

# Taquicardia Mediada por Marcapasso ou por Reentrada Eletrônica - Uma Revisão

Milena Alonso Egea GEREZ<sup>1</sup> Fabrícia Bigesca COUTINHO<sup>1</sup> Leandro Fusco RUIZ<sup>1</sup>  
Márcio Rodrigo Souza PRADO<sup>2</sup> Rodolfo WICHTENDAHL<sup>3</sup> Eduardo Infante Januzzi de CARVALHO<sup>4</sup>  
Oswaldo Tadeu GRECO<sup>5</sup>

Relampa 78024-493

Gerez MAE, Coutinho FB, Ruiz LF, Prado MRS, Wichtendahl R, Carvalho EIJ, Greco OT. Taquicardia mediada por marcapasso ou por reentrada eletrônica - uma revisão. Relampa 2010;23(1):37-42.

**RESUMO:** A estimulação cardíaca artificial constitui-se em um dos grandes avanços tecnológicos na área da cardiologia para o tratamento das bradiarritmias, contudo não está livre de complicações. A implantação de marcapassos bicamerais trouxe uma nova e importante condição: a Taquicardia Mediada por Marcapasso ou também denominada Taquicardia por Reentrada Eletrônica. Nesse artigo, procuramos atualizar o estado da arte sobre essa condição, suas causas e possíveis formas de prevenção.

**DESCRITORES:** marcapasso, taquicardia mediada por marcapasso, PVARP.

## INTRODUÇÃO

Os benefícios da estimulação cardíaca artificial de dupla-câmara trouxeram melhora significativa no débito cardíaco, porém acarretou uma maior complexidade dos parâmetros de programação com o surgimento de complicações relacionadas à terapia elétrica. A Taquicardia por Reentrada Eletrônica (TRE) ou “Taquicardia Mediada por Marcapasso” (TMP) só ocorre em pacientes com condução VA e em circunstâncias nas quais o sincronismo AV é perdido.

Consequentemente, grande parte dos portadores de marcapassos bicamerais são susceptíveis a essa taquicardia, especialmente na DNS<sup>9</sup>, situação em que a programação deve ser mais cuidadosa<sup>2</sup>.

Furman e Fisher, em 1982, criaram o termo Endless Loop Tachycardia para descrever a taquicardia reentrante em marcapassos bicamerais, causada pela

condução ventrículo-atrial (CVA), em que o marcapasso funcionaria como uma via acessória para a condução anterógrada<sup>2</sup>.

Com o aumento do número de implantes de marcapassos de dupla câmara e também o uso de ressinchronizadores para o tratamento de insuficiência cardíaca, aumentou, consideravelmente, a possibilidade do aparecimento dessa complicação. Desta forma, nesse artigo, procuramos atualizar o estado da arte sobre a Taquicardia por Reentrada Eletrônica ou Taquicardia Mediada por Marcapasso.

## Fatores Básicos Relacionados à Ocorrência da TRE

**1** - O marcapasso tem que ser bicameral (modo VAT, VDD, DAT, DDD), de modo que seja capaz de deflagrar um estímulo no ventrículo após o intervalo AV programado, ao detectar a despolarização atrial<sup>4</sup>.

(1) Médico Residente em Cardiologia (2º Ano) do Instituto de Moléstias Cardiovasculares (IMC).

(2) Médico Residente em Arritmia, Eletrofisiologia e Marcapassos do IMC.

(3) Médico Residente em Cirurgia Cardiovascular do IMC.

(4) Médico Residente em Cardiologia (1º Ano) do IMC.

(5) Responsável pela Residência de Cardiologia do IMC e pelo Serviço de Estimulação Cardíaca Artificial do IMC.

Endereço para correspondência: Milena Alonso Egea Gerez. Bernardino de Campos, 4.660 ap.62. CEP:15015-300 - São José do Rio Preto - SP. Artigo recebido em 02/2010 e publicado em 03/2010.

2 - A onda P retrógrada deve ter amplitude suficiente para ser detectada pelo circuito de sensibilidade do marcapasso. E o tempo de condução VA deve ser maior que o período refratário atrial pós-evento ventricular (PVARP), para que seja possível a detecção da onda P retrógrada pelo canal atrial do marcapasso<sup>4</sup>.

