6

Artigo de Revisão

Interferências nos marcapassos cardíacos

Mário Ypiranga Monteiro Filho
Médico responsável pelo Ambulatório de Marcapasso do Hospital de Servidores do Estado

O marcapasso é formado por um gerador de pulso e por um ou dois cabos-eletrodos, que são revestidos por silicone ou poliuretano como isolamento e com um ou dois pólos (unipolar e bipolar). Os cabos-eletrodos podem estar colocados no átrio, no ventrículo ou nas duas câmaras (dupla câmara). Possuem circuitos que "sentem" os batimentos próprios e são inibidos. Possuem sensores que modulam a freqüência de acordo com as necessidades metabólicas e podem ser de demanda, quando são inibidos pelo ritmo próprio, ou deflagrados, quando emitem um estímulo.

As interferências são exógenas e endógenas e podem ser provenientes de:

1. marcapasso (auto inibição / deflagração);
2. coração (sensibilidade anormal da onda T, cabo-eletrodo ventricular bipolar em que o anel capta a onda P;
3. paciente (miopotenciais);
4. meio ambiente (doméstico, social, profissional e hospitalar).

As interferências podem ainda se apresentar por contacto entre o paciente e o aparelho, por campo elétrico, por ação magnética e por ação mecânica. Podem causar inibição do estímulo, deflagração inapropriada, reversão para modo assincrônico e aceleração indevida. As alterações podem ser transitórias ou permanentes e causar arritmias.

Interferências eletromagnéticas (IEM) são definidas como sinais elétricos de origem não fisiológica e que podem afetar a função normal dos marcapassos.

Embora várias formas de meios de interferências sejam possíveis, hoje o desenvolvimento de novos circuitos permite que os geradores sejam relativamente imunes às IEM externas.

As interferências podem penetrar no sistema ou diretamente através do gerador, o que é raro hoje porque os geradores são hermeticamente fechados; ou indiretamente pelo eletrodo. Os sistemas unipolares são mais susceptíveis do que os bipolares, por abrangerem uma área de "sensing" maior, tanto nas interferências externas quanto nas internas.

Os eletrodos bipolares eliminaram a inibição por miopotenciais e "crosstalk" e reduziram consideravelmente o "sensing" de campos elétricos externos e menor efeito dos eletrocautérios durante as cirurgias. Os marcapassos de dupla câmara, por terem dois eletrodos, são mais susceptíveis que os de câmara única.

Os geradores de pulso são providos de filtros que rejeitam certas freqüências, embora existam interferências que são parecidas com os sinais do próprio coração. Os geradores possuem um circuito detector de ruídos que monitora o sistema a procura de sinais que sejam repetitivos, reconhecendo-os como não sendo provenientes do coração e transformando o marcapasso em assincrônico ao invés de inibi-los. A mudança para o modo assincrônico, quando por um período curto, não traz maiores problemas.

As porções do espectro eletromagnético que podem afetar os marcapassos cardíacos são ondas de radiofreqüência (entre 0 e 10 Hz), incluindo os objetos com corrente elétrica alternada (50 ou 60Hz) e eletrocautério, e também ondas curtas (freqüência entre 10 e 10 Hz), incluindo ondas de rádio de alta freqüência, radar e fogões de microondas

(2,45x10 Hz). Porções do espectro de alta freqüência, incluindo infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama não interferem nos marcapassos. Raios X terapêuticos de alta freqüência podem, entretanto, danificar os circuitos do marcapasso diretamente.

Resposta do marcapasso às interferências:

O "noise sampling period" (NSP) (intervalo de ruído) é um período refratário relativo situado no final do período refratário ventricular (PRV), após um batimento sentido ou estimulado. Os eventos sentidos neste período são interpretados como sendo ruídos e os PRV e NSP são reiniciados. Ainda nos marcapassos de dupla câmara, o período refratário atrial pós-ventricular (PRAPV) e o "upper rate interval" são reiniciados. Ruídos contínuos transformarão o marcapasso em assincrônico em "lower rate limit". Conversão automática para um outro tipo de estimulação (VVI) pode ocorrer em alguns tipos de marcapassos (DDD).

