

Teste de Indução de Taquicardia por Reentrada Eletrônica em Pacientes Portadores de Marcapasso Bicameral

Fabricio Sarmiento VASSALLO⁽¹⁾ Alexandre Duarte COSTA⁽²⁾ Eduardo Giestas SERPA⁽¹⁾ Juan Carlos PACHÓN MATEOS⁽³⁾ Remy Nelson Albornoz VARGAS⁽³⁾ Enrique I. PACHÓN MATEOS⁽⁴⁾ Tasso Júlio LOBO⁽⁵⁾ José Carlos PACHÓN MATEOS⁽⁶⁾

Relampa 78024-438

Vassallo FS, Costa AD, Serpa EG, Pachón Mateos JC, Vargas RNA, Pachón Mateos EI, Lobo TJ, Pachón Mateos JC. Teste de indução de taquicardia por reentrada eletrônica em pacientes portadores de marcapasso bicameral. *Relampa* 2007; 20(3): 196-202.

RESUMO: Introdução: A taquicardia por reentrada eletrônica pode ser um efeito adverso em pacientes portadores de marcapassos bicamerais (DDD, DDDR e VDD) na presença de condução ventrículo-atrial. Pode ocorrer especialmente em pacientes cujos marcapassos apresentam falhas de comando e sensibilidade atrial ou falhas na programação. **Material e Método:** Foram avaliados 118 portadores de marcapasso bicameral, com implante por doença do nó sinusal (DNS) e bloqueio atrioventricular total (BAVT), por meio de monitoramento eletrocardiográfico computadorizado e programador/interrogador de marcapasso. **Resultados:** Taquicardias por reentrada eletrônica foram induzidas em 30 pacientes por meio de um protocolo que produziu perda de comando atrial, aumento da sensibilidade atrial, elevação da frequência de estimulação e redução do PVARP (*post-ventricular atrial refractory period*). **Discussão:** O aumento do número de implantes de marcapassos e ressinchronizadores e as novas programações dos geradores tornaram a taquicardia por reentrada eletrônica uma forma de taquiarritmia cada vez mais freqüente. **Conclusão:** O teste de indução de TRE mostrou-se eficaz e seguro. Recomenda-se a sua integração ao conjunto de testes de avaliação de portadores de marcapasso bicameral, principalmente aqueles em que a condução ventrículo-atrial é evidente ou que apresentam DNS.

DESCRITORES: taquicardia, efeitos adversos do marcapasso, arritmia cardíaca.

INTRODUÇÃO

Em 1982, Furman e Fisher criaram o termo *Endless Loop Tachycardia* para descrever a taquicardia reentrante em marcapassos bicamerais causada pela condução ventrículo-atrial (CVA)¹, em que

o marcapasso funcionaria como uma via acessória para a condução anterógrada (figura 1). O termo foi cunhado por analogia a um programa de computador que tem a capacidade de se repetir sozinho de modo infinito. Ainda que continue muito usada essa designação não é aceita universalmente. Muitos

(1) Médico Coordenador do Serviço de Arritmias Cardíacas do Instituto de Cardiologia do Espírito Santo.

(2) Médico Coordenador do Centro de Arritmias e Marcapasso do Hospital São Lucas de Aracajú.

(3) Médico Assistente do Setor de Marcapasso do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) e do Setor de Eletrofisiologia, Arritmias e Marcapasso do Hospital do Coração (HCor – SP).

(4) Médico Coordenador do Serviço de Eletrofisiologia, Arritmias e Marcapasso do (HCor – SP).

(5) Médico Assistente do Setor de Eletrofisiologia, Arritmias e Marcapasso do (HCor – SP).

(6) Diretor do Setor de Marcapasso do IDPC de Cardiologia e do Setor de Eletrofisiologia, Arritmias e Marcapasso do (HCor – SP).

Endereço para correspondência: Instituto de Cardiologia do Espírito Santo, Rua Taciano Abaurre, 255 - 8º andar. Ed. Centro Empresarial da Praia, Enseada do Suá. CEP: 29050-470 - Vitória - ES - Brasil. Fone: (27) 3325.4600.

Trabalho encaminhado à *Relampa* para obtenção do título de especialista do *Deca*-SBCCV, recebido em 08/2007 e publicado em 09/2007.

autores² consideram que é utilizada de forma errônea e que englobaria inúmeras condições clínicas na literatura. Em nosso meio, utiliza-se mais Taquicardia por Reentrada Eletrônica (TRE) ou Taquicardia Mediada pelo Marcapasso (PMT).

