

Taquicardias mediadas por marcapasso de dupla câmara: Atualização

Hélio Lima de BRITO JR.⁽¹⁾, Paulo Roberto de Almeida GAUCH⁽²⁾, Sérgio Almeida de OLIVEIRA⁽³⁾

REBRAMPA 78024-01

BRITO JR., H.L.; GAUCH, P.R.A.; OLIVEIRA, S.A. - Taquicardias mediadas por marcapasso de dupla câmara: Atualização. *Rev. Bras. Marcapasso e Arritmia*, 5(1/2): 03-14, 1992.

RESUMO: O marcapasso que é capaz de detectar a atividade atrial e deflagrar estímulos sincronizados em ventrículo, funciona como uma via acessória de condução entre átrios e ventrículos, estabelecendo condições para a existência de um circuito de reentrada. Assim, diversas formas de taquicardia podem ser mediadas pelos marcapassos de dupla câmara. Neste artigo é feita uma revisão de todos estes tipos de taquicardias.

DESCRIPTORES: arritmia, taquicardia, marcapasso artificial

INTRODUÇÃO

Diversas arritmias podem ser induzidas ou mediadas por marcapasso (MP). Recentemente¹² revisamos as arritmias induzidas por MP. Neste artigo abordaremos as taquicardias mediadas por marcapasso de dupla câmara (TMMP). O advento deste tipo de MP, capaz de sincronizar ondas P, representou um grande avanço no tratamento elétrico das bradiarritmias, restabelecendo o sincronismo atrioventricular normal. Por outro lado, a não diferenciação pelo circuito de sensibilidade atrial entre o ritmo sinusal e taquiarritmias supra-ventriculares, despolarização atrial retrógrada, miopotenciais esqueléticos, interferências elétricas externas, etc, possibilitou o surgimento de TMMP. A detecção de sinais pelo canal atrial do MP e a deflagração de estímulos ventriculares sincronizados é, na maioria dos casos, o mecanismo responsável por estas taquicardias. A utilização crescente dos MPs de dupla câmara e, conseqüentemente, o risco potencial de TMMP, tornam oportuno o conhecimento aprofundado acerca dos diversos fatores envolvidos na gênese destas arritmias, assim como de suas possíveis soluções.

TAQUICARDIA POR REENTRADA ELETRÔNICA (TRE)

O sistema de estimulação elétrica artificial capaz de detectar a atividade atrial espontânea e deflagrar um

estímulo em ventrículo após um intervalo AV programado, funciona como uma via acessória de condução²⁶. A existência desta via artificial, paralelamente ao nó atrioventricular e ao sistema His Purkinje, pode permitir a ocorrência de arritmia por mecanismo de reentrada. Na ausência de sincronismo atrioventricular normal, pode ocorrer condução retrógrada ventriculoatrial (geralmente após uma extra-sístole ventricular) e detecção desta pelo canal atrial do MP. A onda P retrógrada detectada inicia um intervalo AV do MP e, finalmente, deflagrar-se um estímulo no ventrículo. O batimento ventricular comandado pelo MP é conduzido retrogradamente para os átrios, sendo a onda P novamente detectada pelo canal atrial. Perpetuando-se o mecanismo descrito acima, dar-se-á origem a uma TRE.

Nesse circuito de reentrada, o sistema de estimulação artificial (MP + eletrodos) representa a via de condução anterógrada do estímulo, e o sistema de condução normal (ou um feixe anômalo) à via de condução retrógrada ventriculoatrial (VA). Desde 1968, CASTELLANOS e cols.^{14,15} já reconheciam a possibilidade de ocorrência deste tipo de arritmia nos MPs capazes de sincronizar onda P. Entretanto, os MPs de dupla câmara que surgiram no início da década de 60 (VAT)⁴⁴, apresentavam período refratário atrial longo (500 a 600ms), o que limitava a frequência ventricular máxima de estimulação e, ao mesmo tempo, na grande maioria

(1) Médico Assistente do Setor de Marcapasso e Arritmia do Serviço de Cirurgia Cardiovascular Prof. Dr. Sérgio Almeida de Oliveira, no ano de 1991.

(2) Médico Responsável pelo Setor de Marcapasso e Arritmia do Serviço de Cirurgia Cardiovascular Prof. Dr. Sérgio Almeida de Oliveira.

(3) Professor Associado do Departamento de Cardiopneumologia da FMUSP.

das vezes, impedia a detecção de onda P retrógrada^{3,25}. Assim, somente no início da década de 80, com o surgimento dos MPs de dupla câmara com período refratário atrial curto (VDD e DDD), foi que a TRE se tornou uma complicação clinicamente evidente e freqüente³. FURMAN & FISHER²⁶, DEN DULK e cols.¹⁷, e BATHEN e cols.⁹ publicaram inicialmente diversos casos de TRE. Taquicardia reentrante do MP, taquicardia reentrante artificial, taquicardia por movimento circular do MP, taquicardia por movimento circular artificial, "endless loop tachycardia", e taquicardia por reentrada eletrônica são denominações encontradas na literatura^{4, 17, 18, 25, 26, 47} para se referir à TMMP descrita anteriormente. Os autores de língua inglesa têm utilizado mais freqüentemente o termo "endless loop tachycardia". Neste artigo, adotaremos a denominação taquicardia por reentrada eletrônica (TRE).

As condições básicas necessárias para a ocorrência de TRE são as seguintes:

1º - O MP deve ser capaz de detectar a despolarização atrial e deflagrar um estímulo no ventrículo após o intervalo AV programado (modo VAT, VDD, DAT, DDD).

2º - Deve existir uma via de condução retrógrada VA, representada pelo sistema de condução normal (His - nó AV), ou por um feixe anômalo. A existência de um distúrbio na condução anterógrada pelo nó AV/His-Purkinje, não impede a presença de condução retrógrada VA. 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 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^{18, 51}. Em geral, 40 a 60%^{4, 34, 51} de todos os pacientes que se submetem ao implante de marcapasso apresentam condução retrógrada VA. A condução VA pode sofrer alterações na dependência do tônus autonômico, da freqüência sinusal espontânea, do uso de drogas, da freqüência de estimulação ventricular, do nível sérico de catecolaminas, e do nível de atividade física^{18, 26, 34, 37, 41, 42, 49, 51}. O tempo de condução VA pode variar de 83 a 500ms⁵¹, sendo em média 233 ± 31 ms nos casos com condução AV normal, e 300 ± 54 ms quando existe distúrbio na condução AV⁹. Geralmente com o aumento da freqüência de estimulação ventricular, o tempo de condução VA aumenta até que ocorra fenômeno de Wenckebach, ou bloqueio 2:1 retrógrado^{41, 42}. Na presença de feixe anômalo aparente, aproximadamente 100% dos casos apresentam condução VA³⁴. É importante lembrar que, mesmo na ausência de feixe anômalo aparente, pode existir condução VA através de feixe oculto¹. Nesses casos o tempo de condução VA freqüentemente é constante¹.

3º - É imperativo que o tempo de condução VA seja maior que o período refratário atrial pós-evento ventricular (PRAPEV), para que seja possível a detecção da onda P

retrógrada pelo canal atrial do MP. Além disto, a onda P retrógrada deve ter amplitude suficiente para ser detectada pelo circuito de sensibilidade do MP.

Os fatores desencadeantes de TRE são apresentados na Tabela I.

Na presença de sincronismo AV normal (despolarização ventricular 120 a 250ms após a despolarização atrial), não há condução retrógrada VA, pois os átrios e a junção AV se encontram em período refratário¹³. Entretanto, existem diversos fatores capazes de alterar este sincronismo AV normal e, conseqüentemente, permitir a despolarização atrial retrógrada com indução de TRE.

TABELA I

TRE — FATORES DESENCADEANTES

- Extra-sístoles ventriculares
- Extra-sístoles atriais
- Falha de comando atrial
- Falha de sensibilidade atrial
- Modo VDD (ou VAT) com freqüência ventricular mínima programada maior que a freqüência atrial espontânea
- Intervalo AV programado muito longo
- Aumento da freqüência atrial espontânea acima da freqüência ventricular máxima de estimulação-comportamento tipo pseudo-Wenckebach
- Aumento da freqüência atrial espontânea acima do limite estabelecido pelo algoritmo de "Rate-Smoothing"
- Detecção pelo canal atrial de interferência eletromagnética, miopotenciais, ou artefatos produzidos por estimulação torácica
- Aplicação e remoção de ímã
- Soco precordial
- Extensão automática excessiva do período refratário atrial após EV, modo DVI (ou VVI) temporário após EV
- Mudança de modo de estimulação
- Modo "Fall-back" de resposta a elevações da freqüência atrial espontânea
- Estimulação atrial sincronizada ("AVT") (*)
- Detecção de QRS pelo canal atrial (**)

TRE - Taquicardia por reentrada eletrônica

(*) - Relaciona-se com um tipo especial de TRE "Ortodrômica" (vide texto)

(**) - Relaciona-se com um tipo especial de TRE no qual as vias de condução anterógrada e retrógrada são representadas pelo sistema de estimulação artificial (vide texto)

As extra-sístoles ventriculares (não precedidas de despolarização atrial) podem ser seguidas de condução VA e representam o fator desencadeante de TRE mais comumente encontrado^{3, 4, 6, 9, 13, 20, 24, 26, 51}. (Figuras 1 e 2).