Existem vários tipos de respostas às IEM como: inibição, assincronia (freqüência fixa), falha permanente em sua função, reprogramação inapropriada (modos "reset" ou volta a parâmetros nominais ou outros) e dano miocárdico na interface eletrodo-endocárdio.

As IEM podem ser influenciadas pela: intensidade do campo, distância entre a fonte da interferência e o marcapasso, freqüência e a forma da onda do sinal, orientação física do marcapasso, tipo de sistema implantado (unipolar, bipolar, dupla câmara), tipo de biodetector, programação da sensibilidade e o modo de demanda (deflagrado, inibido ou assincrônico).

Causas exógenas

As IEM podem ser provenientes de: ambiente médico-hospitalar ou domésticas.

Ambiente médico-hospitalar:

Eletrocautério ou bisturi elétrico - envolvem o uso de corrente alternada na faixa de radiofreqüência (300KHz a 1MHz) para cortar ou coagular os tecidos. A alta freqüência é usada para diminuir a possibilidade de estimulação nervosa e muscular. Usar o cautério de modo bipolar (corrente entre as duas hastes do bisturi), para pequenas áreas de coagulação mas não para corte, parece não causar problemas para o marcapasso. No modo unipolar, entre o cautério (catódio) e a placa (anódio) colocada sob o paciente, a corrente elétrica pode se espalhar e penetrar pelo corpo do paciente e ser interpretado pelo marcapasso como um "sinal" proveniente do coração. Os possíveis efeitos podem variar desde a inibição de alguns batimentos até a inibição total, falha permanente das funções do marcapasso, reprogramação, sinais de depleção de bateria e até fibrilação ventricular. Deve-se no pré-operatório avaliar o paciente e sua dependência do marcapasso. Usar o bisturi elétrico a uma distância superior a 15cm da área do gerador ou ponta do eletrodo e nunca entre os dois. Na ressecção transuretral da próstata, recomenda-se que a placa não seja colocada na área do tórax (colocar na parte baixa da perna). Usar o bisturi elétrico de forma intermitente, com baixo nível de energia e não usar naqueles pacientes com sinais de depleção de bateria. Evitar o eletrocautério unipolar se o campo operatório for próximo ao eletrodo ou próximo ao gerador. Nos marcapassos não programáveis, pode-se evitar as interferências com a colocação de um imã sobre o gerador, transformando-o em assincrônico. Nos marcapassos programáveis, pode ser feita uma programação para um modo assincrônico antes da cirurgia.

Desfibrilação, cardioversão elétrica e o desfibrilador implantável - liberam uma grande quantidade de energia elétrica com um potencial efeito danoso ao gerador de pulso e o tecido cardíaco em contacto com os eletrodos.

A maioria dos problemas ocorrem com os sistemas unipolares e com os geradores implantados na fossa peitoral direita. Os sistemas bipolares são menos vulneráveis. O marcapasso é protegido por circuitos especiais que regulam a voltagem que entra no circuito do gerador e previnem que altas correntes sejam conduzidas pelo eletrodo ao miocárdio.

Os possíveis efeitos após a desfibrilação elétrica são: reprogramação a parâmetros nominais, aumento do limiar de estimulação, falha permanente nas funções do marcapasso e deslocamento do eletrodo por contração muscular que ocorre somente nos implantados mais recentemente.

Recomenda-se o uso, se possível, das pás do desfibrilador na posição ântero-posterior do tórax. Quando isto não for possível, usá-las em uma posição perpendicular à linha entre o gerador e a ponta do eletrodo ventricular. Nunca colocar as pás do desfibrilador sobre o gerador. Elas devem ser colocadas à uma distância mínima de 15cm do marcapasso. Pode ser usado um imã sobre o gerador no momento do choque. Deve-se usar menos

energia possível, ter um programador adequado ao marcapasso e analisar o mesmo após o procedimento.