A taquicardia por reentrada eletrônica é uma complicação bem conhecida do modo de estimulação bicameral DDD (DDDR e VDD). Com o aumento do número de implantes de marcapassos e com o uso atual de ressincronizadores no tratamento da insuficiência cardíaca, aumenta consideravelmente a possibilidade de indução de taquicardias³⁻⁵.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a presença de condução VA em 118 pacientes portadores de marcapasso bicameral implantado por doença do nó sinusal (DNS) e bloqueio atrioventricular total (BAVT)⁶⁻⁷ e testar posteriormente a indução da taquicardia por reentrada eletrônica por meio da alteração da programação. Um objetivo adicional foi realizar uma programação padrão do PVARP eficaz na prevenção do maior número possível de induções de TRE.

MATERIAL E MÉTODO

Pacientes

Foram estudados 118 pacientes atendidos no ambulatório de avaliação de marcapasso no Setor de Marcapasso do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia

(IDPC) e no Setor de Arritmias do Hospital do Coração da Associação do Sanatório Sírio (HCor), no período de agosto de 2004 a julho de 2005. A idade dos pacientes variou de 11 a 83 anos (média de 52±17), sendo 45 do sexo feminino (38%) e 73 (62%) do sexo masculino. Todos foram informados sobre os testes e consentiram que fossem realizados.

O motivo do implante do marcapasso foi o bloqueio atrioventricular total (BAVT), de origem congênita ou adquirida, em 106 (89,9%) pacientes e a doença do nó sinusal (DNS), em 12 (10,1%). O sistema de estimulação deveria ter sido implantado nos três anos prévios à avaliação.

A presença de condução ventrículo-atrial (VA) foi observada em 30 pacientes (25,4%), 22 dos quais apresentavam BAVT (73,3%) e oito (26,7%) DNS.

Sistemas de Estimulação

Foram avaliados geradores bicameriais dos fabricantes Guidant (modelos Pulsar Max, Pulsar Max II e Insignia), Biotronik (Actros e Philos), St. Jude Medical (Affinity, Integrity e Identity) e Medtronic (Sigma e Kappa). Os eletrodos eram do mesmo fabricante e compatíveis com os modelos de gerador.

Crítérios de Avaliação

Todos os pacientes foram escolhidos de forma aleatória à medida que se apresentavam para avaliação de rotina do gerador e dos eletrodos.

