

Orientações a Respeito das Interferências sobre Marcapassos Cardíacos

Paulo Roberto de Almeida Gauch*, Cídio Halperin*, Silas dos Santos Galvão F^o** , Angelo Amato V. de Paola***, José Carlos Pachón Mateos**, Martino Martinelli F^o***, Roberto Costa**, João Pimenta***, Paulo de Tarso Jorge Medeiros**, Mitermayer Reis Brito***, Oswaldo Tadeu Greco**

DECA - DAEC - 1996

O tema sobre as interferências em marcapasso é assunto de extrema importância e abrangência. A cada dia novas fontes de interferência são conhecidas, o que demanda periódicas revisões.

O marcapasso é composto de um gerador de pulso e um ou dois cabos-eletrodos. O gerador de pulso é um dispositivo constituído de um micro-circuito eletrônico, alimentado por baterias. Estes aparelhos são de alta tecnologia e responsáveis pela formação, processamento e discernimento da liberação de um pulso elétrico. Atualmente são realizados no Brasil em torno de 9000 novos implantes de marcapasso ao ano e, apesar da modernidade de conceitos que estes aparelhos possuem, são sempre projetados conforme pesquisas desenvolvidas *in vitro*, não existindo até o momento, um modelo experimental que simule o cotidiano dos pacientes em suas infinitas possibilidades de relacionamento com o meio. Na realidade, os novos marcapassos procuram solucionar os problemas apresentados pelos modelos anteriores, sendo esta uma das formas de evolução nesta área.

Para uma melhor localização do problema, podemos classificar as interferências em quatro grupos, de acordo com o local em que ocorrem: 1) próprias do marcapasso (ex: auto inibição/deflagração, pós-potenciais); 2) do coração (ex: sensibilidade anormal da onda T, cabo-eletrodo ventricular bipolar posicionado de tal forma que o anel capta a onda P); 3) pelo paciente (ex: miopotenciais) e 4) pelo ambiente. Estas orientações referem-se exclusivamente às interferências ambientais.

Aspectos gerais

Alguns tipos de arritmias cardíacas necessitam de terapêutica não farmacológica, já que não há drogas que possam controlá-las. Dentre estas formas de tratamento não farmacológico, situa-se a estimulação cardíaca artificial,

efetuada com sistemas de estimulação conhecidos como marcapassos. Tais sistemas, na grande maioria das vezes, são usados para tratamento de bradiarritmias e constam de dois componentes principais: gerador de pulsos e cabo-eletrodo.

Os cabos-eletrodos são constituídos de fios metálicos, revestidos por material isolante (silicone ou poliuretano) com um (unipolar) ou dois (bipolar) polos metálicos em sua extremidade distal, conectados ao gerador de pulsos (unipolar ou bipolar) pela sua extremidade proximal. Estes cabos-eletrodos possuem duas funções básicas: 1) transportar os estímulos até o músculo cardíaco com o objetivo de produzir a sua despolarização e 2) detectar e transportar até o gerador a energia produzida por uma despolarização espontânea. A extremidade distal dos cabos-eletrodos pode estar posicionada no átrio, no ventrículo ou em ambas cavidades, resultando em sistemas de estimulação atriais, ventriculares ou bicamerais (dupla-câmara), respectivamente.

Os primeiros geradores de pulsos fabricados eram constituídos essencialmente de um circuito oscilador e de um conjunto de pilhas, funcionando no modo assíncrono, isto é, competindo com o ritmo próprio do paciente. Posteriormente, foram desenvolvidos marcapassos com um circuito de sensibilidade, com o objetivo de “sentir” potenciais elétricos gerados por batimentos próprios e, nesta situação, inibir-se, evitando ritmos competitivos. Estes são os geradores não competitivos, chamados de **demand** quando se inibem frente a um ritmo próprio ou **deflagrados** quando emitem um estímulo ao perceber uma atividade cardíaca espontânea.

Uma outra linha de geradores de pulsos, é dotada de mecanismos que produzem resposta de frequência, isto é, possuem sensores capazes de modular a frequência dos estímulos de acordo com a demanda metabólica, com o objetivo de tornar a frequência cardíaca resultante mais fisiológica. Dentre os sensores mais usados, destacam-se os que respondem à movimentação corporal, à variação da temperatura, à respiração, à contratilidade miocárdica, etc.

Apesar dos marcapassos serem hoje altamente confiáveis, determinadas situações podem interferir no funcionamento previsto. Essas interferências podem produzir 5 tipos principais de alterações no comportamento do marca-

* Coordenador

** Representante do DECA - Departamento de Estimulação Cardíaca Artificial da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular.

