

# Utilização Clínica da Autocaptura

Paul A. LEVINE<sup>(1)</sup> Paulo R. A. GAUCH<sup>(2)</sup>

Reblampa 78024-341

Levine PA. Gauch PRA. Utilização clínica da autocaptura. Reblampa 2003; 16(1): 31-41.

**RESUMO:** Os autores fazem uma retrospectiva sobre o tema do ajuste automático de limiar de comando ou autocaptura, apresentando suas características terapêuticas e diagnósticas. Analisam sua influência na longevidade do gerador de pulso e na evolução dos limiares de comando, agudos ou crônicos, quando se utilizam os atuais cabos-eletrodos dotados de esteróides. Discorrem sobre as possíveis causas de aumento do limiar de comando após a maturação do cabo-eletrodo e a nova perspectiva que se abre para a obtenção de diagnósticos mais apurados com a utilização do Registro de Limiar de Longo Prazo. Concluem que, dada a atual comprovação da eficácia e dos benefícios da autocaptura, esta característica é essencial e deve ser incorporada a todos os marcapassos.

**DESCRIPTORES:** estimulação cardíaca artificial, cabo-eletrodo.

## INTRODUÇÃO

Mujica et al.<sup>1</sup>, em 1973, e Preston et al.<sup>2</sup>, em 1974, foram os primeiros a propor um marcapasso com "ajuste automático do limiar de comando", capaz de manter a menor amplitude do pulso, minimizando o gasto da bateria e, conseqüentemente, maximizando a longevidade do dispositivo. A segurança do paciente seria garantida pela presença de pulsos de "back-up" com voltagem elevada, acionados sempre que ocorresse a perda da captura promovida pelo pulso de baixa voltagem.

No modelo proposto por Preston<sup>2</sup> havia dois modos de operação. No primeiro, o dispositivo podia ser ajustado na opção de programação, no caso do sistema testar o limiar de comando e ajustar a saída para uma margem de segurança pré-ajustada de 0,5 mA acima do limiar medido. A saída manter-se-ia constante, a menos que ocorresse uma elevação do limiar de captura, caso em que a perda de captura seria seguida por um pulso de "back-up" mais alto e o sistema reajustaria a saída funcional do pulso primário.

O segundo era um modelo contínuo que, além de realizar os procedimentos supramencionados, avaliaria periodicamente o limiar de captura, permitindo reduzir a saída quando conveniente. Uma multiplicidade de desafios técnicos frustrou esses esforços iniciais e a autocaptura só foi obtida com sucesso mais de 20 anos após a proposição inicial.

Em 1995, a St. Jude Medical introduziu o primeiro sistema de autocaptura bem sucedido no marcapasso de câmara única Microny™. A autocaptura ventricular também foi introduzida com sucesso no sistema de estimulação de dupla-câmara Affinity™, lançado em 1998 tanto na Europa como nos Estados Unidos. Tais dispositivos transformaram em realidade a teoria proposta por Mujica e Preston.

Não obstante os avanços obtidos, nem todos os algoritmos teoricamente benéficos atendem o que se prometia. Assim sendo, é apropriado perguntar: com que freqüência os benefícios propostos foram alcançados? Em que grau o algoritmo auxilia diretamente o médico no gerenciamento da condição clínica do

(1) Vice-presidente e diretor médico da St. Jude Medical CRM e professor de medicina da University School of Medicine, Loma Linda, Califórnia, USA.

(2) Médico especialista do Departamento de Estimulação Cardíaca Artificial (Deca).

Endereço para correspondência: Dr. Paulo Roberto A. Gauch. Alameda das Acácias, 121 - Alphaville Residencial 5 - Santana do Parnaíba - SP - CEP: 06487-170, Brasil - E-mail: pgauch@dialdata.com.br  
Trabalho recebido em 02/2003 e publicado em 03/2003.

paciente, uma vez que se espera que a automatismo do marcapasso torne a vida do paciente mais segura e a análise continuada do marcapasso pelo clínico mais fácil?

#### *Longevidade aumentada*

A mais longa experiência acumulada refere-se ao Microny™, disponível na Europa desde 1995. Até o momento, nenhum dos sistemas que utilizam autocaptura teve tempo para atingir a longevidade projetada. Somente agora informações baseadas em experiências clínicas têm surgido na literatura médica confirmando a previsão de aumento na durabilidade dos dispositivos.