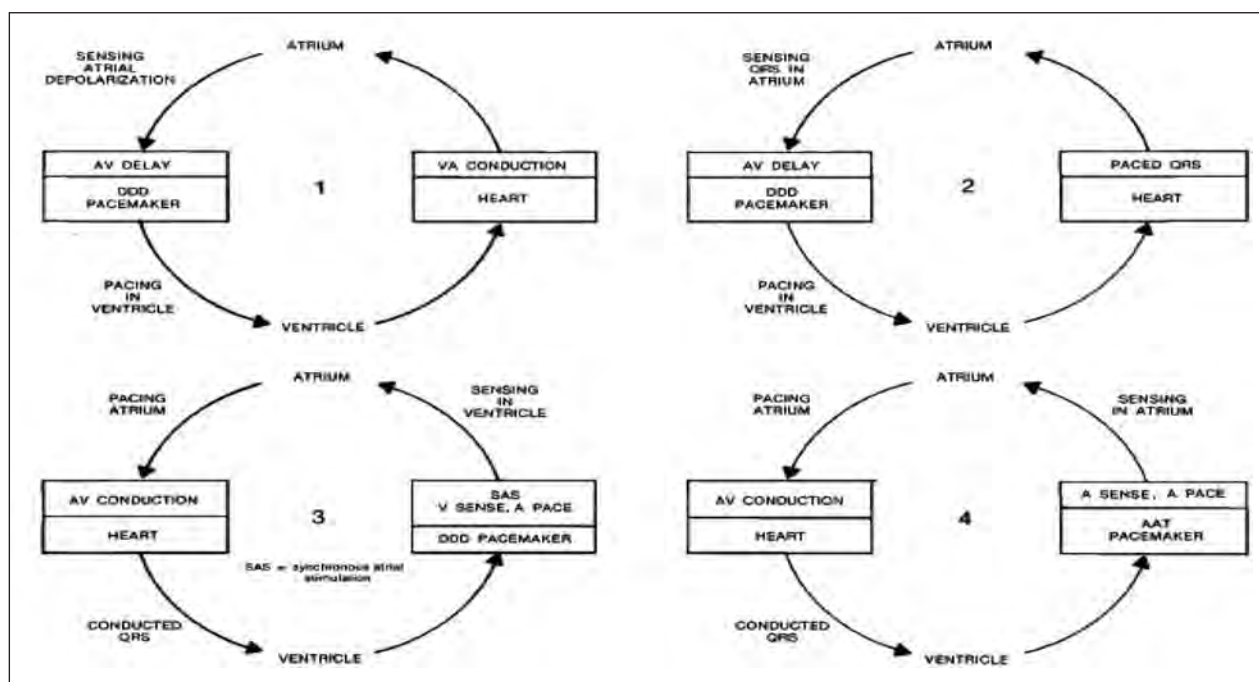


Figura 1 - Representação dos mecanismos de indução das taquicardias mediadas por marcapasso. SAS, estímulo atrial sincrônico; AAT - modo de estimulação. (Barold SS. *Terminology of pacemaker reentrant tachycardias*. PACE 2001; 24: 1175-8.

Eram então monitorados com eletrocardiograma computadorizado (Sistema PG3® – Cardiobyte Sistemas) e tinha início a avaliação, que incluía os seguintes passos: avaliação do ritmo de escape (ritmo próprio do paciente, BAVT ou DNS), medida e confirmação da voltagem e da impedância da bateria do gerador, verificação e novas medidas das impedâncias dos eletrodos, com testes de sensibilidade e limiar nos canais atrial e ventricular, tanto no modo unipolar quanto bipolar.

A sensibilidade era sempre mantida no modo bipolar (canais atrial e ventricular). A estimulação do átrio e do ventrículo era feita no modo unipolar e geradores, eletrodos e bateria encontravam-se em perfeito funcionamento.

Realizadas todas as medidas e suas confirmações, os pacientes eram avaliados para investigar a presença de condução ventrículo-atrial. Utilizava-se para isso tanto o eletrocardiograma de superfície quanto o eletrograma intracavitário (EGM). Na seqüência, verificavam-se as medidas da condução VA pela eletrocardiografia computadorizada e pela medida automática do próprio gerador, sempre que possível.

Protocolo de Indução

Após a medida do tempo de condução VA, tinha início a tentativa de indução da TER, mediante o seguinte protocolo: induzia-se a perda de comando atrial por meio da programação da energia mínima de estimulação (largura de pulso e voltagem); aumentava-se a freqüência de estimulação atrial (freqüência mínima) para um nível superior à freqüência intrínseca do paciente; programava-se a freqüência máxima em ní-

veis bem tolerados pelo paciente e que não provocassem alterações hemodinâmicas, reduzia-se o PVARP para o mínimo possível na programação de cada gerador e programava-se um intervalo atrioventricular fixo de 200 ms. Todos os pacientes permaneciam monitorados por três a cinco minutos para avaliação da indução ou não da taquicardia. Quando induzida, a taquicardia era registrada para comprovação (figura 2).

Análise Estatística

Utilizou-se o teste *t* de Student para a análise estatística. Todas as variáveis foram registradas como média \pm desvio padrão. O *P* foi considerado com significância estatística quando abaixo de 0,05 e com tendência a significância quando entre 0,05 e 0,1.

RESULTADOS

Dos 118 pacientes avaliados, a presença da condução ventrículo-atrial, identificada pelo ECG de superfície e/ou EGM intracavitário, foi observada em 30 pacientes (25,4% do total de pacientes), sendo que 22 apresentavam BAVT (20,75% dos implantes nesta patologia) e oito DNS (66,6% dos implantes nesta patologia) (figura 3).

A duração da condução VA variou de 120 até 477ms (233 ± 77 ms). O grupo de portadores de DNS apresentou condução VA mais longa do que o grupo com BAVT ($260,2\pm 34$ ms versus $216,5\pm 55$ ms; $p = 0,061$) (figura 4).