*** Representante do DAEC - Departamento de Arritmia e Eletrofisiologia Clínica da Sociedade Brasileira de Cardiologia.

passo, a saber: 1) **inibição** do estímulo; 2) **deflagração** inapropriada; 3) **reversão** do gerador para o modo de funcionamento assíncrono; 4) **mudança de programação** e 5) **aceleração indevida**. Todas são conseqüência da ação da interferência eletromagnética em diferentes componentes do sistema instalado.

Circuito de sensibilidade

Os marcapassos de demanda possuem em seu interior um circuito de sensibilidade com o objetivo de receber sinais elétricos originados pelas sístoles cardíacas e inibir o envio do estímulo ao coração. Além de receber sinais elétricos originados pelos batimentos cardíacos e de “sentir” sinais de outras fontes, dependendo da qualidade e da intensidade da interferência, o circuito pode apresentar **inibição, deflagração ou reversão**. São alterações transitórias que se mantêm enquanto persiste a atuação de sinais inadequados no circuito de sensibilidade.

Mudança de programação

A mudança de programação de forma definitiva por interferência eletromagnética é um fato muito raro.

Aceleração indevida

Nos marcapassos dotados de sensores que promovem a resposta de frequência podem ocorrer interferências também sobre o sensor, resultando em **aceleração indevida**.

Apesar dos filtros altamente seletivos que compõem os circuitos dos geradores de pulsos modernos, qualquer aparelho elétrico tem potencialmente a possibilidade de interferir nos marcapassos.

A conseqüência clínica de uma interferência sobre o funcionamento do marcapasso vai depender principalmente do grau de dependência do paciente em relação ao sistema artificial implantado. **É imperioso portanto que cada paciente receba orientações para o seu caso.**

Basicamente há quatro possibilidades de interferências: 1) **por contato**: quando existe contato físico entre o paciente e o aparelho, permitindo a passagem de uma corrente elétrica; 2) **por campo elétrico**: ocorrendo mesmo na ausência de contato físico, sendo induzidas à distância, por um campo elétrico; 3) **por ação magnética**: quando há presença de ímãs ou de campos magnéticos no equipamento interferente atuando sobre o relê do marcapasso e provocando alterações no seu funcionamento; 4) **por ação mecânica**: vibrações mecânicas produzidas pelo equipamento interferente podem alterar a frequência de marcapasso dotados de sensores de movimento.

Dependendo do tipo e da intensidade, as interferências podem desencadear quatro situações: 1) **disfunção transitória** (alteração reversível do marcapasso); 2) **disfunção permanente** (dano irreversível do gerador de pulsos); 3) **arritmias cardíacas**; 4) **alteração de com-**

portamento da junção eletrodo-corção.

Por uma questão didática, as interferências ambientais sobre os marcapassos, são classificadas em quatro grupos conforme o meio em que elas podem ocorrer: a) ambiente doméstico; b) ambiente social; c) ambiente profissional e d) ambiente hospitalar.

Ambiente doméstico

Apesar da grande diversidade de equipamentos presentes no ambiente domiciliar, seu potencial de interferências é muito pequeno. Essas interferências, na sua maioria de natureza eletromagnética, além de ocorrerem raramente, são na grande maioria das vezes incapazes de causar problemas clínicos relevantes.

Entretanto, apesar de serem dotados de circuitos com filtros específicos que procuram evitar problemas dessa natureza, todos marcapassos estão sujeitos a interferências de aparelhos eletrodomésticos. **Assim sendo, o aterramento adequado das instalações e a correta manutenção e utilização dos aparelhos elétricos, são princípios gerais que devem ser adotados pelo portador de marcapasso em seu domicílio.**

Eletrodomésticos - Em condições normais de funcionamento e com o adequado aterramento da rede domiciliar, a grande maioria dos aparelhos eletrodomésticos não gera interferência nos marcapassos. Entretanto, deve ser evitado o contato direto da região do corpo onde está o gerador com o aparelho em funcionamento. São exemplos: rádios e televisores, tomadas e interruptores elétricos, telefones comuns e sem fio, portões eletrônicos, controles-remotos, chuveiros, máquinas de lavar, geladeiras, secadoras, batedeiras, liquidificadores, ferros-elétricos, exaustores, fornos, computadores, ar-condicionado, lâmpadas fluorescentes, aquecedores, enceradeiras, torneiras elétricas e brinquedos eletrônicos.

Fornos de microondas - Os fornos de microondas eram antigamente questionados como causadores de interferências às custas de “fuga de energia” por vedação ineficiente do sistema. Os avanços tecnológicos dos marcapassos e a blindagem atual dos fornos de microondas tornam essa possibilidade bastante remota. Por precaução, recomenda-se que o portador de marcapasso mantenha-se afastado dois metros do microondas em funcionamento.