Schüller et al.<sup>3</sup> buscaram verificar quanto da capacidade original da bateria do Microny (0,35 Ah) resta após 4 anos de uso. Com base não em testes acelerados no laboratório, mas nos dados reais de pacientes, os autores concluíram que a vida útil total do dispositivo é de  $7,8 \pm 0,2$  anos, 65% mais longa do que quando se programa a saída de pulso padrão.

Informações mais recentes de Boriani et al.<sup>4</sup>, da Itália, e Simeon et al.<sup>5</sup>, da Suíça, confirmam as conclusões de Schüller. Boriani e colaboradores realizaram duas análises: uma com respeito à longevidade do dispositivo e a outra considerando o custo de todo o sistema, com base no tempo de vida do marcapasso.

Os cálculos basearam-se em dados de 25 pacientes que receberam implantes de dispositivos Microny™ ou Regency™ e foram acompanhados por um período de 3 anos. Admitindo-se um limiar de captura baixo, a utilização do sistema de autocaptura resultou em um aumento de 142% na longevidade projetada. Obtiveram também resultado superior ao da programação de saída fixa de 2,5 V, que é prática comum, embora exceda a margem de segurança padrão recomendada de 2:1. Mesmo com limiar inferior a 1 V e saída programada para uma margem fixa de segurança de 2:1, ainda assim autocaptura aumentou a longevidade projetada em 23%.

Os custos de todo o sistema foram estimados segundo a técnica de Sutton e Bourgeois<sup>9</sup> combinada com os cálculos de longevidade dos dados reais do dispositivo. Para o Regency™, que utiliza uma bateria maior, a redução de custos projetada foi de 57% e para o Microny™, de 27% quando comparada ao Sensorithm™. O Sensorithm™ é um marcapasso VVIR, também da St. Jude Medical, idêntico ao Microny™, exceto por uma bateria levemente maior e ausência de algoritmo de autocaptura.

O estudo de Simeon et al.<sup>5</sup> acompanhou 80 pacientes com uma variedade de limiares crônicos diferentes e que haviam recebido implante do marcapasso Regency SR+. Os pacientes foram divididos em três grupos tendo como parâmetro divisório os

limiares de captura. Os cálculos de longevidade foram baseados na medida de drenagem da bateria, admitindo 100% de estimulação a uma frequência de 65ppm, com 1% de pulso de "back-up". Os cálculos foram feitos com o sistema de autocaptura ligado e a saída em torno de 0,3 V acima do limiar medido e também com a autocaptura desligada e a saída ajustada para uma margem de segurança de 2:1. Os pacientes foram divididos em: a) um grupo de limiar menor do que 1V; b) um grupo intermediário com limiares entre 1 e 2V e c) um grupo de limiar alto, acima de 2V. As conclusões são apresentadas na tabela 1.

Os autores concluíram que o marcapasso com ajuste automático de limiar possibilitado pela autocaptura oferece várias vantagens clínicas. A estimulação "com baixa saída e segurança adequada fornecida pelos pulsos de "backup", evita a drenagem desnecessária da corrente e elimina os riscos associados às variações imprevisíveis nos limiares de estimulação". Por conseguinte, "a autocaptura oferece segurança ao paciente nos casos em que o limiar de estimulação ultrapassa a margem de segurança de voltagem 2:1, o que pode ocorrer inesperadamente, apesar do implante de cabos-eletrodos com excelentes registros de desempenho. Por isso, a margem de segurança baseada nas medidas momentâneas do limiar e programada de maneira fixa (por exemplo, 2:1) durante a rotina de acompanhamento pode não ser suficiente".

Um estudo recente de Ribeiro et al.<sup>7</sup> de Belo Horizonte demonstrou um efeito benéfico da autocaptura no aumento da longevidade dos marcapassos dupla-câmaras implantados.

*Os atuais cabos-eletrodos com liberação de esteróide eliminam a necessidade da autocaptura?*

Uma multiplicidade de fatores pode afetar os limiares de captura. A experiência inicial mostra que, o uso de cabos-eletrodos com liberação de esteróides atenua significativamente o aumento do limiar de captura, produzido pelo processo de maturação do cabo-eletrodo, embora não o elimine.