3 - Deve existir uma via de condução retrógrada VA, podendo ser representada pelo sistema de condução normal (His - nó AV), ou por um feixe anômalo. Todavia, na ausência de feixes anômalos, a ocorrência de condução retrógrada varia de acordo com o grau de distúrbio anterógrado.

Na doença do nó sinusal (DNS) com condução AV normal, a condução retrógrada está presente em 66 a 100% dos casos, enquanto que no BAV total em 0 a 25%, conforme diversos trabalhos publicados na literatura. Em geral, 40 a 60% de todos os pacientes que se submetem ao implante de marcapasso apresentam condução retrógrada VA<sup>9</sup>. A condução VA pode sofrer alterações na dependência do tônus autonômico, da frequência sinusal espontânea, do uso de drogas, da frequência de estimulação ventricular, do nível sérico de catecolaminas, e do nível de atividade. O tempo de condução VA pode variar de 83 a 500 ms, sendo em média  $233 \pm 31$  ms nos casos com condução AV normal, e  $300 \pm 54$  ms quando existe distúrbio na condução AV<sup>4</sup>. Quando há sincronismo AV normal, isto é, despolarização ventricular 120 a 250 ms após a despolarização atrial, não ocorre condução retrógrada VA, pois os átrios e a junção AV já estão em período refratário<sup>5</sup>. Porém, existem eventos e condições capazes de alterar esse sincronismo e, conseqüentemente, permitir a despolarização atrial retrógrada com indução de TRE.

### Eventos e condições que provocam TRE

1 - Extrassístoles ventriculares (EV): representam a causa mais comum de TRE.

2 - Extrassístoles atriais (EA): Há dois mecanismos das extrassístoles atriais desencadear TRE<sup>4-8</sup>.

A) O primeiro mecanismo possível a ser descrito é quando a EA incide fora do TARP e é detectada pelo marcapasso, iniciando-se o intervalo AV programado e ocorre um estímulo ventricular sincronizado. Todavia, ao término desse intervalo, caso ainda não se tenha completado o intervalo de frequência ventricular máxima ("limite superior de frequência"), haverá extensão daquele até que este se complete. Este aumento do intervalo AV pode ser o suficiente para separar os eventos atrial e ventricular de forma a permitir a condução retrógrada VA (figura 2).

B) Outro mecanismo é a não detecção da EA, ou porque esta é muito precoce e incide dentro do TARP, ou porque ocorre falha de sensibilidade. Desta forma, ao término do intervalo de escape (VA) do MP, este



Figura 1 - Ilustra uma TMP onde ocorre sensibilidade do eletrodo atrial (AS) e é gerada uma espícula ventricular (VP) com complexo QRS.

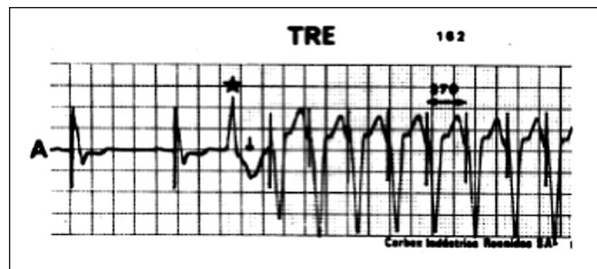


Figura 2 - Observa-se indução espontânea TRE após uma extrassístole ventricular (\*) seguida de P retrógrada (∇).