Colchão magnético - O uso do **colchão magnético está contra-indicado** para o portador de marcapasso, devido à possibilidade de atuação do ímã sobre o gerador, causando a reversão para o modo assíncrono de estimulação, mudando sua frequência para a magnética. Este evento pode propiciar a competição entre o ritmo próprio e o ritmo do marcapasso, favorecendo o aparecimento ou o desencadeamento de arritmias.

Aparelhos sonoros dotados de imãs potentes - Todo o manuseio de aparelhos com imãs potentes exige cuidados. Aparelhos sonoros, como grandes alto-falantes dotados de imãs potentes, podem causar problemas se estiverem em contato direto com a loja do gerador.

Choques elétricos - Os choques elétricos, que podem estar presentes em todas as situações domiciliares, são minimizados pelas condições adequadas de aterramento e manutenção da instalação e dos equipamentos. Geralmente são da ordem de 110 a 220 volts e podem interferir de 2 formas nos sistemas de estimulação: a) diretamente no gerador, podendo momentaneamente inibi-lo, deflagrá-lo, revertê-lo em modo assíncrono ou, até mesmo, alterar seu circuito de sensibilidade; b) através da passagem da corrente elétrica pelo cabo-eletrodo, com alteração da interface cabo-eletrodo-coração, ocasionando mudança do limiar de comando e/ou sensibilidade. **Caso o paciente receba um choque elétrico de qualquer magnitude recomenda-se uma revisão de todo o sistema de estimulação implantado.**

Aparelhos que produzem vibração - Vibrações causadas por aparelhos eletrodomésticos, como barbeadores elétricos, escovas dentais elétricas, aparadores de grama, perfuradores elétricos e vibradores para massagem podem influir nos marcapassos dotados de sensores para movimento, como os acelerômetros e, principalmente, os cristais piezoelétricos. Nessas condições, a vibração pode provocar uma aceleração inapropriada sem importância clínica.

Turbulência hídrica (hidromassagem) e acústica - Apesar da inexistência de dados na literatura, as situações que envolvem turbulência hídrica como a hidromassagem e, eventualmente, até turbulência acústica podem, teoricamente interferir nos marcapassos dotados de sensores de movimento, ainda que sem repercussão clínica relevante.

Sauna - Não obstante a sofisticação progressiva dos marcapassos que envolvem sensores, a sua adequação fisiológica para as diversas solicitações hemodinâmicas ainda é incompleta. Portanto, embora não interfiram diretamente nos marcapassos, situações que podem provocar vasodilatação importante, como saunas prolongadas podem, dependendo do tipo e do modo de estimulação, ocasionar sintomas de baixo débito. Isso não deve ser interpretado como uma interferência no marcapasso, mas como uma inadequada resposta cronotrópica frente a uma solicitação metabólica exacerbada.

Esteiras ou bicicletas ergométricas - Estes aparelhos não interferem com o marcapasso, mas podem resultar num trabalho físico que exija uma adequação do débito e da frequência cardíaca ao exercício realizado. A eventual disfunção miocárdica e a inadequada resposta cronotrópica do marcapasso podem limitar a realização dessas atividades físicas.

Fenômenos tribo-elétricos - São causados por energia eletrostática, sendo favorecidos pelo clima seco. Um exemplo é a atração de partículas, após a fricção de um objeto em uma superfície capaz de acumular cargas elétricas (após ser friccionado nos cabelos, um pente é capaz de atrair partículas de papel). Trata-se de um fenômeno que pode ocorrer por interação de cargas acumuladas em monitores de televisão e computador. Embora de discretíssimo efeito clínico, existe a possibilidade de deflagração ou inibição de um pulso do marcapasso, no momento do contato do corpo do paciente com a superfície carregada eletrostaticamente.

Resumidamente, o ambiente doméstico raramente causa problemas clínicos ao portador do marcapasso. Pode-se afirmar que, na existência de uma rede elétrica bem aterrada e aparelhagem com boa manutenção, é improvável que as interferências do meio domiciliar possam trazer qualquer prejuízo para a vida rotineira do paciente

Ambiente social

Os portadores de marcapassos cardíacos estão sujeitos a interferências no funcionamento de seus sistemas de estimulação cardíaca em diversas situações de suas atividades cotidianas. Essas interferências, na maioria sem significado clínico, podem ser evitadas com medidas e/ou precauções simples, propiciando uma vida normal sem maiores limitações.

Detetores de metais em aeroportos e em portas de bancos e dispositivos anti-furtos de lojas - Estes dispositivos são capazes de causar interferências em marcapassos, tanto unipolares como bipolares, podendo inibir, deflagrar, reverter ao modo assíncrono e, até mesmo, modificar a sua programação. Recomenda-se aos portadores de marcapassos que não se exponham a estes tipos de equipamento.