A indução da taquicardia por reentrada eletrônica foi conseguida em 30 (25,4%) pacientes, número semelhante ao de portadores de condução VA aparente (30). Para comprovação diagnóstica, todas essas taquicardias foram reproduzidas outras duas vezes,

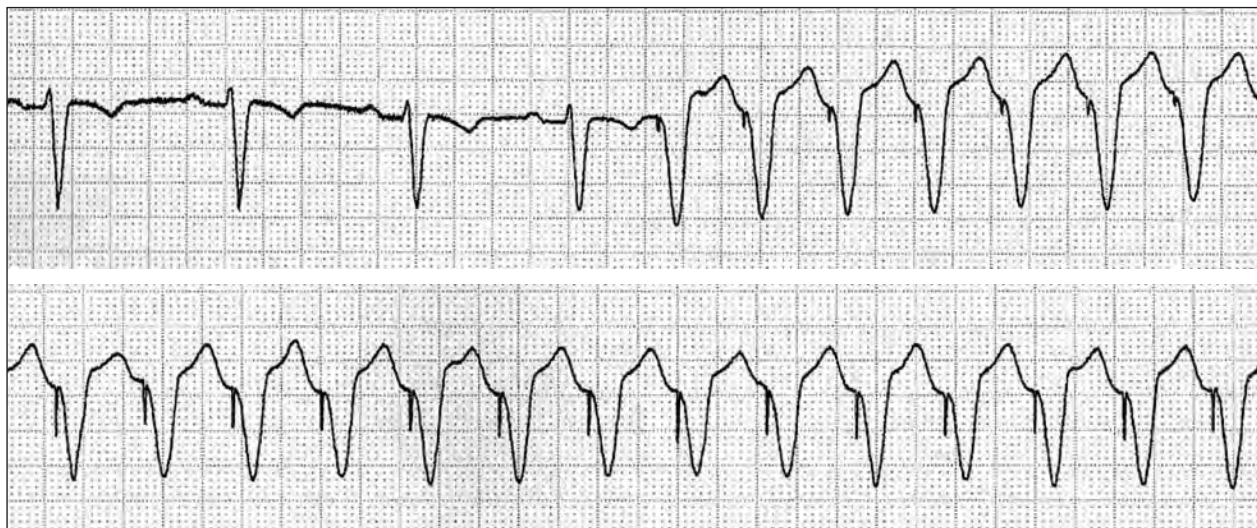


Figura 2 - Traçado eletrocardiográfico na derivação DII mostrando o início da taquicardia. Início do ECG com ritmo sinusal e freqüência cardíaca em 64 bpm. Realizada a programação do marcapasso e transmitida ao gerador. O intervalo AV é programado para 200 ms, a energia de estimulação para a mínima possível e a sensibilidade é mantida elevada. O batimento ventricular conduz retrogradamente, com onda P caindo além do PVARP, iniciando a taquicardia por reentrada eletrônica e freqüência de 120ppm.

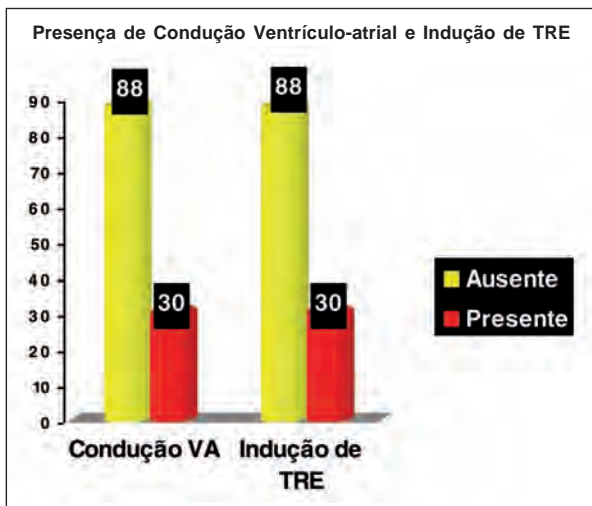


Figura 3 - Demonstração do número de pacientes que apresentavam condução VA e que apresentaram TRE (Não significando pacientes sem condução VA e TER e sim pacientes com condução VA e TRE).

peelo menos, além de serem registradas pelo ECG de superfície e/ou EGM intracavitário.

A TRE foi mais freqüente em portadores de DNS, (oito pacientes ou 66,6%). Entre os que apresentavam BAVT, a taquicardia foi induzida em 22 (20,75%); $p = 0,022$ (figura 5).