As extra-sístoles atriais (EA) podem desencadear TRE através de dois mecanismos^{9, 13, 20, 27, 37}. No primeiro, a EA incide fora do PRAT e é detectada pelo MP. Após a detecção da mesma, inicia-se o intervalo AV programado, ao fim do qual 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

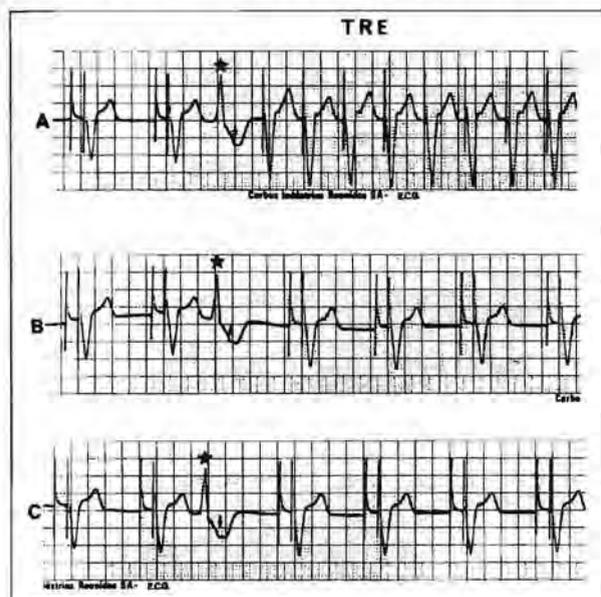


Figura 1 - Paciente portador de doença do nó sinusal e distúrbio da condução atrioventricular, submetido à implante de marcapasso DDD (CPI, modelo 937 - DELTA TRS). Programação inicial (A): Frequência mínima = 60 ppm, limite superior de frequência = 125ppm, intervalo AV = 150ms e PRAPEV = 150ms. Em A, observa-se indução espontânea TRE após uma extra-sístole ventricular (*) seguida de P retrógrada (P*) com condução VA maior que 150ms. Em B, o PRAPEV é aumentado para 200ms e a extra-sístole ventricular (*) não induz TRE, pois a condução VA é menor que 200 ms e a P retrógrada (P*) incide dentro do PRAPEV. Em C, o PRAPEV é novamente programado em 150ms, mas programa-se também a extensão automática do mesmo para 400ms após EV (*); novamente, não há indução de TRE pela EV (*) pois a P retrógrada (P*) não é detectada pelo canal atrial do MP. Observar que a frequência da TRE em A é igual ao limite superior da frequência (125ppm).

para separar os eventos atrial e ventricular de forma a permitir a condução retrógrada VA (Figura 3). Outra possibilidade, é a não detecção da EA, ou porque esta é muito precoce e incide dentro do PRAT, ou porque ocorre falha de sensibilidade. Desta forma, ao término do intervalo de escape (VA) do MP, este 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

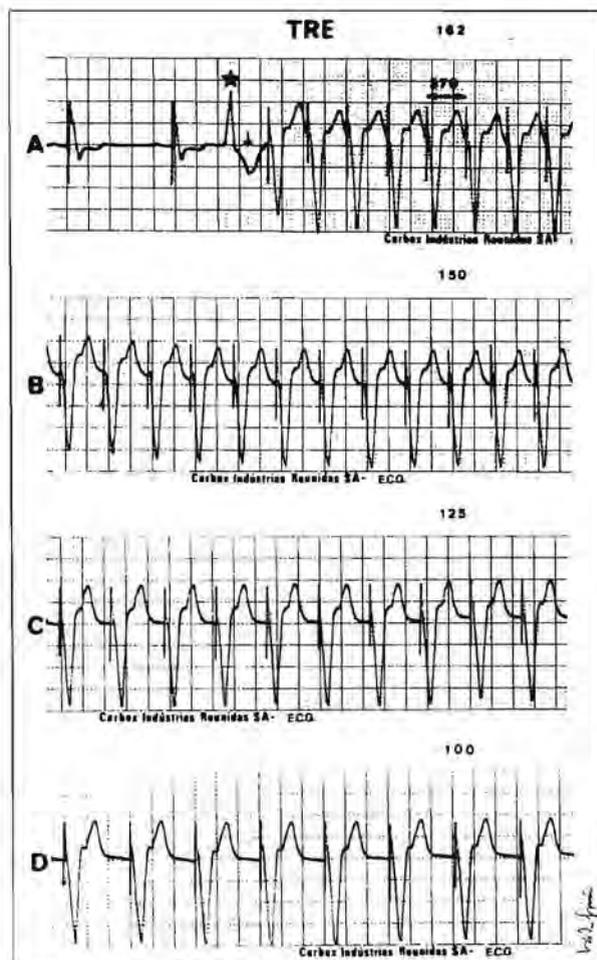


Figura 2 - TRE induzida espontaneamente por uma EV (*) seguida de onda P retrógrada (P*). O marcapasso (CPI, modelo 937-DELTA TRS) apresenta a seguinte programação: frequência mínima de 60 ppm e máxima de 175 ppm (A), 150 ppm (B), 125 ppm (C) e 100 ppm (D); intervalo AV de 150 ms e PRAPEV de 150 ms. Observar que em B, C e D a frequência da TRE é igual à frequência ventricular máxima, e em A a frequência da TRE é de 162 ppm (equivalente a 370 ms), portanto menor que a frequência ventricular máxima (175 ppm). Nestes casos, o tempo de condução VA pode ser determinado subtraindo-se do intervalo de ciclo da TRE o intervalo AV programado (370-150=220ms).

suficientemente separados, pode ocorrer condução VA e indução de TRE.

Não havendo despolarização atrial por falha de comando atrial do MP, pode ocorrer condução VA a partir da estimulação ventricular e indução de TRE^{9, 13, 36} (Figura 4). Por outro lado, uma falha de sensibilidade atrial pode gerar uma pseudo-falha de comando e, conseqüentemente, condução VA e TRE^{9, 13, 37} (Figura 5). É importante salientar que a falha de sensibilidade pode ser intermitente, ou seletiva para as ondas P anterógradas (sinusais), o que não impede a detecção de ondas P retrógradas e TRE.

No modo de estimulação VDD (ou VAT) com frequência ventricular mínima programada maior que a frequência atrial espontânea, o MP emite um estímulo

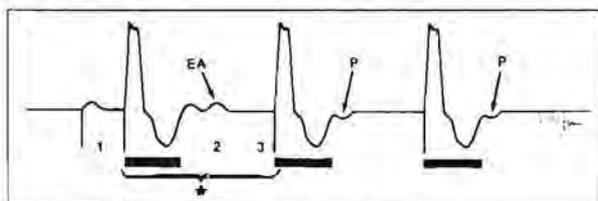


Figura 3 - Diagrama ilustrando a indução de TRE por uma extra-sístole atrial (EA). A EA é detectada pelo canal atrial do MP (2) e gera uma extensão do intervalo AV (3) para que se complete o intervalo de frequência ventricular máxima (*). Ao final deste, o MP deflagra um estímulo em ventrículo, este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

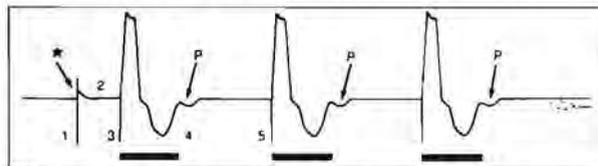


Figura 4 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através de uma falha de comando atrial (*). O estímulo atrial (1) apresenta falha de comando (*), segue-se o intervalo AV programado (2), ao final deste o MP deflagra um estímulo em ventrículo (3), e, finalmente, o batimento ventricular é seguido de onda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

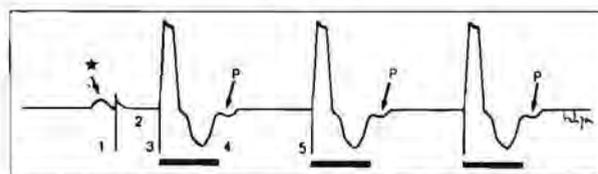


Figura 5 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através de uma falha de sensibilidade atrial (*). Ao término do intervalo VA, o MP emite um estímulo em átrio (1) o qual não se acompanha de comando atrial (pseudo-falha de comando). Após o intervalo AV (2) o MP estimula o ventrículo (3), ocorre onda P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

ventricular ao término do intervalo de escape e, uma vez que não ocorreu despolarização atrial prévia, pode ocorrer condução VA e TRE^{9,37}.