Transformadores e linhas de força de alta tensão - Podem determinar inibições ou deflagrações nos marcapassos, sendo recomendado aos pacientes que não transitem a menos de 4m destes locais.

Escada rolante, elevadores, portas automáticas e rádio de frequência privada - Não existem evidências de suas interferências sobre os marcapassos.

Transportes coletivos - Não existem evidências de interferências nos marcapassos de pacientes que utilizam transportes coletivos. Entretanto, as cabines de comando de aviões devem ser evitadas.

Telefone celular - O sistema de telefonia celular utilizado atualmente na maior parte do território brasileiro é analógico e pode causar discretas interferências do tipo inibição transitória sem maiores repercussões clínicas. O sis-

tema digital mais utilizado nos Estados Unidos e Europa, dependendo da proximidade do aparelho ao marcapasso, pode determinar interferências mais significativas, havendo relatos até mesmo de modificação da programação. Independente da tecnologia utilizada, recomenda-se manter o aparelho, sempre que ligado, a uma distância superior a 15cm do marcapasso, além da sua utilização no lado contralateral ao implante.

Usuários de automóvel - Apesar de existirem relatos de interferências em marcapassos de pacientes que se aproximam do motor, os usuários (motorista e passageiro) não sofrem qualquer tipo de interferência, sendo portanto este meio de transporte liberado.

Prática de esporte e esforços físicos em geral - Qualquer esforço físico que requeira a participação da musculatura próxima do gerador de pulso pode causar interferências, como inibição, deflagração e/ou reversão assíncrona nos marcapassos unipolares, devido à ação dos potenciais elétricos dos músculos esqueléticos. Os marcapassos bipolares não sofrem este tipo de interferência. Não existem maiores limitações à prática de esportes.

Atividades sexuais - Não existe qualquer tipo de interferência nos marcapassos durante a atividade sexual, desde que não ocorra, nos casos de marcapassos unipolares, esforço da musculatura próxima do gerador de pulso.

Parques de diversão, shopping centers e casas de espetáculos - Não existem evidências de interferências nos marcapassos nesses locais.

Ambiente profissional

O ambiente profissional dos portadores de marcapassos cardíacos artificiais permanentes pode conter equipamentos que emitam sinais eletromagnéticos que interfiram sobre o funcionamento dos sistemas de estimulação. Essas interferências implicam em diferentes consequências, podendo ocasionar em risco de vida para o profissional que opera o equipamento ou para outros que transitam pelo local. Fontes de interferências eletromagnéticas nas diferentes áreas de atividades profissional e econômica podem ser encontradas em: 1) empresas de fornecimento de energia elétrica; 2) indústria mecânica e siderúrgica; 3) indústria eletro-eletrônica; 4) empresas de telecomunicações; 5) empresas de transportes; 6) indústria de transformação de madeira e plástico; 7) hospitais e outros serviços médicos e paramédicos; 8) prestadores de serviços.

Empresas de fornecimento de energia elétrica - a) **Geração de energia elétrica** - campos magnéticos de grande magnitude resultantes do acionamento dos diversos geradores de energia contra-indica a presença de portadores de marcapassos no local. Existem, no entanto, nestes locais

algumas áreas, normalmente delimitadas pela própria empresa, com baixo nível de interferência magnética onde não há risco para os portadores de marcapasso; b) **subestação de transformação** - campos elétricos de alta tensão estão presentes nesses locais, de modo que os trabalhadores que portam marcapasso podem apresentar modificação funcional dessas próteses (inibição e/ou reversão assíncrona ou deflagração). Estudos demonstraram que existe a possibilidade de proteger esses profissionais através de paramentação específica, confeccionada com material isolante capaz de permitir o trabalho em estações de até 400 KV; c) **linhas de transmissão** - os campos eletromagnéticos induzidos pelas linhas de alta tensão podem provocar modificações funcionais nos marcapassos. Por este motivo, os portadores dessas próteses não devem exercer atividades neste ambiente.

Indústrias mecânica e siderúrgica - Os portadores de marcapasso estão sujeitos a ação de campos eletromagnéticos quando atuam sob influência das seguintes fontes: a) **dispositivos de solda elétrica (arco voltaico)**: os que utilizam até 225A em corrente alternada ou contínua com baixa voltagem, parecem não interferir na função dos marcapassos (testes *in vitro*). Por outro lado, dispositivos de maior porte que utilizam mais de 300A têm demonstrado modificações funcionais temporárias em percentual significativo de pacientes; b) **motores elétricos de grande porte** através da geração de campos eletromagnéticos, podem provocar modificações funcionais transitórias nos marcapassos, do tipo inibição, deflagração e reversão assíncrona. Recomenda-se aos portadores de marcapasso que mantenham-se a uma distância mínima de 2m.