Ablação por cateter - atualmente são feitas usando corrente de radiofreqüência similar a do eletrocautério para coagulação. Podem levar a um aumento transitório dos limiares de estimulação e sensibilidade e inibição inapropriada. O marcapasso deve ser analisado antes e após o procedimento.

Radiação - a radiação diagnóstica não acarreta efeitos sobre os marcapassos. A dose de radiação usada nos RX, coronariografias ou angiografias cerebrais, por exemplo, não afetam os marcapassos de forma aguda ou cumulativa.

A radiação cumulativa pode levar a alterações na sensibilidade, amplitude, largura de pulso, perda da telemetria e falhas na estimulação. Deve-se evitar a irradiação terapêutica sobre o gerador (a menos de 5cm do gerador) e, se não for possível, mudar o gerador de lugar, protegê-lo e analisá-lo após cada sessão.

Ressonância magnética - esta possui campos magnéticos e de radiofreqüência que podem afetar os marcapassos. Como efeito do seu campo magnético pode levar à estimulação assincrônica ou inibição transitória. Como efeito da radiofreqüência, pode haver estimulação rápida, inibição total, estimulação assincrônica ou disfunção transitória na mudança de modo de estimulação. O aquecimento dos eletrodos pode ser um efeito perigoso e não detectado por monitoramento do paciente.

A ressonância magnética com campos magnéticos potentes deve ser evitada em todos os pacientes com marcapasso e a equipe de médicos, enfermeiras e técnicos portadores de marcapasso cardíaco não devem ficar a menos de 9m da ressonância magnética.

Litotripsia - é um método não invasivo usado para desintegrar cálculos no trato renal e que libera forças eletromagnéticas e mecânicas que podem afetar o funcionamento dos marcapassos.

Devido às ondas de choque poderem produzir extra-sístoles ventriculares, os mesmos devem ser sincronizados com a onda R. Pacientes portadores de marcapassos com resposta de freqüência, utilizando atividade como sensor (cristal piezoelétrico), não terão problemas se o gerador estiver implantado no tórax. Deve ser evitado, contudo, naqueles pacientes em que o gerador estiver situado no abdome.

A litotripsia é segura para ser usada em pacientes portadores de marcapasso cardíaco, mas a sincronização deve ser feita com o complexo QRS e não com o artefato do marcapasso.

Os marcapassos de câmara única podem ser inibidos temporariamente e os de dupla câmara podem ser inibidos, podem aumentar a freqüência após o choque (podendo ser programado para o modo de não resposta de freqüência) ou indução de taquiarritmias atriais. Os marcapassos DDD podem ser programados para o modo VVI ou VOO para o procedimento e o ponto focal do litotripsor deve ser colocado no mínimo a 15cm do gerador.

Diatermia - diatermia com ondas curtas consiste na aplicação de corrente diretamente na pele. Devido a sua alta freqüência deve ser evitada próximo ao local do implante por poder causar inibição do marcapasso ou dano do gerador, devido ao seu calor. Está contra-indicado em pacientes portadores de marcapasso.

Neuroestimulação elétrica transcutânea e eletromiografia - este tipo de estimulação elétrica é um método usado para alívio de dores agudas ou crônicas musculoesqueléticas e neurológicas. Pode inibir, deflagrar ou reverter para assincrônico, quando os eletrodos forem colocados paralelos ao eletrodo ventricular do marcapasso. Pode ser um método seguro quando forem observados estes detalhes.

Acupuntura - só a eletro-acupuntura pode causar inibição, deflagração ou reversão para modo assincrônico dos marcapassos.

Eletrochoque - apenas uma pequena quantidade de eletricidade alcança o coração, sendo, portanto, seguro o seu uso. Eletrocardiograma (ECG) deve ser feito durante o procedimento e análise do gerador após o mesmo.