Em determinados casos, a programação de um intervalo AV muito longo (> 250ms) pode ser o suficiente para permitir a recuperação do miocárdio atrial e da junção AV, possibilitando condução VA e TRE⁷.

Quando ocorre aumento da frequência atrial espontânea acima da frequência ventricular máxima de estimulação (ou limite superior da frequência), há aumento progressivo do intervalo AV programado, até que uma determinada onda P não é seguida de estimulação ventricular (comportamento tipo "pseudo-Wenckebach"). Estes incrementos progressivos de intervalo AV podem permitir separação dos eventos atrial e ventricular de forma a possibilitar condução VA e TRE^{13,18,20}. Quanto maior for a "janela de Wenckebach" (diferença entre intervalo de frequência ventricular máxima e PRAT), maior a extensão possível do intervalo AV e, conseqüentemente, a chance de condução VA e TRE.

Alguns MPs são dotados de algoritmo de "rate-smoothing". Este impede variações na frequência de

estimulação atrial e ventricular de um ciclo para outro acima de determinado percentual programado (ex. 3,6,12,5 ou 25%). 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 este limite. Este incremento do intervalo AV pode resultar em condução VA e TRE^{13,20}.

Potenciais não decorrentes da despolarização atrial (miopotenciais, interferências eletromagnéticas, artefatos etc.) podem ser detectados pelo circuito de sensibilidade atrial e interpretados como ondas P^{4,7,9,13,20,24,28,38,37,39,43}.

Nestas situações, o MP deflagra estímulos sincronizados em ventrículo, os quais podem ser conduzidos retrogradamente para os átrios e induzir TRE (Figura 6).

Os sistemas bipolares estão praticamente isentos de interferências por miopotenciais peitorais^{8,28}. Todavia, os artefatos produzidos por estimulação torácica externa e interferências eletromagnéticas podem alterar o funcionamento de sistemas unipolares e bipolares⁵. O aprimoramento tecnológico a nível dos filtros do circuito de sensibilidade deve resolver grande parte destes problemas⁸.

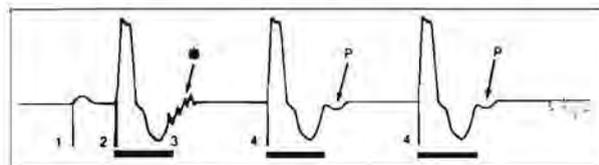


Figura 6 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através de miopotencial esquelético (ou interferência eletromagnética) (*). Este sinal é detectado pelo canal atrial do MP (3) e gera um estímulo ventricular (4) após o término do intervalo de frequência ventricular máxima. O batimento ventricular é seguido de onda P retrógrada induzindo-se a TRE.

Através da aplicação de um ímã sobre um MP programado no modo VDD (ou VAT), este reverte para o modo VOO (estimulação 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^{13,20,37,47} (Figura 7).

Após a colocação de um ímã sobre um MP programado no modo DDD, este reverte para o modo DOO, ou VOO dependendo do modelo. Na primeira situação, pode ocorrer falha de comando no átrio, caso a espícula incida no período refratário do mesmo. Como vimos anteriormente, esta pseudo-falha de comando atrial pode gerar condução VA e induzir TRE, após a remoção do ímã. Na segunda situação (VOO), pode ocorrer indução de TRE pelo mecanismo discutido na Figura 7.

O soco no precórdio pode desencadear extra-sístoles ventriculares e estas podem induzir TRE^{18,28}.

A extensão automática do PRAPEV após EV e a estimulação no modo DVI (ou VVI) temporária após EV

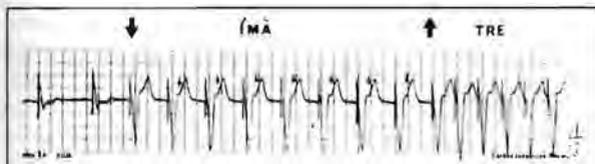


Figura 7 - MP programado no modo VDD, com frequência mínima de 60 ppm e máxima de 175 ppm, intervalo AV de 150ms, e PRAPEV de 150ms. Com a colocação de um fMÃ sobre o MP (↓), este reverte para o modo VOO com captura retrógrada dos átrios (↓). Após a remoção do fMÃ (↑), há indução de TRE através da detecção das ondas P retrógradadas.

foram desenvolvidas para se evitar a indução de TRE após uma EV. Todavia, paradoxalmente, podem atuar como fatores desencadeantes de TRE^{4, 7, 20, 23, 32, 39}.

Se após uma EV seguida de condução retrógrada, ocorre extensão do PRAPEV para um valor maior que o tempo de condução VA, não há detecção da onda P retrógrada nem indução de TRE. Por outro lado, se ocorre extensão excessiva do PRAPEV, 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 TRE no ciclo seguinte, por mecanismo já discutido anteriormente.

O modo DVI temporário após EV, também chamado de modo "DDX", foi desenvolvido com o propósito de se evitar a detecção de eventual onda P retrógrada após uma EV. Entretanto, este modo também pode gerar pseudo-falha de sensibilidade de onda P sinusal, pseudo-falha de comando atrial e, finalmente, TRE a partir do ciclo seguinte (Figura 8). O modo VVI temporário após EV, via de regra, apenas retarda o início da TRE para o próximo ciclo (Figura 9).

Através da mudança de modo de estimulação, por exemplo, de VVI para DDD, em presença de P retrógrada, pode ocorrer indução de TRE¹³.

Alguns MPs de dupla câmara apresentam o modo "fall-back" de resposta a elevações da frequência atrial espontânea. Há reversão temporária para um modo de estimulação previamente programado (VOO, VVI etc), quando a frequência atrial se eleva acima de determinado valor. Quando a frequência atrial cai, o MP volta para o modo de estimulação que sincroniza onda P; caso tenha ocorrido captura retrógrada dos átrios durante a estimulação temporária, pode ocorrer indução de TRE²⁰.

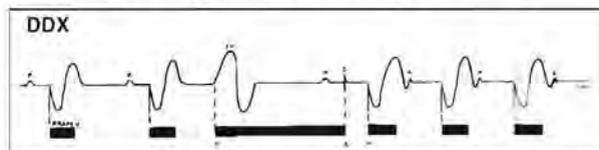


Figura 8 - Diagrama ilustrando a indução de TRE através do modo DDX. Após uma EV o PRAPEV se estende até o término do intervalo VA; ao final deste o MP emite um estímulo (S) em átrio, o qual apresenta pseudo-falha de comando em decorrência da onda P sinusal prévia não detectada (pseudo-falha de sensibilidade). Após o intervalo AV o MP deflagra um estímulo em ventrículo (V) que é seguido de onda P retrógrada (*), induzindo-se a TRE.

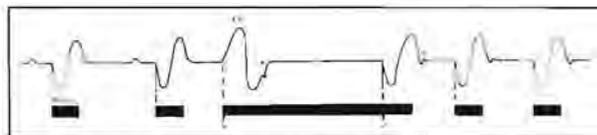


Figura 9 - Diagrama ilustrando a indução de TRE no modo VVI temporário após EV. O MP reverte para o modo VVI por 1 ciclo após a detecção de uma EV. Ao final do intervalo de escape (VV), o MP emite um estímulo em ventrículo (V), este é seguido de onda P retrógrada, e ocorre indução de TRE.

Alguns MPs apresentam estimulação atrial sincronizada, modo especial de funcionamento proposto por ELMQVIST²⁴. Também chamado de "DDD (E)" ou "AVT" temporário. Foi desenvolvido para bloquear a condução retrógrada VA após uma EV, através da pré-excitação da musculatura atrial e de junção AV pelo estímulo atrial sincronizado com a EV. Paradoxalmente, uma forma especial de TRE "ortodrômica" foi demonstrada por DEN HEIJER e cols.²¹ com este modo de funcionamento. Neste caso, a condução retrógrada era representada pelo sistema de estimulação artificial (estímulo atrial sincronizado), e a anterógrada pelo sistema de condução AV do paciente com BAV de 1º grau. Este retardo na condução AV permitia que o QRS subsequente fosse detectado fora do período refratário do canal ventricular. É importante lembrar que a TRE clássica é do tipo "anti-drômica", ou seja, a condução anterógrada se faz pelo sistema de estimulação artificial e a retrógrada pelo sistema de condução VA do paciente, o inverso do caso acima. No caso descrito por DEN HEIJER e cols.²¹, ocorreu falha de sensibilidade atrial, condução AV espontânea com BAV de 1º grau, reconhecimento do QRS como EV pelo MP e estímulo atrial sincronizado seguido de captura. Seguiu-se nova condução AV espontânea com BAV de 1º grau, fechando-se o circuito de reentrada. Teoricamente, uma EV em presença de condução AV espontânea com BAV de 1º grau, também poderia induzir este tipo especial de TRE⁷.