Na tentativa de criar uma programação padrão para evitar a TRE, foram realizados testes com programações de diferentes PVARP's, procurando-se o valor mínimo para evitar a TRE. O intervalo AV padrão foi mantido em 170ms. O valor do PAVRP médio capaz de interromper a TRE não apresentou diferença esta-

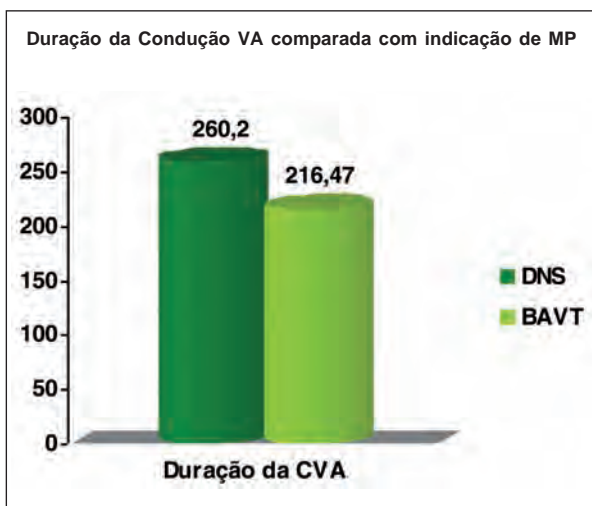


Figura 4 - Duração média da condução ventrículo-atrial nas duas indicações de marcapasso (DNS e BAVT). CVA média de 233 ± 77 ms. DNS $260 \pm 124,98$ X BAV $216,47 \pm 61,99$

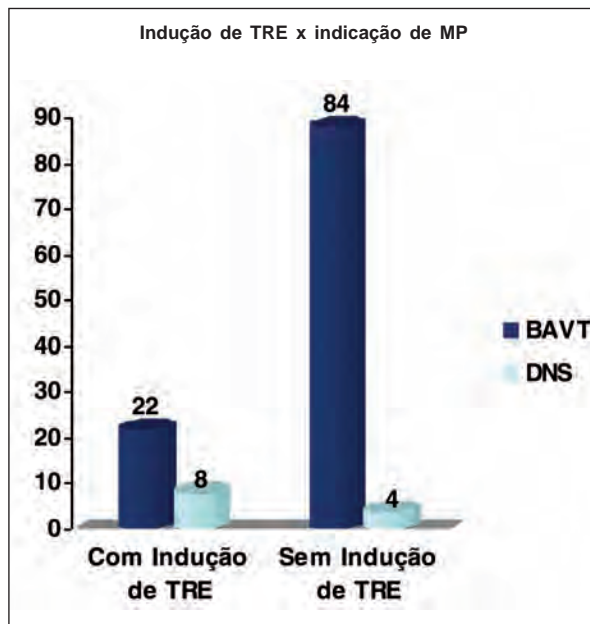


Figura 5 - Indução de TRE de acordo com a indicação do implante de marcapasso. BAVT em 22 pacientes com TRE (20,75%) e DNS em oito com TRE (66,6%). $P = 0,022$.

tística quando comparado às indicações de implante por BAVT ou DNS: 308ms versus 310ms (figura 6).

DISCUSSÃO

A taquicardia por reentrada eletrônica só ocorre em pacientes com condução VA e em circunstâncias nas quais o sincronismo AV é perdido⁸. Cerca de 80% dos pacientes apresenta DNS e 35% BAVT.

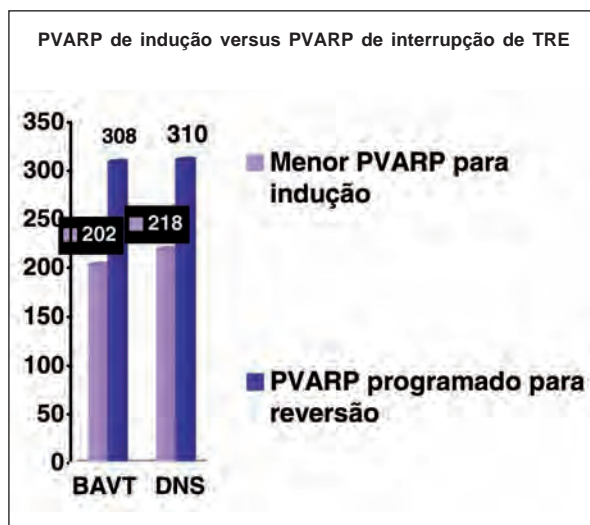


Figura 6 - Programação dos menores PVARP (média em milissegundos) para indução e interrupção da TRE no BAVT e na DNS.