Equipamento dentário - alguns modelos de curetas dentárias com ultra-som podem causar inibição transitória pela proximidade do instrumento com o gerador. As brocas dentárias podem causar vibrações suficientes para aumentar a freqüência no caso dos marcapassos com modulação de freqüência. Durante o procedimento alguns cuidados podem ser tomados, como a utilização intermitente, não apoiar os instrumentos sobre o gerador e desprogramar a modulação de freqüência.

Ambiente doméstico, social e profissional:

Eletrodomésticos - podem produzir interferência, inibição ou aumento da freqüência, quando colocados diretamente sobre o marcapasso. Os fornos de microondas atuais não interferem no funcionamento dos marcapassos. Todos os eletrodomésticos devem estar em perfeitas condições, livres de curtos-circuitos e bem aterrados.

Triboeletricidade - eletricidade formada pelo atrito de dois corpos que pode inibir os geradores unipolares. A eletricidade estática pode, por exemplo, ser acumulada quando se usa sapatos com sola de borracha sobre um tapete. Tocando a pele do paciente sobre o marcapasso unipolar, pode ser liberada voltagem estática suficiente para inibir o canal ventricular. Sinais triboelétricos podem também ser sentidos pelo canal atrial de um marcapasso DDD, deflagrando-o.

Colchão magnético - está contra-indicado por haver a possibilidade do imã atuar sobre o gerador, levando a reversão para o modo assincrônico, mudando sua freqüência para magnética e podendo levar à competição e a arritmias.

Dispositivos de controle remoto (abertura de portas de garagem, televisores, vídeos e jogos) - não acarretam problemas para os marcapassos.

Motores de combustão - são seguros para uso em pacientes portadores de marcapassos cardíacos.

Cortador de grama, furadeiras, barbeadores elétricos, vibradores de massagem - as vibrações podem ativar alguns biodetectores e originar miopotenciais, levando a uma aceleração inapropriada.

Interruptores ativados por contacto digital (televisores, elevadores) - podem inibir transitoriamente durante o contacto, mas sem repercussão clínica.

Radiotransmissores - seguros desde que transmitidos em freqüências permitidas.

Detectores de metais e de armas (aeroportos, lojas e portas de bancos) - podem ocasionar inibição transitória, deflagração e reversão ao modo assincrônico em marcapassos unipolares e bipolares.

Emissoras de rádio e televisão - os empregados portadores de marcapasso cardíaco devem usar um sistema bipolar e serem monitorados no primeiro dia de trabalho.

Campos magnéticos industriais, fornos de fundição elétrica, arcos de solda, subestações de centrais elétricas - podem potencialmente causar IEM. É desconhecida a distância mínima a partir da qual não se detecta IEM. Os empregados devem usar marcapassos com sistema bipolar e devem ser monitorados no primeiro dia de trabalho.

Telefone - os telefones ligados à rede não produzem IEM. Pequenos estudos têm demonstrado que a interferência nos telefones celulares ocorrem com os telefones digitais, enquanto que os análogicos não sofrem interferência. Entretanto alguns estudos têm mostrado ser seguro o uso do telefones digitais.

As interferências podem levar à inibição inapropriada do estímulo, estimulação inapropriada do batimento estimulado, reversão para modo assincrônico, ativação inapropriada do "cross talking", mudança para outro modo de estimulação e mudanças na freqüência de estimulação. Essas alterações são temporárias. As interferências são maiores com os marcapassos de dupla câmara do que com os de câmara única. O uso do telefone celular na posição normal (no ouvido) esteve associado a menor incidência de interferência em relação às outras posições e não resultou em nenhuma interferência clínica. Deve-se evitar colocar o telefone sobre o marcapasso e quando ligado não deve ser colocado no bolso próximo ao gerador. De preferência deve-se usar no ouvido do lado oposto ao do gerador e manter sempre uma distância de pelo menos 30cm.

Turbulência hídrica (hidromassagem) e acústica - podem, teoricamente devido à turbulência, influir nos marcapassos com sensores para movimentos.

Sauna - não interferem diretamente nos marcapassos. A vasodilatação nas saunas prolongadas podem causar sintomas de baixo débito, mas que não são devidos à interferência nos marcapassos.