A detecção de QRS pelo canal atrial do MP pode ser responsável por um tipo especial de TRE^{22, 37, 46} na qual não é necessária a condução VA, e o circuito de reentrada (vias anterógrada e retrógrada) limita-se ao sistema de estimulação artificial. Para que isto seja possível, o PRAPEV deve ser muito curto e a sensibilidade atrial elevada. Ocorre dissociação AV durante este tipo de TRE.

Recentemente, BRANDT e cols.¹¹ demonstraram que em 35% de 119 pacientes submetidos à implante do MP de dupla câmara unipolar, era possível a detecção do complexo QRS pelo canal atrial.

Teoricamente, dois mecanismos adicionais poderiam ser responsáveis por este tipo especial de TRE (vias anterógrada e retrógrada representadas pelo sistema de estimulação). Primeiro, detecção pelo canal atrial de pós-potencial (voltagem de polarização) da espícula ventricular; segundo, detecção pelo canal atrial de onda

T. Entretanto, não têm sido publicados casos de TRE cujos mecanismos responsáveis sejam comprovadamente os descritos acima.

DIAGNÓSTICO DE TRE

A condução retrógrada VA é condição básica (com raras exceções) para ocorrência de TRE. O reconhecimento daquela estabelece portanto um potencial para o desenvolvimento de TRE. Assim, todo paciente candidato a implante de MP de dupla câmara, deve ser submetido a um estudo da condução retrógrada durante a cirurgia. Através da estimulação do ventrículo direito com freqüências progressivamente mais elevadas, e do registro simultâneo do eletrograma atrial endocavitário, pode-se detectar a presença e o tempo de condução VA (Figura 10). Deve-se considerar o maior tempo encontrado. A freqüência ventricular que induz Wenckebach, ou bloqueio 2:1 retrógrado, também deve ser determinada. A ausência de condução VA durante o implante não significa inexistência de uma via de condução retrógrada. Esta pode sofrer alterações por diversos fatores conforme visto anteriormente. Após o implante do MP, pode-se realizar uma avaliação não invasiva da condução retrógrada. Alguns MPs permitem analisar o eletrograma atrial endocavitário por telemetria, através do programador e de um registrador. Outro recurso disponível em vários MPs são os marcadores de eventos (sentidos/comandados/períodos refratários etc) obtidos por telemetria. Através do registro simultâneo dos mesmos

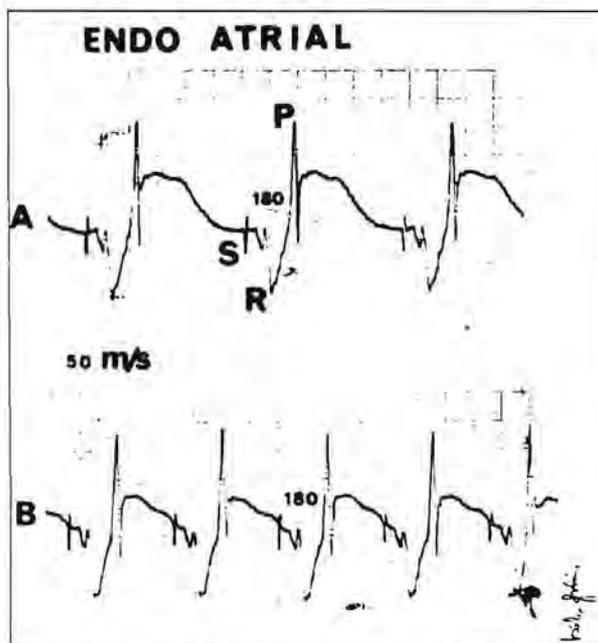


Figura 10 - Eletrograma atrial endocavitário durante estimulação do VD. Avaliação da condução retrógrada VA, realizada durante cirurgia de implante de marcapasso DDD. Em A, a freqüência de estimulação é de 100 ppm, e o tempo de condução VA é de 180 ms. Em B, a freqüência é de 150 ppm, e o tempo de condução VA não sofre variação. (S = estímulo do MP externo, R = despolarização ventricular, P = despolarização atrial retrógrada).

e de uma derivação eletrocardiográfica, é possível a determinação precisa do tempo de condução VA (Figura 11). O próprio ECG convencional pode ser útil na identificação da onda P retrógrada, embora seja difícil uma avaliação precisa do tempo de condução VA (Figuras 1, 2, 7, 11 e 12). A derivação esofágica também pode ser utilizada para identificação da onda P retrógrada e determinação do tempo de condução VA. Após a indução da TRE, o tempo de condução VA pode ser determinado diminuindo-se do intervalo de ciclo da taquicardia o intervalo AV programado, isto se a freqüência da TRE for menor que a freqüência ventricular máxima programada (Figura 2). Quando são iguais (maioria dos casos), o mesmo cálculo não pode ser realizado pois o grau de extensão do intervalo AV não pode ser determinado.

Se após o implante de MP de dupla câmara surgem sintomas tais como: palpitações, angina no peito, ou relacionadas com ICC, dentre as hipóteses diagnósticas deve-se incluir a TRE⁷.

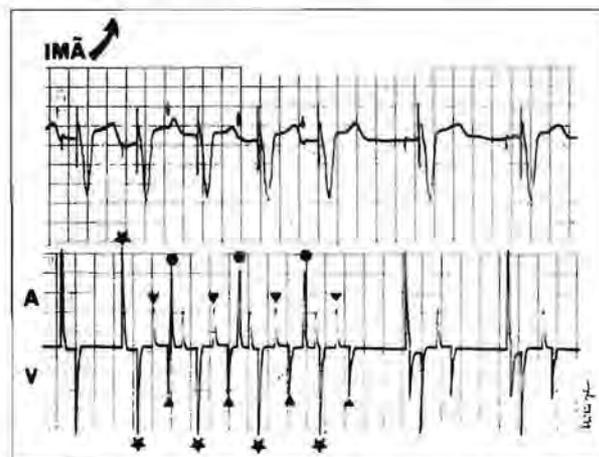


Figura 11 - TRE com fenômeno de Wenckebach retrógrado. Paciente portador de BAVT submetido a implante de marcapasso DDD (CPI, modelo 937-DELTA TRS). Programação: freqüência mínima = 60 ppm, limite superior de freqüência = 100 ppm, intervalo AV = 150 ms, PRAPEV = 150 ms, período refratário ventricular (PRV) = 300 ms, amplitude de pulso (atrial e ventricular) = 2,5V, largura de pulso atrial = 0,1 ms, largura de pulso ventricular = 0,5 ms, sensibilidade atrial = 1,0 mV e sensibilidade ventricular = 2,0mV. Nesta programação ocorre falha de comando atrial e, após remoção do ímã (▲), detecção da onda P retrógrada (●) pelo canal atrial do MP e indução de TRE. No traçado superior temos o registro de uma derivação (DII) do ECG. No traçado inferior temos o registro das marcas de eventos transmitidas pelo programador. (A = marcas de eventos atriais, B = marcas de eventos ventriculares, (*) = estímulos (atrial e ventricular) do MP, (▼) = término do PRAPEV, (▲) = término do PRV, (●) = detecção de P retrógrada pelo canal atrial). Observar que ocorre reversão espontânea da TRE por fenômeno de Wenckebach na condução retrógrada.