Indústria eletro-eletrônica - Os profissionais da área de montagem de tubos de TV e monitores genéricos de vídeo (fontes de emissão de raios catódicos) e de equipamentos de dosagem de radiação (portáteis ou de grande porte) estão sujeitos às interferências ocasionadas por essas fontes de campo magnético. Equipamentos de solda por radiofrequência também podem provocar alterações temporárias no funcionamento dos marcapassos.

Empresas de telecomunicações - a) **Transmissores de radiofrequência AM, FM e TV** podem inibir geradores de pulsos unipolares, na dependência da proximidade, potência e modulação da frequência transmitida; b) **Radares** raramente interferem na função dos marcapassos de seus operadores, podendo eventualmente ser detectada inibição esporádica da estimulação sem repercussão clínica.

Empresas de transportes - Os marcapassos de condutores de automóveis, ônibus, caminhões e trólebus não sofrem interferências sobre a função dos seus marcapassos durante suas atividades profissionais. As cabines de aviões constituem exceção pela presença de múltiplos dispositivos de radiocomunicação. Restrições profissionais, entretanto, têm sido feitas somente aos pilotos, não se estendendo aos demais tripulantes.

Indústria transformadora de madeira e plásticos -

Os secadores de madeira por radiofrequência, furadeiras e lixadeiras são fontes de interferência que podem causar inibição, deflagração e reversão de marcapassos. Os portadores de marcapassos devem evitar estas atividades profissionais.

Hospitais e outros serviços médicos e paramédicos

- O profissional que opera ou transita em ambientes dotados de equipamentos médicos, odontológicos ou paramédicos, está sujeito às mesmas restrições que os pacientes, devendo, portanto, seguir as mesmas orientações que constam do capítulo das interferências hospitalares.

Prestadores de serviços - a) Eletricistas - apesar do risco potencial, esses profissionais lidam com rede de baixa voltagem e, quando suficientemente esclarecidos e protegidos por luvas de borracha e botas, não são alvo de eventos clinicamente relevantes; **b) mecânicos de automóveis** - as possíveis fontes de interferência ao sistema de estimulação cardíaca relacionadas à mecânica de automóveis têm sido pouco estudadas. Sabe-se, entretanto, que as operações ligadas aos motores e instalações elétricas podem gerar campos elétricos e/ou eletromagnéticos. Com relação aos motores, o sistema de ignição é tido como capaz de provocar inibições da estimulação em marcapassos unipolares em situações de proximidade inferior a 60cm. Recomendam-se distâncias de 1m durante o manuseio de motores com a ignição eletrônica ligada. As demais operações que envolvem instalações elétricas de automóveis não são capazes de provocar ameaças porque operam em baixa voltagem e em corrente contínua; **c) funilaria e serralheria** - os profissionais são submetidos a fontes diversas durante suas atividades na maioria dos aparelhos e a utilização de dispositivos de solda elétrica de baixa voltagem e amperagem parece não interferir nos marcapassos. Quando se utilizam equipamentos de alta voltagem, entretanto, podem ocorrer inibições de marcapasso uni ou bipolares. O uso de furadeiras e lixadeiras pode provocar baixo grau de inibição ou reversão assíncrona, sem relevância clínica; **d) técnico de televisão** - o tubo de imagem e os dispositivos utilizados para teste e reparo são fontes geradoras de campos eletromagnéticos capazes de interferir nos marcapassos. As interferências podem ser do tipo inibição, deflagração ou reversão para o modo assíncrono e, na prática diária, comumente sem relevância clínica; **e) digitador e técnico de informática** - com exceção dos problemas inerentes aos fenômenos tribo-elétricos relacionados ao monitor de computador, não parece haver qualquer interferência sobre o marcapasso. É recomendável, entretanto, o seu aterramento adequado; **f) consultório dentário** - quando portadores de marcapasso, dentistas e seus auxiliares, podem estar sujeitos a inibição, deflagração e reversão pela interferência dos aparelhos de diatermia dental, sempre que ligados. Observadas distâncias superiores a 35cm, tais interferências deixam de ocorrer.

Ambiente hospitalar

As interferências médico-hospitalares têm inúmeras

formas de aparecimento, podendo ser ocasionadas por aparelhos utilizados no diagnóstico, no tratamento ou de uso geral.

É fundamental que antes de qualquer procedimento médico-hospitalar tenha-se conhecimento do: 1) tipo do marcapasso e da sua polaridade (unipolar ou bipolar); 2) modo de estimulação e da frequência programada; 3) local do implante; 4) grau de dependência do paciente com relação ao marcapasso.