Esteiras ou bicicletas ergométricas - não interferem diretamente no marcapasso.

Eletricistas - profissionais que lidam com rede de baixa voltagem devem estar protegidos por luvas de borracha e botas.

Mecânicos de automóveis - motores e instalações elétricas podem gerar cargas elétricas e eletromagnéticas. O sistema de ignição pode provocar inibição da estimulação em marcapassos unipolares, quando estiverem a uma distância inferior a 60cm. É recomendada uma distância de

1m durante o manuseio de motores que estejam com a ignição elétrica ligada.

Técnicos de televisores - o tubo de imagem e os dispositivos de testes e reparos são fontes de campos eletromagnéticos e podem causar inibição, deflagração ou mudança para modo assincrônico.

Causas endógenas: miopotenciais

Wirzfeld e cols., em 1972, descreveram pela primeira vez a inibição de marcapasso de demanda unipolar por potenciais musculoesqueléticos. A inibição é mais freqüente nos sistemas unipolares do que nos bipolares. A incidência de inibição por miopotenciais depende de técnicas de implantação, características dos circuitos de "sensing", programação e tamanho e tipo do gerador. Ainda depende da proximidade do marcapasso com o músculo ativado, local de implante e profundidade da bolsa. A amplitude dos sinais dos miopotenciais diminui com a distância do músculo e é influenciada pela fadiga após exercícios. A inibição por miopotenciais nos sistemas bipolares é rara e pode ocorrer em certas circunstâncias como, por exemplo, inibição diafragmática no canal ventricular dos marcapassos de câmara única ou dupla câmara, perda do isolamento do sistema bipolar, miopotenciais intercostais e pseudointerferência.

Marcapassos de câmara única - nestes, o marcapasso responde aos sinais de miopotenciais com inibição completa, assumindo o ritmo próprio do paciente e determinando a situação clínica. Se os sinais de miopotenciais forem rápidos e contínuos, a maioria dos marcapassos vão se transformar em assincrônicos, podendo levar à competição. Ver Figura 1 e Figura 2

Marcapassos de dupla câmara - podem responder de várias maneiras dependendo do modo de estimulação e da câmara ou câmaras sentidas. Pode haver inibição do canal ventricular; o canal atrial pode sentir e mandar uma espícula ventricular, aumentando a freqüência do marcapasso com palpitação e hipotensão; pode alternar inibição e deflagração ventricular, reversão ao modo assincrônico por um ou mais ciclos, precipitar "endless loop tachycardia" devido ao canal atrial sentir os miopotenciais ou então inibição do canal ventricular, permitindo batimentos de escape que podem conduzir retrogradamente para o átrio e diminuição do intervalo AV, se os miopotenciais forem sentidos no período de segurança do marcapasso.

Algumas arritmias podem ser precipitadas por miopotenciais: inibição do canal ventricular resultando em escape ou arritmia dependente da bradicardia, "oversensing" dos miopotenciais à taquicardia ventricular (DDD), mudança para o modo VOO ou DOO, levando à arritmia por estímulos que caem no período vulnerável em pacientes com infarto agudo do miocárdio (IAM) ou com distúrbios eletrolíticos.

Figura 1

Mostra um caso de inibição por miopotencial em marcapasso VVI unipolar em que o ritmo próprio do pacienta é BAV total.

As fontes musculares de miopotenciais são geralmente o grande peitoral, o reto anterior do abdome, o diafragma e os músculos intercostais. O músculo grande peitoral é considerado como a principal fonte de miopotenciais. O reto anterior do abdome pode interferir na função dos marcapassos independente de sua implantação ser no abdome ou tórax. Pode levar a sintomas de tonteiras durante mudanças posturais. "Oversensing" por miopotenciais provenientes do músculo diafragmático é raro, mas pode ser provocado por respiração profunda, contração diafragmática durante esforço, manobra de Valsalva, tosse, espirro e risadas. Miopotenciais proveniente dos músculos intercostais e sentido pelo canal atrial são possíveis durante respiração profunda.