Ocasionalmente, a ocorrência espontânea da TRE pode ser registrada através de ECG convencional ou sistema Holter 24h. Por outro lado, existem diversas formas de indução de TRE (Tabela II) que podem ser utilizadas para estabelecer o diagnóstico da mesma, e orientar a conduta a ser tomada para preveni-la. Os

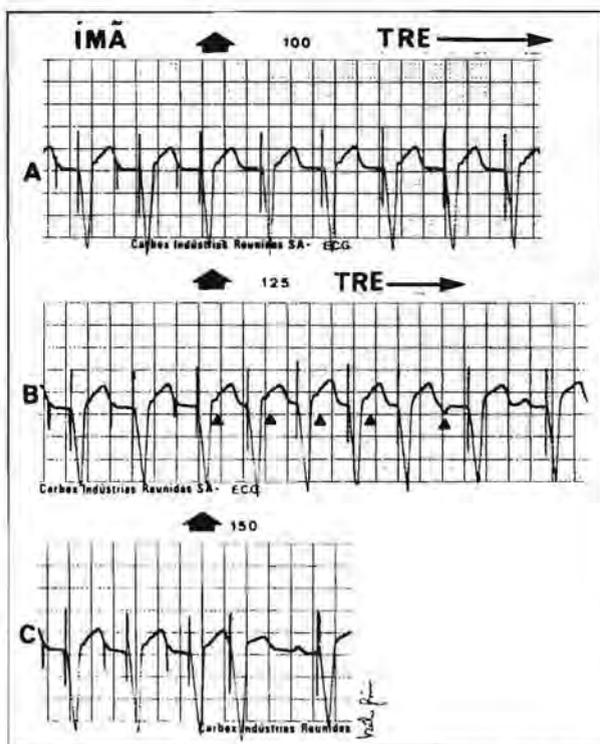


Figura 12 - Marcapasso de dupla câmara (CPI, modelo 937-DELTA TRS) com frequência mínima de 60 ppm, e máxima de 100 ppm (A), 125 ppm (B) e 150 ppm (C). O intervalo AV é de 200 ms e o PRAPEV de 150 ms. O MP foi programado no modo DDD com energia do pulso atrial abaixo do limiar de comando, induzindo-se desta forma captura atrial retrógrada. Após a remoção do ímã (↑) observa-se indução de TRE, sustentada em A, e não sustentada em B em decorrência do Wenckebach retrógrado (▲). Em C, não há indução de TRE pois ocorre bloqueio VA logo após o 1º estímulo ventricular com frequência de 150 ppm.

mecanismos pelos quais estes diversos modos de indução atuam já foram discutidos anteriormente quando analisamos os fatores desencadeantes de TRE. Na prática, a programação do modo DDD com falha de comando atrial (ou modo VDD) e a aplicação e remoção de ímã, são as formas mais freqüentemente empregadas para indução de TRE na clínica de marcapasso (Figuras 7, 11 e 12).

Geralmente a frequência da TRE é igual à frequência ventricular máxima programada. Entretanto, existem casos descritos na literatura³ de TRE com frequência menor que a frequência ventricular máxima. Nesses casos, a soma do tempo de condução VA e o intervalo AV programado é maior que o intervalo de frequência ventricular máxima (Figura 2,A).

REVERSÃO DA TRE

A TRE pode apresentar reversão espontânea ou induzida (Tabela III). O circuito de reentrada da TRE pode ser interrompido na via de condução anterógrada (sistema de estimulação artificial) ou retrógrada (condução VA).

TABELA II

TRE — FORMAS DE INDUÇÃO

- Programação do modo DDD com falhas de comando atrial (ou modo VDD), com PRAPEV curto, alta sensibilidade atrial e frequência mínima maior que a frequência sinusal^(11, 23, 25)
- Aplicação e remoção de ímã^(12, 20, 23, 25)
- Estimulação torácica, assíncrona ou programada^(11, 26, 26, 32)
- Manobras isométricas nos marcapassos unipolares^(11, 23, 25, 26)
- Teste de esforço para aumentar a frequência sinusal acima da frequência ventricular máxima⁽¹¹⁾
- Programação de intervalo AV máximo⁽²⁹⁾
- Soco precordial para induzir extra-sístole ventricular^(11, 30)

TRE - Taquicardia por reentrada eletrônica

PRAPEV - Período refratário atrial pós evento ventricular

TABELA III

TRE — REVERSÃO

- | | |
|----------------|--|
| A - ESPONTÂNEA | <ul style="list-style-type: none"> - Bloqueio retrógrado VA - Extra-sístole ventricular |
| B - INDUZIDA | <ul style="list-style-type: none"> - ímã - Programação - Massagem dos seios carotídeos - Manobras isométricas (miopotenciais) - Estimulação torácica externa - Soco precordial - Drogas - Algoritmos de detecção e reversão de TRE |

TRE - Taquicardia por reentrada eletrônica

A reversão espontânea da TRE pode ocorrer por bloqueio retrógrado na condução VA. Este bloqueio freqüentemente ocorre por fadiga do sistema de condução e, em geral, é mais freqüente com freqüências de estimulação mais elevadas^{7, 18} (Figuras 11 e 12). 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 precoce⁶.

A aplicação de um ímã sobre o MP representa o modo mais fácil de reversão da TRE. Sob a ação do mesmo, o MP é temporariamente revertido para o modo assíncrono (DOO ou VOO), não havendo estimulação ventricular sincronizada com a onda P

retrograda, interrompendo-se o circuito de reentrada na via anterógrada³⁷. Todavia, o ímã pode não ser eficaz na reversão da TRE. As possíveis causas de falha são: 1 - MP programado no modo VDD (ou VAT), durante a ação de um ímã reverte para VOO, com interrupção temporária da TRE, mas com persistência da condução retrograda VA, e, após remoção do ímã, a TRE é reiniciada; 2 - MP programado no modo DDD com falha de comando atrial, sob ação de um ímã, reverte para DOO, mas estimula efetivamente somente os ventrículos ("VOO") - da mesma forma que no caso anterior, a TRE pode ser reiniciada após remoção do magneto; 3 - MP programado no modo DDD mas, por característica própria, sob ação de um ímã reverte para VOO - como nos casos anteriores pode ocorrer reversão apenas temporária da TRE; 4 - MP com o modo magnético desligado ou, por característica própria, não modifica o modo de funcionamento sob a ação de um ímã; e 5 - pacientes muito obesos nos quais a ação do ímã pode ser dificultada pela presença de grande quantidade de tecido adiposo entre o mesmo e o MP.

A massagem dos seios carotídeos pode reverter uma TRE através de bloqueio na condução VA caso esta se faça pelo nó AV¹⁷.

Quando o programador externo do MP está disponível, a reversão da TRE pode ser facilmente obtida (Figura 13). Neste sentido, as seguintes operações podem ser realizadas: 1 - Aumento máximo do PRAPEV para que a onda P retrograda não possa ser detectada

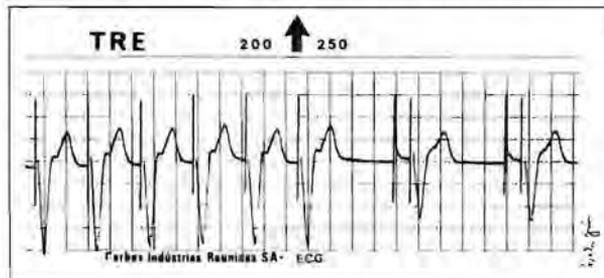


Figura 13 - Reversão de TRE através da programação do PRAPEV. Na 1ª parte do traçado observa-se TRE com frequência de 125 ppm (Programação do marcapasso: frequência mínima = 60 ppm, limite superior de frequência = 125 ppm, intervalo AV = 150ms e PRAPEV = 200ms). No meio do traçado o PRAPEV é aumentado para 250 ms (↑), a P retrograda deixa de ser detectada e interrompe-se a TRE. Observe que o programador deste MP (CPI, modelo 937 - DELTA TRS) não exerce efeito magnético sobre o mesmo.

pelo canal atrial; 2 - Redução máxima de sensibilidade atrial para que a onda P retrograda não tenha amplitude suficiente para ser detectada; e, 3 - Programação de um modo de estimulação que não seja capaz de sincronizar ondas P (ex: DVI, ou VVI)⁷.

Caso as medidas anteriores não sejam possíveis, ou não tenham sido eficazes, outros métodos de reversão podem ser utilizados. A indução de miopotenciais⁶, através de manobras isométricas, pode ser utilizada nos sistemas unipolares. A reversão da TRE se baseia na

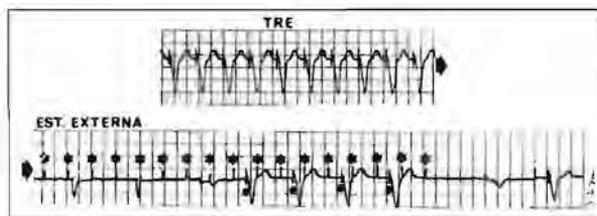


Figura 14 - No traçado superior, observa-se TRE em marcapasso BIOTRONIK, modelo DIPLOS 05) com a seguinte programação: frequência mínima de 62 ppm e máxima de 150 ppm, PRAT de 400ms, e intervalo AV de 200 ms. Na 1ª metade do traçado inferior, ocorre reversão da TRE através da estimulação torácica externa (*). Os 8 primeiros estímulos (*) são detectados pelo canal ventricular do MP, inibindo-se o mesmo. Os estímulos subsequentes (*), com frequência ligeiramente acima de 150 ppm, passam a ser detectados apenas pelo canal atrial do MP, desencadeando uma pseudo-TRE com resposta ventricular tipo 2:1.

detecção de miopotencial pelo canal ventricular, como se fosse um complexo QRS, e inibição do pulso ventricular subsequente interrompendo-se o ciclo do TRE.