O tratamento e/ou exame diagnóstico deverá ser feito sob monitoração do ritmo cardíaco. Neste sentido, poderá ser utilizado um monitor de eletrocardiograma (ECG), um monitor de pulso arterial (caso a interferência impeça a adequada visualização do ECG) ou mesmo a cuidadosa palpação do pulso arterial.

Eletrocautério - O eletrocautério é um dos equipamentos de maior risco no que diz respeito às interferências em marcapassos. Basicamente, fornece uma corrente alternada de alta densidade, na faixa de radiofrequência (300KHz a 1MHz). A corrente é liberada de forma constante (corrente) ou sob a forma de pulsos decrementais (coagulação).

O eletrocautério pode ser unipolar, quando a corrente flui entre a lâmina do bisturi e uma placa de grande área, colocada na superfície corporal, ou bipolar, quando a corrente flui entre as duas hastes de um bisturi com formato de pinça. Obviamente, na conformação unipolar o campo elétrico é de grande extensão, originando interferência nos marcapassos. Na conformação bipolar, no entanto, esse campo é muito reduzido e localizado, com pouco efeito sobre os geradores atuais.

As interferências provocadas pelo bisturi elétrico nos marcapassos podem ocasionar: 1) inibição; 2) reversão assíncrona ou síncrona; 3) parada definitiva do gerador; 4) fibrilação ventricular; 5) aumento dos limites de comando e de sensibilidade; 6) reprogramação acidental do gerador, temporária ou definitiva.

Os efeitos nocivos do eletrocautério podem ser sensivelmente reduzidos, aplicando-se a corrente de forma perpendicular ao eixo formado entre o gerador e a ponta do cabo-eletrodo ou programando-se o marcapasso para sensibilidade bipolar. Além disso, contribui para reduzir os riscos e a intensidade das interferências o uso de baixas energias de corte e coagulação, associado à manutenção do equipamento em bom estado.

Nos marcapassos não programáveis, as interferências pelo eletrocautério podem ser evitadas, colocando-se um imã sobre o gerador, tornando-o assim assíncrono. Nos marcapassos programáveis, a colocação do imã, apesar de tornar o gerador assíncrono, aciona o circuito de programação na maioria dos modelos, tornando-o passível de programações anômalas, ocasionadas pela interferência. Este fato é raramente observado. Assim sendo, nos marcapassos programáveis é preferível a programação para um modo assíncrono (caso este seja tolerado pelo paciente) ao invés da colocação do imã. Não obstante, na presença de interferências de grande intensidade, mesmo na forma assíncrô-

nica, podem ocorrer pausas por efeito de campo nos semicondutores componentes do microcircuito do marcapasso.

Caso não se disponha de programador e tendo em vista que a programação anômala é de rara ocorrência, recomenda-se a utilização do ímã em pacientes dependentes.

A aplicação muito próxima ao cabo-eletrodo ou mesmo um toque do bisturi no cabo-eletrodo pode ocasionar um aumento significativo dos limiares de comando e de sensibilidade, gerando a necessidade eventual de reprogramação ou reposicionamento do cabo-eletrodo.

Assim sendo, recomenda-se: 1) iniciar o procedimento somente após a monitoração do ECG e/ou do pulso arterial; 2) evitar o uso do eletrocautério a menos de 15 cm do gerador de pulsos; 3) utilizar a menor energia possível para a eletro-cirurgia; 4) dispor de ou contar com a presença do programador do marcapasso; 5) utilizar o eletrocautério de forma intermitente, em pulsos de curta duração, <1s. Na presença de inibições do gerador, as aplicações deverão ser espaçadas de forma a evitar comprometimento hemodinâmico significativo; 6) na ausência de competição, programar o marcapasso para um modo assíncrono. Na impossibilidade de programação, recomenda-se a colocação de um ímã sobre o gerador de pulso; 7) utilizar, de preferência, o bisturi bipolar que reduz de forma significativa a área de interferência; 8) caso seja necessário o uso de bisturi unipolar, posicionar a placa do eletrodo indiferente de forma que a corrente elétrica do cautério não atravesse a região entre o gerador de pulsos e a ponta do cabo-eletrodo; 9) posicionar a placa do eletrodo indiferente o mais próximo possível da área a ser operada de forma a reduzir a região de interferência, observando a recomendação anterior; 10) dispor de ou contar com marcapasso temporário transtorácico, transesofágico ou endocárdico; 11) logo após o procedimento, reavaliar e reprogramar o gerador, fazendo a avaliação dos limiares de comando e de sensibilidade e a verificação das condições da bateria.