Conseqüentemente, grande parte dos portadores de marcapassos bicamerais é susceptível a essa taquicardia, especialmente na DNS, situação em que a programação deve ser mais cuidadosa. A condução VA pode variar de 100 a 400 milissegundos (ms), raramente mais longa. Essa condição pode ser influenciada por frequência cardíaca, nível de atividade física e de catecolaminas, alterações no tônus autonômico, frequência de estimulação e uso concomitante de medicações.

No momento do implante, a procura pela condução VA tem pouca validade, em razão das inúmeras influências externas, tais como medicamentos usados durante o ato cirúrgico, anestésicos principalmente, que podem ocultar a presença da condução ventrículo-atrial. Entretanto, uma pequena parcela de pacientes (entre cinco e 10%) pode demonstrar condução VA após o implante.

A forma mais comum de início da TER é a extrassístole ventricular com condução retrógrada⁹. Outras formas iniciais são: perda de comando atrial (figura 7), sensibilidade atrial superestimada (*oversensing*) ou sensibilidade atrial subestimada (*undersensing*), intervalo AV longo com extrassístole atrial ou batimento de eco, colocação e retirada do imã e programação de frequência cardíaca máxima baixa.

O canal atrial do marcapasso bicameral pode sentir a onda P retrógrada apenas quando ocorre além do período refratário atrial pós-ventricular (PVARP). Sendo assim, uma programação com PVARP curto e intervalo AV longo predispõe a ocorrência dessa taquicardia.

Outros fatores predisponentes apareceram com o advento de novas opções de programação e funções, como os testes automáticos para limiares de estimulação e procura automática de condução AV intrínseca, que podem induzir a TRE quando mal utilizados^{10,11}.

Apesar das diversas formas de programação e mecanismos para prevenção de taquicardias (em especial o *PMT protection - pacemaker mediated tachycardia*), os portadores de marcapassos bicamerais continuam susceptíveis a TRE^{3-5,11}. Em ambiente laboratorial¹², a taquicardia mostra-se mais propensa à indução quando realizada a seguinte programação: Modo DDD, frequência mínima acima do ritmo de escape, elevação da sensibilidade atrial, encurtamento do PVARP (para permitir que o canal atrial sinta a onda P retrógrada) e diminuição da energia de estimulação atrial (largura de pulso e voltagem programados para os valores mais baixos permitidos pelo gerador), o que leva a perda da captura do batimento atrial.

Em muitos casos, a indução da taquicardia durante os testes da programação não é reproduzida no dia-a-dia dos portadores de marcapassos bica-

merais, principalmente pela impossibilidade de reprodução das condições laboratoriais nas atividades habituais. A taquicardia pode ser interrompida de forma não invasiva e sem o programador do marcapasso, seja com a colocação do imã sobre o gerador (conversão para modo DOO ou VOO), por meio de um batimento ventricular precoce que bloqueie a condução VA, pelo fenômeno de fadiga de condução pelo sistema VA, por massagens do seio carotídeo ou pela administração de drogas como adenosina, verapamil ou betabloqueadores.

Formas de interrupção dessa arritmia por meio da mudança de programação^{13,14} são possíveis pelo alongamento do PVARP¹⁵, encurtamento do intervalo atrioventricular ou intervalo AV dinâmico / adaptativo, diminuição da sensibilidade atrial¹⁶, aumento da energia de estimulação do canal atrial para garantir sua captura, aumento da frequência cardíaca máxima e reprogramação para modos que não utilizam a sensibilidade do canal atrial (DVI ou VVI).

Em muitos pacientes, essas taquicardias são mal toleradas, principalmente naqueles com programações de frequência máxima elevada. Em outros, com queixas de palpitações e taquicardias esporádicas ou sustentadas, a TRE deve sempre ser lembrada e pesquisada.

No presente estudo, como as avaliações foram realizadas de forma aleatória, o pequeno número de pacientes com DNS¹⁷ e a programação de um intervalo AV de 200ms podem ter sido responsáveis por um número reduzido de induções de TRE.