Outra técnica de reversão baseia-se na estimulação torácica externa através de um estimulador programável⁸ (Figura 14). Através de eletrodos cutâneos, pode-se emitir pulsos de energia e, eventualmente, intervalo de acoplamento variáveis. Estes pulsos devem ter energia suficiente para que sejam detectados pelo canal ventricular do MP e desta forma inibi-lo. É importante lembrar que esta técnica também tem sido utilizada para a indução de TRE⁵. Nesta situação porém, os pulsos devem ter energia suficiente para que sejam detectados apenas pelo canal atrial.

A indução de extra-sístoles ventriculares, através de soco-precordial, foi utilizada para reversão de TRE em alguns pacientes obtendo-se bons resultados⁹. O soco no precórdio pode induzir extra-sístoles atriais ao invés de ventriculares, principalmente quando aplicado na região média do esterno¹⁶, e, desta forma, também pode reverter uma TRE⁶. Se a despolarização atrial é muito precoce, esta não é detectada pelo MP e não há estimulação ventricular sincronizada com a mesma. Por outro lado, há bloqueio na condução retrograda por período refratário atrial, interrompendo-se a TRE. Entretanto, a eficácia e a segurança desta técnica ainda não estão completamente estabelecidas.

Diversas drogas (beta-bloqueadores, bloqueadores de cálcio, quinidina, disopirâmida, procainamida, flecainida entre outros) poderiam ser utilizadas com o intuito de se bloquear a condução retrograda VA e reverter a TRE^{7,18,19,37}. Entretanto, a eficácia destas drogas na indução de bloqueio VA é variável. Além disto, pode ocorrer apenas retardo na condução o que facilitaria a detecção da onda P retrograda e a manutenção da TRE. Por outro lado, a TRE é um distúrbio eletrônico iatrogênico, e não uma arritmia cardíaca propriamente dita. A sua reversão (e prevenção) deve ser fundamentada na modificação dos parâmetros eletrônicos de estimulação artificial. O MP deve ser adequadamente ao paciente, não o contrário.

Alguns MPs são dotados de algoritmo para detecção e reversão automática de TRE^{23, 32, 35, 48}.

PREVENÇÃO DE TRE (TABELA IV)

Através da programabilidade e dos recursos especiais presentes nos MPs disponíveis atualmente, pode-se evitar a TRE em virtualmente todos os casos. Obviamente, o índice de sucesso neste sentido dependerá do grau de conhecimento sobre os mecanismos envolvidos na gênese da TRE, e do modo de funcionamento de cada modelo de MP.

Através de programação do PRAPEV pode-se prevenir a TRE na maioria dos casos, sendo este o modo mais simples e eficaz de evitá-la (ex: Figura 1,B). Quando se conhece o tempo de condução VA, recomenda-se programar o PRAPEV para um valor 50ms maior (tempo de condução VA + 50ms)³⁶. Não se conhecendo este tempo, ou quando a condução VA não está presente no momento de análise, um PRAPEV de 300 a 350ms protege contra TRE na maioria dos casos^{24, 28, 36}. Cabe lembrar que a soma do intervalo AV programado e do PRAPEV representa o período refratário atrial total (PRAT). Este limita a frequência máxima de estimulação 1:1. Exemplificando, programando-se um intervalo AV de 200ms e um PRAPEV de 400ms, obtém-se um PRAT

de 600ms e uma frequência máxima de estimulação 1:1 de 100 ppm. Desta forma, frequências atriais acima de 100 bpm serão seguidas de estimulação ventricular com bloqueio AV tipo 2:1, 3:1 etc. Nos pacientes com condução retrógrada lenta seria necessário um PRAPEV muito longo, o que limitaria a frequência máxima de estimulação 1:1. Portanto, ao se programar o PRAPEV para prevenir TRE, deve-se considerar que nível de frequência seria ideal para uma melhor performance cardiovascular do paciente em questão. Caso esta frequência venha a ser maior do que a permitida pelo PRAT, outras soluções devem ser procuradas.

Reduzindo-se o intervalo AV programado sem alterar o PRAPEV, obtém-se um PRAT menor e um maior limite de estimulação 1:1^{13, 20, 24}. Entretanto, ocasionalmente, um intervalo AV curto pode ser satisfatório do ponto de vista hemodinâmico após uma onda P espontânea, mas não após uma onda P comandada. Este problema pode ser solucionado nos MPs que apresentam histerese do intervalo AV ("AV delay fall-back") e PRAPEV programáveis^{24, 31, 50}. Nestes casos, o intervalo AV após uma onda P espontânea é menor do que após uma onda P comandada, sendo esta diferença em geral programável. Desta forma, o PRAT (intervalo AV + PRAPEV) também é menor após ondas P sentidas, e, conseqüentemente, a frequência máxima de estimulação 1:1 um pouco maior. Ao mesmo tempo, com o encurtamento do intervalo AV há um maior benefício hemodinâmico durante as elevações espontâneas da frequência atrial no esforço³¹.

É sabido que, em condições normais, o intervalo PR se encurta com o aumento da frequência cardíaca durante o exercício físico, e que isto se traduz por um melhor desempenho hemodinâmico³³. Alguns MPs são capazes de encurtar progressivamente o intervalo AV à medida que a frequência atrial espontânea se eleva (intervalo AV dinâmico, fisiológico, ou adaptativo)¹³. Mantendo-se inalterado o PRAPEV, o PRAT diminui à medida que o intervalo AV encurta, possibilitando estimulação 1:1 com frequência mais elevada, ao mesmo tempo em que se obtém melhores resultados hemodinâmicos^{7, 38}.

Através da programação do nível de sensibilidade do canal atrial é possível, em alguns pacientes, evitar a detecção de onda P retrógrada de forma seletiva^{13, 19, 40}. Nestes casos, a onda P anterógrada tem amplitude maior, o que permite um nível de sensibilidade intermediário no qual esta é detectada e aquela não⁴⁰. Afóra isto, ainda não existem métodos adequados e práticos de diferenciação morfológica entre onda P anterógrada e retrógrada¹³. Talvez no futuro se desenvolva uma metodologia específica neste sentido para ser implementada nos MPs de dupla câmara^{37, 48}.

Os sistemas de estimulação artificial que sentem de forma bipolar são virtualmente imunes às interferências por miopotenciais esqueléticos^{4, 8, 28, 29}. Desta forma, é possível reduzir a frequência de TRE desencadeada por este mecanismo. Além disto, é remota a possibilidade de

TABELA IV

TRE — PREVENÇÃO

A - Medidas que impedem a ocorrência de TRE:

- PRAPEV maior que o tempo de condução ventriculoatrial
- Diferenciação entre onda P anterógrada e retrógrada
- Sistemas bipolares

B - Medidas que reconhecem fatores desencadeantes e previnem a TRE

- Extensão automática do PRAPEV (após EV, durante aplicação de ímã, durante reversão assíncrona por interferência)
- Modo "DDX" (ou DVI temporário após EV)
- Modo "DDD (E)" (ou AVT temporário após EV)

C - Medidas que tornam a TRE não sustentada

- Programação de um limite superior de frequência mais elevado
- Algoritmos de detecção e reversão da TRE

TRE - Taquicardia por reentrada eletrônica

PRAPEV - Período refratário atrial por evento ventricular

EV - Extra-sístole ventricular

detecção de QRS pelo canal atrial se o sistema for bipolar^{4, 10, 29}, eliminando-se, assim, aquele tipo especial de TRE discutido anteriormente.

Os MPs atuais em geral apresentam o recurso de extensão automática do PRAPEV (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 comandado⁴. Este processo dura um ciclo apenas, retornando o PRAPEV para o seu valor normal programado no ciclo seguinte. O fator desencadeante de TRE mais freqüente é uma EV com condução retrógrada VA. Assim, a extensão automática do PRAPEV após a mesma é um método muito eficaz na prevenção de TRE¹³ (ex: Figura 1, C). Como discutido anteriormente, a extensão excessiva do PRAPEV após uma EV pode, paradoxalmente, funcionar como fator desencadeante de TRE. Por outro lado, outros fatores desencadeantes não são reconhecidos e podem induzir TRE. Alguns MPs apresentam extensão do PRAPEV também durante a aplicação de um ímã ou reversão assíncrona por interferência^{13, 32}. Aumenta-se, desta forma, o índice de sucesso na prevenção de TRE já que outros fatores desencadeantes são reconhecidos.