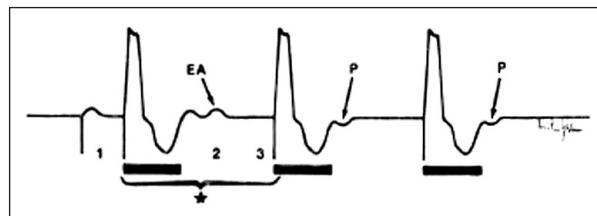


Figura 3 - Diagrama ilustrando a indução de TRE por uma extrassístole atrial (EA). A EA é detectada pelo canal atrial do MP (2) e gera uma extensão do intervalo AV (3) para que se complete o intervalo de frequência ventricular máxima (∇). Ao final deste, o MP deflagra um estímulo em ventrículo, este é seguido de onda P retrógrada, e esta é detectada pelo MP induzindo a TRE<sup>4</sup>.

emite um estímulo em átrio que pode não capturá-lo por se encontrar em período refratário induzido pela EA. Após esta pseudo-falha de comando atrial, inicia-se o intervalo AV programado e, ao fim deste, o MP emite um estímulo ventricular. Se os eventos atrial (EA) e ventricular estão suficientemente separados, pode ocorrer condução VA e indução de TRE<sup>4</sup>.

3 - Perda da sensibilidade atrial

4 - Perda da captura atrial

5 - Aplicação de ímã: quando se faz a aplicação do ímã sobre o marcapasso programado no modo VDD (ou VAT), este reverte para o modo VOO (esti-

mulação ventricular assíncrona) na frequência programada ou magnética. Desta forma, pode ocorrer captura retrógrada dos átrios e, após a remoção do ímã, indução de TRE com a reativação da sensibilidade atrial<sup>4</sup> (figura 6). Vale a pena lembrar e destacar que o ímã também pode, em determinadas circunstâncias, ser usado como terapia para reversão da TMP.

**6 - Necessidade de aplicação de Wenckebach** devido a frequência atrial espontânea estar acima da frequência ventricular máxima estimulada. Quando ocorre aumento da frequência atrial espontânea acima da frequência ventricular máxima de estimulação (ou limite superior da frequência), há aumento

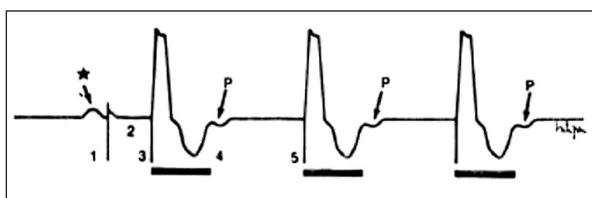


Figura 4 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através de uma falha desensibilidade atrial (\*). Ao término do intervalo VA, o MP emite um estímulo em átrio (1) o qual não se acompanha de comando atrial (pseudo-falha de comando). Após o intervalo AV (2), o MP estimula o ventrículo (3), ocorre onda P retrógrada (4) e indução de TRE (5)<sup>4</sup>.

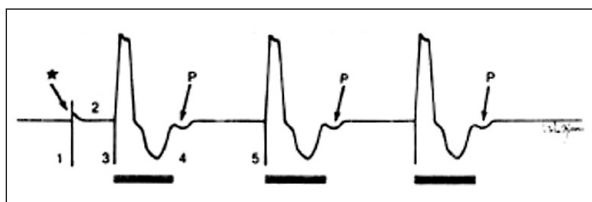


Figura 5 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através de uma falha de comando atrial (\*). O estímulo atrial (1) apresenta falha de comando (\*), segue-se o intervalo AV programado (2); ao final deste, o MP deflagra um estímulo em ventrículo (3), e, finalmente, o batimento ventricular é seguido de onda P retrógrada (4), induzindo-se a TRE (5)<sup>4</sup>.

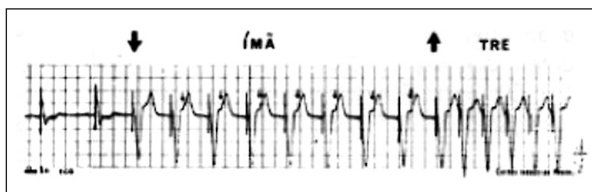


Figura 6 - MP programado no modo VDD, com frequência mínima de 60 ppm e máxima de 175 ppm, intervalo AV de 150 ms, e PRAPEV de 150 ms. Com a colocação de um ímã sobre o MP (\*), este reverte para o modo VOO com captura retrógrada dos átrios(\*). Após a remoção do ímã (\*), há indução de TRE através da detecção das ondas P retrógradas<sup>4</sup>.

progressivo do intervalo AV programado, até que uma determinada onda P não é seguida de estimulação ventricular (comportamento tipo “pseudo-Wenckebach”). Esses incrementos progressivos de intervalo AV podem permitir separação dos eventos atrial e ventricular de forma a possibilitar condução VA e TRE<sup>4,5</sup>. Quanto maior for a “janela de Wenckebach” (diferença entre intervalo de frequência ventricular máxima e TARP), maior a extensão possível do intervalo AV e, conseqüentemente, a chance de condução VA e TRE.