Alguns testes provocativos de miopotenciais podem ser feitos: empurrar a palma da mão contra a mão do observador ou contra o tórax, apertar uma mão contra a outra, bater palmas, hiper-abdução do braço ipso-lateral, inspiração profunda, manobra de Valsalva, tossir, etc.

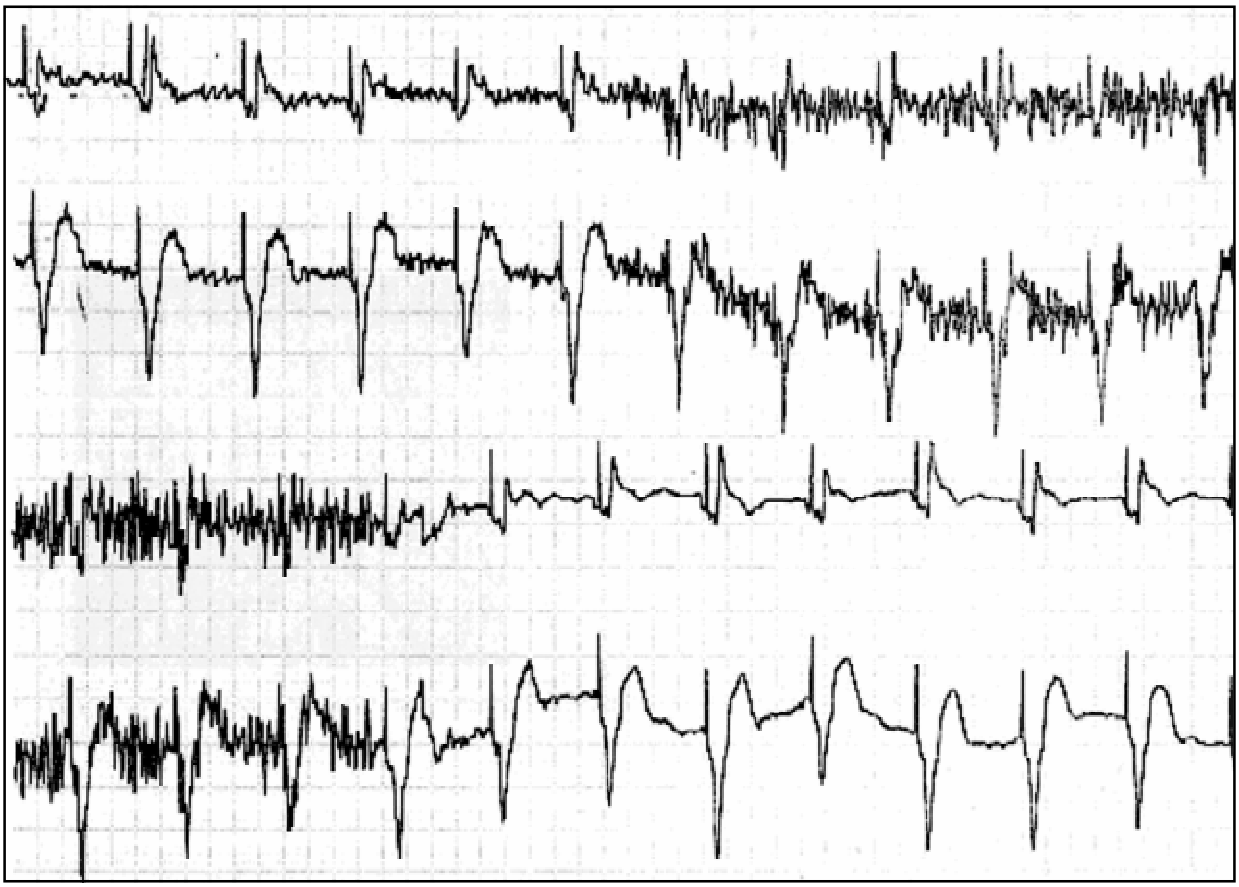
Figura 2
O mesmo paciente da Figura 1 após aumento da sensibilidade de 1 para 3 mV.