Outro tipo de extensão do PRAPEV é representado pelo modo "DDX" (ou DVI temporário após EV). Após uma EV o canal atrial se torna refratário por todo um ciclo básico, até que ocorra um estímulo atrial do MP⁴. Na realidade funciona como a maior extensão possível do PRAPEV, cujo objetivo é impedir a detecção de uma eventual P retrógrada após a EV, independentemente do tempo de condução VA. Todavia, ao invés de evitar a indução de TRE, pode apenas retardar o seu início para o ciclo seguinte (Figura 8)^{4, 7, 20, 32}.

ELMQVIST²⁴ propôs o modo "DDD(E)" (ou AVT temporário após EV) para prevenção de TRE desencadeada por EV. Frente à detecção de uma EV o MP 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. Este modo deixa de ser eficaz quando o fator desencadeante não é uma EV. Além disto, como visto anteriormente, já foi descrito um tipo especial de TRE ortodrômica com este modo de funcionamento.

MECHELEN e cols.⁴⁹ demonstraram em um pequeno grupo de pacientes, portadores de doença do nó sinusal, a ocorrência de Wenckebach retrógrado em todos os casos com freqüências de até 150ppm. KLEMENTOWICZ e cols.⁴¹ demonstraram que a condução retrógrada sofre bloqueio em mais de 50% dos pacientes quando a freqüência de estimulação ventricular é de 120 ppm, e em mais de 70% quando a freqüência é de 140 ppm. Estes autores sugeriram que a maioria dos pacientes não teriam TRE sustentada se o intervalo AV fosse programado em 125ms, o PRAPEV em 300ms, e o limite superior de freqüência em 140 ppm. Entretanto,

cerca de 20% dos pacientes apresentam condução VA 1:1 com estimulação ventricular de 140 ppm⁴¹: isto permitiria TRE sustentada com freqüência mais elevada (Figuras 2 e 7). Além disto, se a freqüência da TRE (condução VA + intervalo AV) já é menor do que o limite superior de freqüência, a elevação deste não interfere com a taquicardia. Concluindo, um limite superior de freqüência mais elevado, no sentido de se prevenir TRE, deve ser reservado somente para casos especiais nos quais todas estas considerações acima tenham sido analisadas.

Nem sempre é possível evitar a indução de TRE. Diversos mecanismos desencadeantes (falha de comando/sensibilidade atrial intermitente, interferência detectada pelo canal atrial etc) não podem ser identificados pelo MP, persistindo o risco potencial de TRE. Assim, a existência de mecanismos capazes de detectar a TRE, e revertê-la tão logo se inicie, são altamente desejáveis. Atualmente existem diversos algoritmos de detecção e reversão de TRE. Um deles, consiste no bloqueio do 16º estímulo ventricular após estimulação mantida exatamente no limite superior de freqüência por 15 pulsos consecutivos⁴⁸. Desta forma, quebra-se o ciclo da TRE. Todavia, naquelas situações onde a freqüência da TRE é menor que o limite superior de freqüência, o sistema perde sua eficácia. O mesmo já não ocorre com outro algoritmo²³, onde a freqüência de detecção da TRE pode ser programada para um valor igual ou menor que o limite superior da freqüência. Após 10 a 127 pulsos (parâmetro programável) na freqüência de detecção, o MP ou aumenta o PRAPEV para 400 ms ou reverte por um ciclo para o modo DVI, dependendo da programação.

Outro algoritmo^{32, 35} mais sofisticado, inclui um período de detecção, outro de confirmação, e finalmente, a reversão da TRE. O período de detecção consiste em 15 estímulos ventriculares consecutivos, após detecção de atividade atrial com intervalo VA menor que 450ms, e estável dentro de certos limites programados (16 ou 31ms). A seguir, inicia-se o período de confirmação da TRE, através do encurtamento programado do intervalo AV (47 ou 63ms) de forma alternada durante 8 estímulos ventriculares. Caso o intervalo VA se mantenha estável, dentro dos limites programados (16 ou 31ms), confirma-se o diagnóstico de TRE. Nos casos de taquicardia sinusal ou atrial, o intervalo VA sofre aumento proporcional à diminuição do intervalo AV. Após a confirmação da TRE, o MP estende o PRAPEV para 450ms por um ciclo para revertê-la. Este algoritmo foi eficaz em 97,9% dos 1.816 episódios de TRE estudados por LIMOUSIN e cols.³⁵.

A tendência é de que se desenvolvam algoritmos cada vez mais inteligentes e eficazes na detecção e reversão de TRE⁷. É possível que os MPs dotados de biosensores os utilizem para diferenciar os aumentos fisiológicos dos não fisiológicos na freqüência de estimulação, e, desta forma, suspeitar ou não de TRE¹³. Acreditamos que, num futuro próximo, esses algoritmos solucionarão o problema da TRE.

REBRAMPA 78024-01

BRITO JR.,H.L.; GAUCH,P.R.A.; OLIVEIRA,S.A. - Dual chamber pacemaker mediated tachycardias: Update. *Rev. Bras. Marcapasso e Arritmia*, 5(1/2):03-14, 1992.

ABSTRACT: The P wave synchronous pacemaker works as an accessory conduction pathway between the atrium and the ventricle. Indeed, together with the patient's own atrioventricular conduction system, there is a place for the establishment of a reentrant circuit. All of these make it possible for several types of dual-chamber pacemaker mediated tachycardias (PMT) to occur. In this article the authors make a review of all known types of PMT.

DESCRIPTORS:arrhythmia, tachycardia, pacemaker artificial

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AKTAR,M. - Retrograde conduction in man. *PACE*, 4: 548-62,1981.
- 2 AMIKAN,S.; ANDREWS,C.; FURMAN,S. - "Pseudo-endless loop" tachycardia in an AV universal (DDD) pacemaker. *PACE*, 7: 129-31, 1984.
- 3 AUSUBEL,K.; GABRY,M.D.; KLEMENTOWICZ,P.T.; FURMAN,S. - Pacemaker - mediated endless loop tachycardia at rates below the upper rate limit. *Am. J. Cardiol.*; 61: 465-7, 1988.
- 4 BAROLD,S.S.; FALKOFF,M.D.; ONG,L.S.; HEINLE,R.A. - Function and electrocardiography of DDD pacemakers. - In: BAROLD,S.S. - *Modern cardiac pacing*. Mount Kisco, Futura Publishing, 1985, p.645-75.
- 5 BAROLD,S.S.; FALKOFF,M.D.; ONG,L.S.; HEINLE,R.A. - Clinical usefulness of chest wall stimulation in patients with DDD pulse generators. *PACE*, 10: 641., 1987 [Abstract].
- 6 BAROLD, S.S.; FALKOFF,M.D.; ONG,L.S.; HEINLE,R.A. - Pacemaker endless loop tachycardia: termination by simple techniques other than magnet application. *Am. J. Med*, 85: 817-22, 1988.
- 7 BAROLD,S.S.; FALKOFF,M.D.; ONG,L.S.; HEINLE,R.A. - Electrocardiography of contemporary DDD pacemakers. - In: SAKSENAC, S. & GOLDSCHLAGER,N. - *Electrical therapy for cardiac arrhythmias*, Philadelphia,W.B. Saunders, 1990, p. 225-301.
- 8 BATHEN,J.; GUNDERSON,T.; FORFANG,K. - Tachycardias related to atrial synchronous ventricular pacing. *PACE*,5: 471-5, 1982.
- 9 BERTHOLET,M.; MATERNE,P.; DUBOIS,C.; et alii - Artificial circus movement tachycardias: incidence, mechanisms, and prevention. *PACE*, 8: 415-23, 1985.
- 10 BORNZIN,G. & STOKES,K. - The electrode-biointerface: sensing. - In: BAROLD,S.S. *Modern cardiac pacing*, Mount Kisco, Futura Publishing, 1985, p.79-95.
- 11 BRANDT,J.; FATRAEUS,T.; SCHHULLER,H. - Far-field QRS complex sensing via the atrial pacemaker lead. II. Prevalence, clinical significance and possibility of intraoperative prediction in DDD pacing. *PACE*, 11: 1540-4, 1988.
- 12 BRITO JR.,H.L.; GAUCH,P.R.A.; OLIVEIRA,S.A. - Arritmias induzidas por marcapasso. *Rev.Bras.Marcapasso e Arritmia*, 3(3): 88-93, 1990.
- 13 CALFEE,R.V. - Pacemaker-mediated tachycardia: engineering solutions. *PACE*, 11: 1917-28, 1988.
- 14 CASTELLANOS,A.; LEMBERG,L.; RODRIGUEZ-TOCKER,L.; BERKOVITS,B.V. - Atrial synchronized pacemaker arrhythmias: revisited. *Am. Heart J.*; 76: 199-208, 1968.
- 15 CASTELLANOS,A. & LEMBERG,L. - Pacemaker arrhythmias and electrocardiographic recognition of pacemakers. *Circulation*, 47: 1382-91, 1973.
- 16 COTOI,S. - Precordia thump and termination of cardiac reentrant arrhythmias. *Am. Heart J.*, 101: 675-7, 1981.
- 17 DEN DULK,K.; LINDEMANS,F.W.; BAR,F.W.; WELLENS,H.J.J. - Pacemaker related tachycardias. *PACE*, 5: 476-85, 1982.
- 18 DEN DULK, K.; LINDEMANS,F.W.; WELLENS,H.J.J. - Non invasive evolution of pacemaker circus movement tachycardias. *Am. J. Cardiol*, 53: 537-43, 1984.
- 19 DEN DULK, K.; LINDEMANS,F.W.; WELLENS,H.J.J. - Management of pacemaker circus movement tachycardias. *PACE*, 7: 346-55, 1984.
- 20 DEN DULK,K.; LINDEMANS,F.W.; WELLENS,H.J.J. - Merite of various antipacemaker circus movement tachycardia features. *PACE*, 9: 1055-62, 1986.
- 21 DEN HEIJER,P.; CRIJNS,H.J.G.M.; VAN BINSBERGEN E.J.; EBELS,T.; DE JONGSTE,M.J.L.; LIE,K. - Orthodromic pacemaker circus movement tachycardia. *PACE*, 10: 955-7, 1987.
- 22 DODINOT,B.P.; MEDEIROS,P.; GALVÃO,S.S.; GODENIR,J.P. - Endless loop dual chamber pacemaker tachycardias related to R wave sensing by the atrial circuit. *PACE*, 8: 301, 1985. [Abstract].
- 23 DUNCAN,J.L. & CLARK,M.F. - Prevention and termination of pacemaker-mediated tachycardia in a new DDD pacing system (Siemens-Pacesetter Model 2010 T). *PACE*, 11: 1679-83, 1988.
- 24 ELMQVIST,H. - Prevention of pacemaker mediated arrhythmias. *PACE*, 6: 383-4, 1983.