**7 - Aumento da frequência atrial espontânea** acima do limite estabelecido pelo algoritmo de programação *rate-smoothing*. O algoritmo de *rate-smoothing* impede variações na frequência de estimulação atrial e ventricular de um ciclo para outro acima de determinado percentual programado. Desta forma, se ocorre aumento da frequência atrial espontânea acima do limite de *rate-smoothing* programado, há aumento compensatório do intervalo AV para que se respeite esse limite. Esse incremento do intervalo AV pode resultar em condução VA e TRE<sup>4,5,7</sup>.

**8 - Programação do intervalo AV muito longo** (> 250 ms) pode ser o suficiente para permitir a recuperação do miocárdio atrial e da junção AV, possibilitando condução VA e TRE<sup>4</sup>.

**9 - Posicionamento do eletrodo ventricular:** Ex: via de saída de VD<sup>10</sup>.

**10 - Oversensing atrial:** a sensibilidade aumentada do canal atrial pode fazer com que um miopotencial ou interferência eletromagnética seja sentida no canal atrial como onda p (pseudo p) com posterior estimulação ventricular, seguida de uma condução VA (presença de p retrógrada), como ilustrado na figura 7.

### Programação do PVARP (Período Refratário Atrial Pós-Evento Ventricular) e Prevenção da TRE

A programação adequada do período refratário atrial pós-evento ventricular (PVARP), para que seja impedida a sensibilidade do canal atrial nesse intervalo de tempo, tem como objetivo evitar o reinício do intervalo atrioventricular (IAV), em caso de ocorrência de atividade atrial retrógrada, que pode ser desencadeada por qualquer uma das condições des-

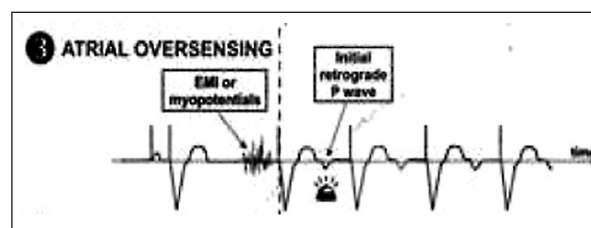


Figura 7 - Demonstrando oversensing atrial desencadeando uma TMP.

critas acima, e, desse modo, impossibilitar uma nova estimulação ventricular. Caso contrário, ao sentir uma atividade atrial retrógrada e reiniciar o IAV, o marcapasso deflagra uma nova estimulação ventricular. A perpetuação dessa situação desencadeia a Taquicardia por Reentrada Eletrônica (TRE) ou “Taquicardia Mediada pelo Marcapasso”(TMP). Trata-se de uma taquicardia caracterizada pela deflagração ventricular a partir de uma onda P retrógrada com frequência elevada, em geral, determinada pelo canal limitador de frequência. É gerada por um movimento circular em que o marcapasso funciona como uma via acessória para a condução anterógrada do circuito “antidrômico” e cuja alça retrógrada é anatômica (normal ou anômala)<sup>1</sup>.

Na maioria dos pacientes portadores de marcapasso bicameral, pode-se prevenir a TMP por meio da programação do PVARP, sendo este o modo mais simples e eficaz de evitá-la. É importante conhecer o tempo de condução VA para programar o PVARP, sendo recomendado um valor 50 ms maior (tempo de condução VA + 50 ms)<sup>4</sup>. Não se conhecendo esse tempo, ou quando a condução VA não está presente no momento de análise, um PVARP de 300 a 350 ms protege contra TRE, na maioria dos casos (figura 9).