Em alguns casos os miopotenciais podem ser observados durante o exercício e podem ser reproduzidos durante teste ergométrico, assim como também durante a monitorização ambulatorial (Holter).

Tratamento da interferência por miopotenciais - a mudança do sistema unipolar para o bipolar seria um tratamento definitivo, mas que pode envolver uma nova pequena cirurgia com troca de eletrodos.

Hoje os problemas gerados pelos miopotenciais podem ser diminuídos ou eliminados usando o programa dos marcapassos. Deve-se lembrar que pode não ser possível diferenciar a sensibilidade que vai discriminar os miopotenciais e a atividade intrínseca do coração. Nos DDD, por exemplo, a atividade intrínseca atrial é similar a dos miopotenciais (1-3mV de amplitude).

A reprogramação não invasiva pode incluir a mudança para o modo bipolar em alguns modelos de marcapasso, eliminando a maioria dos miopotenciais, diminuição da sensibilidade que pode levar, no entanto, à "undersensing" do complexo QRS ou da onda P, aumentar o período refratário encurtando o período de "sensing", podendo também levar a perda do "sensing"



intracardíaco ou diminuição do "tracking atrial", mudança do modo do marcapasso para assincrônico (VOO, AOO, DOO), que pode levar à competição ou para VVT ou AAT, podendo também levar à competição.

As medidas invasivas seriam de mudança para o sistema bipolar (que pode não ser disponível no modelo), reposição do marcapasso em lugar que não sofra ação muscular ou isolamento do marcapasso.

"Oversensing"

"Oversensing" ocorre quando o circuito de "sensing" identifica erradamente um sinal elétrico como sendo um evento cardíaco (ondas P ou R) e recicla ou estimula um circuito de tempo. Alguns marcapassos podem interpretar sinais biológicos como ruídos elétricos extracorpóreos e mudar para o modo de interferência.

O marcapasso pode detectar uma onda P sinusal quando o(s) eletrodo(s) estão próximos ao átrio. Robert G. Hauser e cols., em 1.031 pacientes, não observou "oversensing" da onda P, quando o eletrodo unipolar era colocado na ponta do ventrículo direito. Da mesma forma, o circuito de "sensing" atrial pode detectar um complexo QRS distante com amplitude suficiente para ser sentida.

"Oversensing" da onda T é rara e pode acontecer quando o marcapasso estiver programado com uma sensibilidade alta ou um período refratário curto.

Essas alterações podem ocorrer tanto com os marcapassos unipolares quanto com os bipolares, embora com os bipolares seja mais difícil registrar sinais de câmaras distantes.

Outras causas de interferência como sensibilidade alta, período refratário curto e pós-potenciais que persistem após o período refratário podem levar à reciclagem inapropriada do marcapasso.

Vazamento de corrente devido a defeitos de isolamento, fratura intermitente do eletrodo podem também levar a "oversensing" e reciclagem do marcapasso.

"Crosstalk"

É uma forma perigosa de "oversensing" que pode ocorrer em um marcapasso de dupla câmara, em que o átrio é estimulado e o ventrículo é sentido e estimulado. Se levarmos em conta que a voltagem da estimulação no canal atrial é de 2,5 a 5,0V e que o eletrodo ventricular está próximo do eletrodo atrial, ele pode sentir este estímulo no átrio e interpretar como sendo uma onda R. A estimulação ventricular pode ser inibida e se o paciente estiver em bloqueio átrio-ventricular (BAV) total, pode resultar em assistolia, com apenas as ondas P estimuladas.

Algumas causas de aumento da probabilidade de "crosstalk" são: programação que aumentam a amplitude e largura do pulso atrial, aumento da sensibilidade ventricular e "blanking period" ventricular curto. Os sistemas unipolares são mais susceptíveis de "crosstalk".