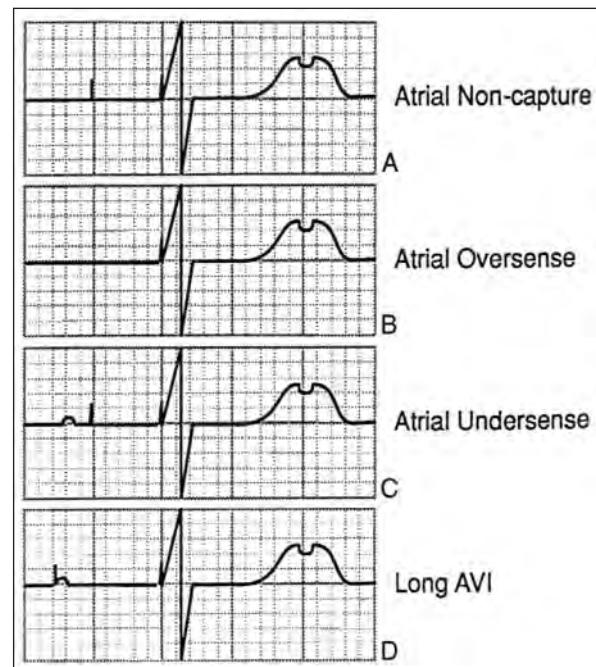


Figura 7 - Fatores predisponentes da taquicardia por reentrada eletrônica. Ellenbogen; *Clin Cardiac Pacing Defibrillation*, 2nd Ed.

CONCLUSÃO

Os vários dispositivos presentes nas programações atuais dos geradores tornam possível prevenir as taquicardias mediadas pelo marcapasso e, desse modo, a taquicardia por reentrada eletrônica. Tais programações, entretanto, não são totalmente seguras.

Na presente investigação, foi possível induzir a TRE em 25% dos portadores de marcapasso bicameral. O teste de indução de TRE mostrou-se

rápido, seguro e eficaz na indução e na programação da prevenção da TER, sem prejuízos para os pacientes avaliados. Recomenda-se a sua incorporação ao protocolo de avaliação de pacientes portadores de marcapasso bicameral que apresentam condução VA evidente, especialmente aqueles em que a DNS é a indicação do implante, os que apresentam queixas de palpitações e taquicardias e também aqueles em que os registros internos do marcapasso indicam TRE.

Relampa 78024-438

Vassallo FS, Costa AD, Serpa EG, Pachón Mateos JC, Vargas RNA, Pachón Mateos EI, Lobo TJ, Pachón Mateos JC. Induced tachycardia test through electronic reentry in patients with dual-chamber pacemakers. Relampa 2007; 20(3): 196-202.

ABSTRACT: Introduction: Pacemaker-mediated tachycardia (PMT) can be a side effect in patients that use a dual-chamber pacemaker (DDD, DDDR e VDD) and have retrograde atria-ventricular conduction. This tachycardia may occur especially with those pacemakers that have presented problems with command failures and atrial sensitivity or programming failures. **Methods and material:** We evaluated 118 patients with dual-chamber pacemakers implanted with full atria-ventricular blockage and sinus node dysfunction using computerized electrocardiogram monitoring and pacemaker interrogator/programmer. **Results:** We induced PMT in 30 patients using this protocol, which caused the loss of atrial command, an increasing in atrial sensitivity, the programming of a high frequency and reducing post-ventricular atrial refractory period. **Discussion:** With the increase of pacemaker and biventricular pacemaker implants and with the possibilities of new programming of the generators, the pacemaker-mediated tachycardia becomes a form of more frequent tachycardia. **Conclusion:** This test has demonstrated that it is effective and safe and must be added to the evaluation tests of patients with dual-chamber pacemakers, especially in those who present an apparent retrograde atria-ventricular conduction and using pacemakers for sinus node dysfunction.

DESCRIPTORS: tachycardia, pacemaker side effects, arrhythmia.

Relampa 78024-438

Vassallo FS, Costa AD, Serpa EG, Pachón Mateos JC, Vargas RNA, Pachón Mateos EI, Lobo TJ, Pachón Mateos JC. Prueba de inducción de taquicardia por reentrada electrónica en pacientes portadores de marcapasos bicameral. Relampa 2007; 20(3): 196-202.