Os MPs atuais, em geral, apresentam o recurso de extensão automática do PVARP (para o seu valor máximo ou para outro valor programado) após detecção de uma EV. Esta é interpretada como sendo um evento ventricular sentido, não precedido de evento atrial sentido ou comandado. Este processo dura um ciclo apenas, retornando o PVARP para o seu valor normal programado no ciclo seguinte<sup>4</sup>.

Outro tipo de extensão do PVARP é o “DDX” no qual, após uma EV, o canal atrial se torna refratário por todo um ciclo básico, até que ocorra um estímulo atrial do marcapasso, e o “DDD(E)” (ou AVT temporário após EV)<sup>4</sup> para prevenção de TRE desencadeada por EV, que frente à detecção de uma EV o



Figura 8 - (Adaptada de Marcapasso de A a Z - Celso Salgado de Melo) - Circuito da TMM, incluindo os eletrodos do marcapasso e a condução ventrículo-atrial (VA).

marcapasso deflagra um estímulo atrial com intervalo de acoplamento que pode ser programado em alguns modelos. Há bloqueio da condução retrógrada VA por período refratário, em decorrência da despolarização atrial prévia. Quando o fator desencadeante não é uma extrasístole ventricular, este modo deixa de ser eficaz.

E mesmo sendo a forma mais eficaz para a prevenção de TMP, a extensão excessiva do PVARP, pode, paradoxalmente, funcionar como fator desencadeante a uma TRE. Se após uma EV seguida de condução retrógrada, ocorre extensão do PVARP para um valor maior que o tempo de condução VA, não há detecção da onda P retrógrada nem indução de TMP, e, por outro lado, uma onda P sinusal que sucede a EV pode não ser detectada (pseudo-falha de sensibilidade) e, conseqüentemente, o estímulo atrial subsequente pode ser ineficaz (pseudo-falha de comando). Desta forma, pode haver indução de TER no ciclo seguinte, por mecanismo já discutido anteriormente.

Outra forma possível de prevenção de TRE seria a diferenciação entre onda P anterógrada e retrógrada. Sabe-se que a onda P anterógrada possui maior amplitude que a onda P retrógrada, mas ainda não existem marcapassos com essa tecnologia de sensibilidade que permita fazer essa diferenciação. Talvez no futuro possa existir um método específico nesse sentido, podendo, assim, prevenir as TRES.

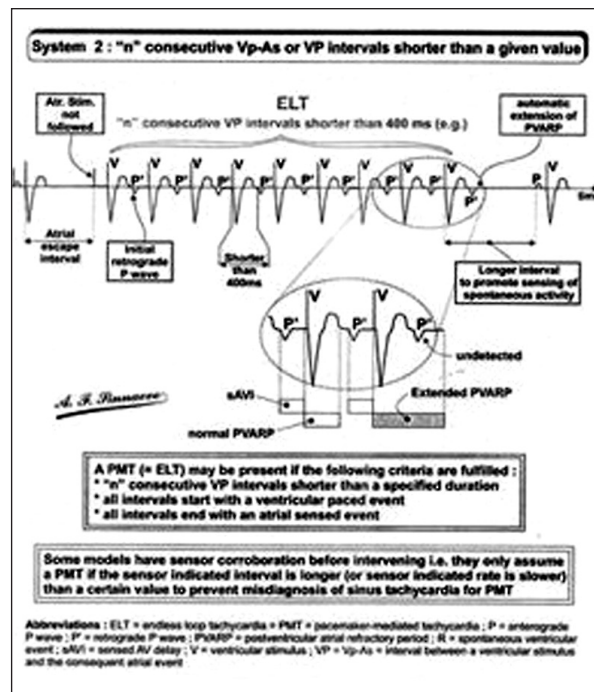


Figura 9 - A figura ilustra a extensão automática do PVARP para 400 ms, evitando que a onda P retrógrada não seja detectada pelo eletrodo atrial, interrompendo a TMP.