O "crosstalk" pode ser evitado reprogramando-se o marcapasso. A largura e amplitude do pulso atrial e a sensibilidade ventricular podem ser reprogramadas. A programação do "blanking period" (período em que o canal ventricular não sente nenhum sinal), que começa após o estímulo atrial e dura em média 20 a 50ms, é usada também para prevenir esta disfunção. "Blanking period" curtos evitam o "undersensing" da atividade ventricular intrínseca, mas permite o "crosstalk". Já os "blanking period" longos evitam o "crosstalk", mas podem causar "undersensing" dos eventos intrínsecos.

Na prevenção das conseqüências do "crosstalk" usaram-se primeiramente os modos DVI "comprometidos", em que o "sensing" ventricular é completamente desativado durante o intervalo AV que segue um estímulo atrial. Após o final do intervalo AV, um estímulo ventricular ocorre se um batimento ventricular intrínseco ocorrer ou não. Isto leva a desgaste de energia por liberação de estímulos que não são necessários.

O mais usado hoje é o chamado intervalo de segurança, que vem após o "blanking period". Qualquer evento elétrico sentido durante o período de "crosstalk sensing" é reconhecido como sendo "crosstalk", sendo então liberado um estímulo ventricular após um intervalo AV curto. Este artifício vale não para evitar o "crosstalk", mas para evitar as conseqüências e, portanto, evitar a assistolia.

Concluindo, as interferências na função dos marcapassos continuam sendo de grande importância, além de ocorrerem com mais freqüência nos sistemas unipolares do que nos bipolares, que apresentam um sinal satisfatório para "sensing" e não são sensíveis às interferências à distância.

Referências

1. Paulo Roberto de Almeida Gauch e cols. Orientação a Respeito das Interferências sobre Marcapassos Cardíacos. Arq Bras Cardiol volume 68(2): 135-142, 1997.
2. Rámon Oter Rodriguez et al. Guías de práctica clínica en marcapasos. Rev Esp Cardiol vol. 53, núm. 7, julio 2000; 947-966.
3. S. Serge Barold, Michael D falkoff, Ling S Ong and Robert A Heinle. Interference in Cardiac Pacemakers: Exogenous sources. In Nabil El-Sherif and Philip Samet eds. Cardiac Pacing and Electrophysiology. Philadelphia,PA: Saunders Company 1991: 608-633.
4. Werner Irnich and S Serge Barold. Interference Protection in Cardiac Pacemakers. In S Serge Barold ed. Modern Cardiac Pacing. Mount Kisco, NY: Futura Publishing Company 1985: 839-855.
5. Neil F Strathmore. Interference in Cardiac Pacemakers. In Ellenbogen, Kay and Wilkoff eds. Clinical Cardiac Pacing. Philadelphia, PA: Saunders Company 1995: 770-779.
6. Stephan Achenbach, Werner Moshage and cols. Am Heart J 1997; 134: 467-73.
7. Hayes DL, Wang PJ, Reynolds DW, et al. Interference with Cardiac Pacemakers by Cellular Telephones. N Engl J Med 1997; 336: 1473-1479.
8. PE Polak, WAAJ van Ekelen and cols. Is there an Effect of a (Digitally Operating) Cellular Telephone on Pacemaker Function? Heartweb vol. 2, no. 1, november 1996.
9. Wirzfeld S Lampadins M, Ruphechet EO: Unterdruckung von Demand-Schrittmachern durch Muskelpotentials. Dtsh Med Wochenschr 97: 61, 1972.
10. Robert G Hauser, Lynn M Edwards and J Lawrence Stafford. Bipolar and Unipolar Sensing: Basic Concepts and Clinical Applications. In S Serge Barold ed. Modern Cardiac Pacing. Mount Kisco, NY: Futura Publishing Company 1985: 137-160.
11. Charles J Love and David L Hayes. Evaluation of Pacemaker Malfunction. In Ellenbogen, Kay and Wilkoff. Clinical Cardiac Pacing. Philadelphia, PA: W Saunders Company 1985: 656-683.