- 25 FURMAN,S. - Arrhythmias of dual chamber pacemakers. *PACE*, 5: 469-70, 1982.
- 26 FURMAN,S. & FISHER,J. - Endless loop tachycardia in an AV Universal (DDD) pacemaker. *PACE*, 5: 486-9, 1985.
- 27 FRUMIN,H. & FURMAN,S. - Endless loop tachycardia started by an atrial premature complex in a patient with dual chamber pacemaker. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 5: 707-10, 1985.
- 28 HARTHORNE,J.W.; EISENHAUER,A.C.; STEINHAUS,D.M. - Pacemaker mediated tachycardias: an unresolved problem. *PACE*, 7: 1140-7, 1984.
- 29 HAUSER,R.G.; EDWARDS,L.M.; STAFFORD,J.L. - Bipolar and unipolar sensing: basic concepts and clinical applications. - In: BAROLD,S.S. - *Modern cardiac pacing*. Mount Kisco, Futura Publishing, 1985, p. 137-60.
- 30 HAYS,D.L. & FURMAN,S. - Atrioventricular and ventriculo-atrial conduction times in patients undergoing pacemaker implant. *PACE*, 6: 38-46, 1983.
- 31 JANOSIK,D.; PEARSON,A.; REDD,R.; et alii - The importance of atrioventricular delay fallback in optimizing cardiac output during physiologic pacing. *PACE*, 10: 410, 1987. [Abstract].
- 32 LAMAISON,D.; GIRODO,S.; LIMOUSIN,M. - A new algorithm for a high level of protection against pacemaker-mediated tachycardia. *PACE*, 11: 1715-21, 1988.
- 33 LEVINE,P.A. & MACE,R.C. - *Pacing therapy*. Mount Kisco: Futura Publishing, 1983. 253 p.
- 34 LEVY,S.; CORDELLI,J.; LABRUNIE,P.; et alii - Retrograde (ventriculoatrial) conduction. *PACE*, 6: 364-71, 1983.
- 35 LIMOUSIN,M. & BONNET,J.L. - A new algorithm to solve endless loop tachycardia in DDD pacing: a multi-center study of 91 patients. *PACE*, 13: 867-74, 1990.
- 36 LITTLEFORD,P.O.; CURRY,R.C.; SCHUWARTZ,K.M.; PEPINE,C.J. - Pacemaker mediated tachycardias: a rapid bedside technique for induction and observation. *Am. J. Cardiol.*, 52: 287-91, 1983.
- 37 LUCERI,F.M.; CASTELLANOS,A.; ZAMAN,L.; MYERBURG,R.J. - The arrhythmias of dual - chamber cardiac pacemakers and their management. *Ann. Int. Med.* 99: 354-9, 1983.
- 38 LUCERI,R.M.; PINA,I.; VALLADARES,B.; et alii - Dynamic PR interval variability: Implications for autoadaptive physiologic pacemakers. *PACE*, 9: 300, 1986 [Abstract].
- 39 KERR,C. & MASON,M.A. - Amplitude of atrial electrical activity during sinus rhythm and during atrial flutter-fibrillation. *PACE*, 7: 460, 1984 [Abstract].
- 40 KLEMENTOWICZ,F.T. & FURMAN,S. - Selective atrial sensing in dual chamber pacemakers eliminates endless loop tachycardia. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 7: 590-4, 1986.
- 41 KLEMENTOWICZ,P.; AUSUBEL,K.; FURMAN,S. - The dynamic nature of ventriculo-atrial conduction. *PACE*, 9: 301, 1986. [Abstract].
- 42 KLEMENTOWICZ,P.; AUSUBEL,K.; FURMAN,S. - The dynamic nature of ventriculo-atrial conduction. *PACE*, 9: 1050-4, 1986.
- 43 MERRIT,W.T.; BRINKER,J.A.; BEATTIE,C. - Pacemaker-mediated tachycardia induced by intraoperative somatosensory evoked potential stimuli. *Anesthesiology*, 69 (5): 766-8, 1988.
- 44 NATHAN,D.A.; CENTER,S.; WU,C.; KELLER,W. - An implantable, synchronous pacemaker for the long term correction of complete heart block. *Circulation*, 27: 682-5, 1983.
- 45 SELTZER,J.P.; LEVINE,P.A.; WATSON, W.S. - Patient initiated autonomous pacemaker tachycardia. *PACE*, 7: 961-9, 1984.
- 46 SHANDLING,A.H.; CASTELLANET,K.J.; MESSENGER,J.C.; BROWNLEE,R.R. - Utility of the atrial endocardial electrogram concurrent with dual chamber pacing in the determination of a pacemaker mediated arrhythmia. *PACE*, 11: 1419-25, 1988.
- 47 VAN GELDER,L.M. & GAMAL,M.I.H. - Magnet application, a cause of persistent arrhythmias in physiological pacemakers. Report of 2 cases. *PACE*, 5: 710-4, 1982.
- 48 VAN GELDER,L.M.; EL GAMAL,M.I.H.; BAKER,R.; SANDERS,R.S. - Tachycardia-termination algorithm: a valuable feature for interruption of pacemaker-mediated tachycardia. *PACE*, 7: 283-7, 1984.
- 49 VAN MECHELEN,R.; HAGEMEIJER,F.; DE BOER,H.; SCHELLING,A. - Atrioventricular and ventriculo-atrial conduction in patients with symptomatic sinus node dysfunction. *PACE*, 6: 13-21, 1983.
- 50 WARREN,J.; MESSENGER,J.; BELOTT,P. - AV interval hysteresis: a provision for improved tracking behavior in a DDD pacemaker. *PACE*, 8: A-9, 1985. [Abstract].
- 51 WESTVEER,D.C.; STEWART,J.R.; GOODFLEISH,R.; GORDON,S.; TIMMIS,G.C. - Prevalence and significance of ventriculo-atrial conduction. *PACE*, 7: 784-9, 1984.

Agradecimentos: Agradecemos as Srtas. Lilian da Silva e Paula Berenice de Souza pelo trabalho datilográfico.

Recebido em 06/1992
Publicado em 08/1992