Apesar de a exrassístole ventricular ser o fator desencadente mais frequente de um TMP, muitos outros fatores, como os descritos anteriormente, e outros ainda desconhecidos podem funcionar como gatilho, nem sempre sendo possível previni-las. Dessa forma, vem se desenvolvendo tecnologias para que os marcapassos sejam capazes de reconhecer uma TMP e abortar a mesma por diferentes mecanismos e algoritmos de programação. Um algoritmo consiste de quando uma TRE se mantém no limite superior de frequência por 15 pulsos consecutivos, ocorre o bloqueio do 16º estímulo ventricular (figura 11), porém em tais arritmias em que a frequência é menor que o limite superior, esse algoritmo não é eficaz. Na tentativa de eliminar esse problema, há outro algoritmo no qual a frequência de detecção da TRE pode ser programada para um valor igual ou menor que o limite superior da frequência. Após 10 a 127 pulsos (parâmetro programável) na frequência de detecção, o MP ou aumenta o PVARP para 400 ms, ou reverte por um ciclo para o modo DVI, dependendo da programação. E o mais sofisticado dos algoritmos inclui um período de detecção, outro de confirmação, e, finalmente, a reversão da arritmia.



Figura 10 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através do modo DDX. Após uma EV, o PRAPEV se estende até o término do intervalo VA; ao final deste, o MP emite um estímulo (S) em átrio, o qual apresenta pseudo falha de comando em decorrência da onda P sinusal prévia não detectada (pseudo-falha de sensibilidade). Após o intervalo AV, o MP deflagra um estímulo em ventrículo (V) que é seguido de onda P retrógrada (\*), induzindo-se a TRE<sup>4</sup>.

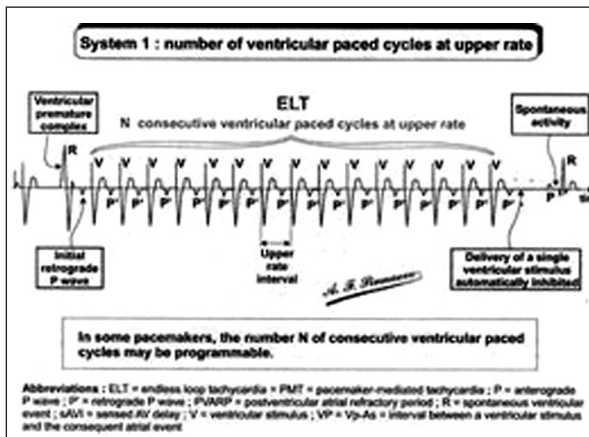


Figura 11 - Ilustra o algoritmo que bloqueio a TMP no 16º ciclo.

## Reversão da TMP

As formas de reversão de uma TRE podem ser espontânea ou induzida.

1-) Espontânea: pode ocorrer fadiga do sistema de condução retrógrado, principalmente nas TMP de alta frequência, levando ao bloqueio da condução VA e consequente reversão espontânea da arritmia<sup>4,7,8</sup>. Uma EV também pode reverter uma TRE por inibição do estímulo ventricular subsequente, ao mesmo tempo em que se bloqueia a condução retrógrada VA por ser precoce<sup>4</sup>.

2-) Induzida: Há diversas formas de induzir a reversão da TMP. A aplicação do ímã é a mais frequente, pois faz com que o marcapasso passe para um modo de estimulação assíncrono (DOO ou VOO), não havendo estimulação ventricular sincronizada com a onda P retrógrada, interrompendo-se o circuito de reentrada na via anterógrada<sup>4</sup>. Se a condução VA se faz pelo nó AV, a massagem do seio carotídeo pode ser eficaz para a reversão da TRE. E, na possibilidade de haver um programador de marcapasso, pode-se realizar as seguintes opções: 1 - Aumento máximo do PVARP para que a onda P retrógrada não possa ser detectada pelo canal atrial; 2 - Redução máxima de sensibilidade atrial para que a onda P retrógrada não tenha amplitude suficiente para ser detectada; 3 - Programação de um modo de estimulação que não seja capaz de sincronizar ondas P (ex: DVI, ou VVI)<sup>4,8</sup>.

## CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico e aumento significativo de implante de marcapassos bicamerais, houve melhora no desempenho cardíaco, todavia aumentaram as complicações, sendo uma delas a Taquicardia por Reentrada Eletrônica (TRE). Sendo assim, todo paciente, candidato a implante de marcapasso de dupla câmara, deve ser submetido a um estudo da condução retrógrada durante a cirurgia, e ausência de condução VA, durante o implante, não significa inexistência de uma via de condução retrógrada.

Se após o implante de MP de dupla câmara surgirem sintomas, tais como: palpitações, angina no peito, ou relacionadas com ICC, dentre as hipóteses diagnósticas, deve-se incluir a TMP.

O fator desencadeante de TRE, mais frequente, é uma exrassístole ventricular com condução retrógrada VA, sendo a extensão do PVARP a melhor forma de programação na tentativa de prevenção de TRE, sendo este o modo mais simples e eficaz de evitá-la, e os marcapassos atuais, em geral, apresentam o recurso de extensão automática desse dispositivo.

A ciência, cientistas e as indústrias, ligadas a essa área, realizam um trabalho conjunto e incessante, sempre, em busca de novas tecnologias, algoritmos e métodos de programação para o melhor benefício do paciente.

Relampa 78024-493

Gerez MAE, Coutinho FB, Ruiz LF, Prado MRS, Wichtendahl R, Carvalho EIJ, Greco OT. Pacemaker mediated tachycardia - a revision. Relampa 2010;23(1):37-42.

**ABSTRACT:** The artificial cardiac stimulation constitutes one of the great advances technological in the cardiology for the treatment of bradyarrhythmias. However it is not free of complications. The implantation of bicameral pacemakers brought a new and important condition, the Pacemaker Mediated Tachycardia. In this article, we look for to bring up to date the state of the art on this condition, its causes and possible forms of prevention.

**DESCRIPTORS:** pacemaker, tachycardia, PVARP.

---

Relampa 78024-493

Gerez MAE, Coutinho FB, Ruiz LF, Prado MRS, Wichtendahl R, Carvalho EIJ, Greco OT. Taquicardia mediada por marcapasos o por reentrada electrónica - una revisión. Relampa 2010;23(1):37-42.

**RESUMEN:** La estimulación cardíaca artificial se constituye en uno de los grandes avances tecnológicos en el área de la cardiología para el tratamiento de las bradiarritmias, sin embargo no está libre de complicaciones. La implantación de marcapasos bicamerales trajo una nueva e importante condición: la Taquicardia Mediada por Marcapasos o también denominada Taquicardia por Reentrada Electrónica. En este artículo, tratamos de actualizar el estado del arte sobre esa condición, sus causas y posibles formas de prevención.

**DESCRIPTORES:** marcapasos, taquicardia mediada por marcapasos, PVARP.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Melo CS, Montenegro RM, Greco OT, Greco RL. A importância da programação do PVARP (Período Refratário Atrial Pós-Evento Ventricular). Relampa 2009;22(1):23-6.
- 2 - 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.
- 3 - Marcapasso de A a Z. Celso Salgado de Melo, 1 edição - São Paulo: Casa Leitura Médica, 2010.
- 4 - Brito JR.HL, Gauch PRA, Oliveira SA. Taquicardias mediadas por marcapasso de dupla-câmara: Atualização. Rev Bras Marcapasso e Arritmia 1992;5(1/2): 03-14.
- 5 - Calfee RV. Pacemaker-mediated tachycardia: engineering solutions. PACE 1988;11:1917-28.
- 6 - Bertholet M, Materne P, Dubois C, et al. Artificial circus movement tachycardias: incidence, mechanisms, and prevention. PACE 1985;8:415-23.
- 7 - Den Dulk K, Lindemans FW, Wellens HJJ. Merite of various antipacemaker circus movement tachycardia features. PACE 1986;9:1055-62.
- 8 - Barold SS, Falkoff MD, Ong,LS, Heinle RA. Electrocardiography of contemporary DDD pacemakers. In: Sakse-nac S. & Goldschlager N. Electrical therapy for cardiac arrhythmias, Philadelphia, WB. Saunders, 1990, p.225-301.
- 9 - 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.
- 10 - Soldá R, Pimenta J, Pereira CB. Arq Bras Cardiol 1985;45(2):109-10.