RESUMEN: Introducción: La taquicardia por reentrada electrónica puede ser un efecto adverso en pacientes portadores de marcapasos bicamerales (DDD, DDDR y VDD) en la presencia de conducción ventriculoatrial. Puede ocurrir especialmente en pacientes cuyos marcapasos presentan fallos de comando y sensibilidad atrial o fallos en la programación. **Material y Método:** Han sido evaluados 118 portadores de marcapasos bicameral, con implante por enfermedad del nodo sinusal (DNS) y bloqueo atrioventricular total (BAVT), por medio de monitoreo electrocardiográfico computadorizado y programador/interrogador de marcapasos. **Resultados:** Taquicardias por reentrada electrónica han sido introducidas en 30 pacientes por medio de un protocolo que ha producido pérdida de comando atrial, aumento de la sensibilidad atrial, elevación de la frecuencia de estimulación y reducción del PVARP (*post-ventricular atrial refractory period*). **Discusión:** El incremento del número de implantes de marcapasos y resincronizadores y las nuevas programaciones de los generadores han convertido la taquicardia por reentrada electrónica en una forma de taquiarritmia cada vez más frecuente. **Conclusión:** La prueba de inducción de TRE ha resuelto eficaz y segura. Se recomienda su integración al conjunto de pruebas de evaluación de portadores de marcapasos bicameral, especialmente a quienes la conducción ventriculoatrial es evidente o que presentan DNS.

DESCRIPTORES: taquicardia, efectos adversos del marcapasos, arritmia cardíaca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Furman S, Fisher JD. Endless loop tachycardia in a universal (DDD) pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol* 1982; 5: 486-9.
- 2 Barold SS. Terminology of pacemaker reentrant tachycardias. *PACE* 2001; 24: 1175-8.
- 3 Van Gelder BM, Bracke FA, Meijer A. Pacemaker-mediated tachycardia in a biventricular pacing system. *PACE* 2001; 24: 1819-20.
- 4 Berrueto A, Mont L, Scalise A, et al. Orthodromic pacemaker-mediated tachycardia in a biventricular system without an atrial electrode. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004; 15: 1100-2.
- 5 Barold SS, Byrd CI. Cross-ventricular endless loop tachycardia during biventricular pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24: 1281-3.
- 6 Andrade JCS, Avila Neto V, Braile DM, et al. Diretrizes para o implante de marcapasso cardíaco permanente. *Reblampa* 1999; 12(1): 1-9.
- 7 Gregoratos G, Abrams J, Epstein AE, et al. American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines American College of Cardiology/American Heart Association/North American Society for Pacing and Electrophysiology Committee. 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 Cardiovasc Electrophysiol* 2002; 13(11): 1183-99.
- 8 Ellenbogen KA, Neal Kay G, Wilkoff BL. *Clin Cardiac Pacing and Defibrillation*: Saunders 2nd Edition 2000, pp. 865-868.
- 9 Barold SS. Pacemaker induced repetitive nonreentrant ventriculoatrial synchrony: initiation and termination by ventricular extrasystole. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20: 989-92.
- 10 Dennis MJ, Sparks PB. Pacemaker mediated tachycardia as a complication of the Autointrinsic Conduction Search function. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 824-6.
- 11 Sobel RM, Donaldson PR, Dhruva N. Pacemaker-mediated tachycardia: Management by pacemaker interrogation/reprogramming in the ED. *Am J of Emerg Med* 2002; 20: 336-9.
- 12 Littleford PO, Curry Jr. RC, Schwartz KM, Peline CJ. Pacemaker mediated tachycardias: A rapid bedside technique for induction and observation. *Am Journal Cardiol* 1983; 52: 287-91.
- 13 Lamaison D, Girodo S, Limousin M. A new algorithm for a high level of protection against pacemaker-mediated tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol* 1988; 11: 1715-21.
- 14 Greenspon AJ, Greenberg RM. Noninvasive evaluation of retrograde conduction times to avoid pacemaker-mediated tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 1985; 5: 1403-6.
- 15 Calfee RV. Pacemaker-mediated tachycardia: Engineering solutions. *PACE* 1988; 11: 1917-28.
- 16 Klementowicz PT, Furman S. Selective atrial sensing dual chamber pacemakers eliminates endless loop tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 590-4.
- 17 Mosquera JAP, Pachón Mateos JC, Vargas RNA, Pachón Mateos JC, Piegas LS, Jatene AD. Aspectos epidemiológicos da estimulação cardíaca no Brasil – 10 anos do Registro Brasileiro de Marcapassos (RBM). *Reblampa* 2006; 19(1): 3-7.