrophysiol. 1991;14(11 Pt 1):1614-21.
  11. Ng KW, Allen ML, Desai A, Macrae D, Pathan N. Cardioprotective effects of insulin: how intensive insulin therapy may benefit cardiac surgery patients. Circulation. 2012;125(5):721-8.
  12. Astrinsky EA, Furman S. Pacemaker Output Programming for Maximum Safety and Maximum Longevity. Clin Progr Pacing Electrophysiol. 1983;1(1):51-8.
  13. Yamanouchi Y, Miyoshi K, Kodama S, Shiga Y, Sumi S, Niimura H, et al. Ventricular pacing thresholds following high-energy implantable cardioverter defibrillator shocks in integrated bipolar defibrillation systems. Exp Clin Cardiol. 2009;14(1):3-5.
  14. Lau FY, Bilitch M, Wintroub HJ. Protection of Implanted Pacemakers from excessive electrical energy of D.C. shock. Am J Cardiol. 1969;23(2):244-9.
  15. Zrenner B, Ndrepepa G, Müssig D, Stöbe C, Schneider MA, Karch MR, et al. The recording of monophasic action potentials with fractal-coated iridium electrodes in humans. Pacing Clin Electrophysiol. 2000; 23(1):54-62.
  16. Reiter MJ, Lindenfeld J, Tyndal CM Jr, Breckinridge S, Mann DE. Effects of ventricular fibrillation and defibrillation on pacing threshold in the anesthetized dog. J Am Coll Cardiol. 1989;13(1):180-4.
  17. Pandozi C, Bianconi L, Villani M, Gentilucci G, Castro A, Altamura G, et al. Electrophysiological characteristics of the human atria after cardioversion of persistent atrial fibrillation. Circulation. 1998;98(25):2860-5.