Equipamentos de suporte respiratório (oxímetro, ventilador, capnógrafo) e hemodinâmico (bomba de infusão, balão intra-aórtico ou circulação assistida, debi-tômetro, polígrafo ou monitores de pressão e pulso)

Estes equipamentos normalmente não ocasionam interferência significativa, desde que em condições adequadas de funcionamento e aterramento.

Ressonância magnética

Além da radiofrequência, os campos magnéticos estáticos e alternantes gerados pelo sistema podem afetar a função dos marcapassos. Os **estáticos** podem acionar o relé magnético, ocasionando a operação em modo assíncrono. Por outro lado, os campos magnéticos **alternantes** podem deflagrar o marcapasso até sua frequência máxima ou inibi-lo. Isto poderá ocorrer por efeito eletromagnético, não sendo evitado pela colocação de um ímã sobre o gerador ou pela prévia programação para o modo assíncrono. Este

conjunto de interferências torna imprevisível o efeito da ressonância magnética nos marcapassos e pode ocasionar disfunção permanente do gerador.

Recomendações - A ressonância magnética está **contra-indicada** nos portadores de marcapasso. Se houver extrema necessidade de sua realização, o caso deverá ser individualizado e considerado quanto ao grau de dependência da estimulação e quanto à tendência de surgimento de taquiarritmias graves, devendo ser então realizada sob monitorização rigorosa do ritmo e com marcapasso cardíaco provisório transtorácico. Além disso, o marcapasso deverá ser reavaliado e reprogramado no final do procedimento.

Ablação por cateter através de radiofrequência

A aplicação intracardíaca de altos níveis deste tipo de energia pode afetar o funcionamento do circuito de sensibilidade de todos os geradores. Desta forma, podem ser observadas a reversão assíncrona, a inibição temporária do gerador ou a deflagração. Entretanto, como estes pacientes devem estar devidamente monitorizados, tais disfunções não têm maiores efeitos, mesmo porque ocorrem de forma transitória, principalmente no início de cada aplicação. A aplicação de um ímã geralmente previne seu aparecimento. Apesar da alta energia envolvida, as disfunções são tipicamente reversíveis, desde que a radiofrequência seja aplicada a mais de 2cm dos cabos-eletrodos. Nos marcapassos bipolares o efeito da radiofrequência é significativamente menor. Não obstante, existem raros relatos na literatura descrevendo danos permanentes ao gerador.

Recomendações - A ablação por radiofrequência pode ser realizada com segurança nos portadores de marcapasso, desde que observados alguns cuidados básicos. Sempre que possível o marcapasso deverá ser programado em comando e sensibilidade bipolares. A aplicação deve ser evitada num raio de 2cm em torno do cabo-eletrodo e nunca deve ser realizada em contato com os mesmos. A função do marcapasso deve ser monitorada, sendo necessário dispor ainda de marcapasso provisório de reserva, além do programador. A programação para o modo assíncrono pode ajudar nos casos de inibição pela radiofrequência.

Cardioversão e desfibrilação

Devido à grande quantidade de energia envolvida nesses procedimentos, obviamente a cardioversão e a desfibrilação interferem momentaneamente nos geradores de pulsos, podendo ocasionar disfunção temporária ou permanente ou, até mesmo, interrupção da estimulação. Além da possibilidade de dano permanente, podem ocasionar lesão da junção cabo-eletrodo-corção com aumento dos limiares de comando e/ou de sensibilidade. Os marcapassos unipolares são os mais susceptíveis a essas ocorrências.

Recomendações - A cardioversão ou a desfibrilação podem ser utilizadas nos portadores de marcapasso, desde que observados alguns cuidados: 1) a aplicação do choque nunca deve ser realizada sobre o gerador de pulsos e áreas adjacentes (deve-se respeitar 15cm de raio em torno do gerador); 2) deve-se aplicar o choque perpendicularmente ao eixo entre o gerador e a ponta do cabo-eletrodo, principalmente nos geradores unipolares. A aplicação de choque deve ser ântero-posterior, entre o precórdio e o dorso do paciente; 3) recomenda-se a colocação de um ímã sobre o gerador no momento do choque; 4) deve-se dispor de estimulação cardíaca provisória; 5) após a cardioversão/desfibrilação reavaliar o gerador de pulsos.

Litotripsia

Este tipo de terapia pode, através da ação mecânica ou da formação de campo elétrico, inibir ou danificar o circuito do marcapasso. Apesar disso, não existem estudos conclusivos que quantifiquem a ocorrência de interferências nesta terapêutica. Desta forma, os pacientes devem ser monitorizados para eventuais mudanças no funcionamento do marcapasso. Uma maneira simples de evitar inibições é programar o marcapasso no modo assíncrono, numa frequência discretamente maior que a do ritmo próprio do paciente.

Basicamente existem duas técnicas de litotripsia: na 1ª, o litotriptor é colocado no subcutâneo, próximo ao cálculo renal. Nesta técnica existe **menor interferência** sobre os marcapassos. Na 2ª, o litotriptor é empregado para liberar faíscas na água onde o paciente está submerso, servindo para gerar ondas de choque que são direcionadas por um refletor elipsoidal de metal para a região do cálculo. São liberados vários choques com voltagem em torno de 30KV, com energia variando entre 20-40 joules. As chances de inibição por este tratamento são reduzidas, principalmente se o gerador estiver na região peitoral, mesmo porque os choques são sincronizados com a onda R ou com a espícula do marcapasso. Os geradores bicamerais devem ser programados para unicamerais a fim de evitar dupla deflagração. Nesta técnica, quando existe inibição, isto pode acontecer tanto nos modos unipolar, como bipolar. Além dos grandes benefícios proporcionados, a litotripsia na maioria dos casos apresenta pequeno risco de danificar o sistema de estimulação cardíaca artificial, principalmente quando implantado na região peitoral. Em casos de gerador implantado no abdômen, a indicação deste tratamento deve ser melhor avaliada.

Equipamento odontológico

Estes equipamentos podem afetar o funcionamento dos marcapassos se gerarem campos elétricos, campos magnéticos e vibrações mecânicas nas formas contínua ou pulsátil. Destas, as de forma pulsátil têm maior capacidade de interferência.

Radiografias dentárias não afetam o funcionamento dos marcapassos por terem baixa quantidade de energia; equipamentos de limpeza dentária através de ultra-som também não provocam interferência durante uso regular; testadores de polpa dentária também não afetam o funcionamento dos geradores, já que utilizam de baixa corrente fora da área de implante; equipamentos como cadeira de dentista, motores de brocas dentárias e misturadores, habitualmente, não interferem nos marcapassos, desde que devidamente aterrados. Não obstante, nos marcapassos com sensores mecânicos, pode ocorrer aceleração indevida durante a utilização dos motores, principalmente os de baixa rotação, efeito de pouco significado clínico; eletrocautério deve ser utilizado com cautela e sob monitorização do pulso, tendo em vista a possibilidade de ocasionar inibição, deflagração e reversão assíncrona do marcapasso. O eletrocautério bipolar tem menos risco de originar interferências (vide considerações anteriores sobre eletrocautério).

Diatermia

Podem ser definida como a geração de calor por intermédio de ondas eletromagnéticas (ondas curtas e microondas). O seu uso deve ser evitado se a fonte de diatermia estiver direcionada para a região do marcapasso ou se possuir potência elevada, podendo, neste caso, ocorrer o aquecimento dos componentes e elementos metálicos, causando até mesmo disfunção permanente do gerador ou arritmias graves.

Procedimentos diagnósticos

Não são relatadas na literatura médica alterações na função do marcapasso com os métodos diagnósticos - **ultra-som, ecocardiograma, teste ergométrico, vetocardiograma, Holter, radiografia, cinecoronariografia, medicina nuclear, mamografia, tomografia, eletroencefalografia** - desde que os equipamentos estejam em condições adequadas de manutenção e aterramento.

Radiação terapêutica (radioterapia)

Podem ocorrer efeitos indesejáveis (disfunção permanente ou depleção da bateria) com a exposição do gerador a doses cumulativas acima de 500 rads. A loja do marcapasso deve estar sempre protegida por chumbo durante as sessões de radioterapia. Não devem ser realizadas aplicações a menos de 5cm do gerador. Caso seja necessária a utilização de radioterapia na região da loja, o gerador deve ser explantado e reposicionado longe da área a ser irradiada.

Neuroestimulação elétrica transcutânea e eletromiografia

Podem afetar o marcapasso provocando inibição,

deflagração e reversão para o modo assíncrono. Sua aplicação deve ser evitada.

Acupuntura

A acupuntura não produz qualquer tipo de interferência sobre o marcapasso. Entretanto, se for utilizada em associação com estimulação elétrica (eletro-acupuntura), pode originar inibição, deflagração e reversão assíncrona do marcapasso. Contra-indica-se, portanto, a eletro-acupuntura.

Conclusão

Os geradores de pulsos atuais possuem sistemas adequados de proteção contra a grande maioria das fontes que possam interferir no seu funcionamento. Em comparação com os aparelhos fabricados há uma década, os atuais são muito mais eficientes. A grande maioria das interferências abordadas neste trabalho não age de maneira clinicamente significativa na vida dos pacientes; entretanto, algumas situações particulares ainda possuem a capacidade de produzir alterações, que provavelmente serão solucionadas em futuro próximo.