Graças ao cabo-eletrodo com liberação de esteróides, a maturação do cabo-eletrodo deixou de ser a causa mais comum de aumento significativo de limiar, precoce ou tardio. Entretanto, o fosfato de sódio dexametasona, incorporado à maioria dos atuais cabos-eletrodos, só tem impacto sobre a reação inflamatória aguda relacionada ao implante recente.

TABELA 1

	Autocaptura ligada	Autocaptura desligada
Limiar Baixo (<1V)	21 anos	18 anos
Limiar Intermediário	18 anos	14 anos
Limiar Alto (>2V)	13 anos	9 anos

Aumentos tardios do limiar de comando de causa desconhecida ou resultantes de anormalidades metabólicas, progressão da doença miocárdica de base ou de efeitos colaterais de vários agentes diagnósticos e terapêuticos ainda podem colocar determinados pacientes em risco significativo.

O conceito de "margem de segurança" representa um esforço da comunidade médica para prever flutuações de limiar, com a finalidade de garantir a captura. Visa a segurança do paciente e a redução do consumo, diminuindo assim a drenagem de corrente da bateria e aumentando a longevidade do dispositivo da forma mais segura possível.

Antes da autocaptura tornar-se disponível, a recomendação clínica padrão era programar a saída de voltagem para uma margem de segurança de 2:1. Essa recomendação, entretanto, foi questionada em inúmeros estudos.

Um estudo detalhado conduzido por Danilovic e Ohm<sup>8</sup> usou cabos-eletrodos com liberação de esteróides de geração atual (originalmente cabos-eletrodos Medtronic) conectados a marcapassos Thera™ da Medtronic dotado de software dedicado que permitia ao aparelho avaliar automaticamente o limiar de captura quando solicitado.

Os resultados revelaram aumentos significativos, inesperados e tardios no limiar de captura em 10% da população do estudo. Os autores concluíram que o padrão clínico da margem de segurança de 100% pode não ser seguro, recomendando sua ampliação para 150% (3:1) a 200% (4:1).

O cabo-eletrodo Capsure Z de alta impedância da Medtronic, introduzido mais recentemente, foi também associado a uma incidência de 5 a 10% de aumentos precoces e elevados de limiares, mesmo com cabos-eletrodos providos de solução de esteróide<sup>8-12</sup>.

Schwaab et al.<sup>13</sup> adotaram uma perspectiva diferente para abordar a segurança do dispositivo. Estudaram 37 pacientes, todos com cabo-eletrodo com liberação de esteróide 5024 da Medtronic, conectado a um gerador de pulso Intermedics Relay, modelo 294-03, dispositivo que fornece medidas detalhadas do cabo-eletrodo, incluindo carga de pulso. Ajustaram a margem de segurança para 100% (2:1), com base no limiar de carga medido, com amplitudes de pulso de 0,5; 1,0 e 2,0 volts. Foram registrados limiares de carga tanto na fase aguda como 18 meses após o implante. O resultado mostrou uma variação que foi desde uma diminuição de 30% até a um aumento de 60%.

Esses resultados surpreenderam muitos clínicos que presumiram que os cabos-eletrodos já teriam maturado após 18 meses e que o limiar de captura estaria estável. Embora nenhum cabo-eletrodo do estudo tenha excedido o limiar de 2,5 volts e mesmo considerando pequeno o número de pacientes envolvi-

dos, os autores concluíram que "programar ajustes de saída em voltagens baixas tornaria necessárias visitas médicas regulares e seguidas, com determinação cuidadosa da margem de segurança".

Tendo em vista o excelente desempenho de todos cabos-eletrodos da atual geração Schuchert et al.<sup>14</sup> levaram este fato em consideração ao programar saídas muito baixas (1,0 Volt). Utilizaram dispositivos Logos™ da Biotronik com seus algoritmos "Capture-Control", os quais registram a frequência do "pulso de segurança". Essas saídas são similares aos pulsos de "back-up" da St. Jude no algoritmo de autocaptura.

Os pacientes foram programados aleatoriamente em 1,0 V; 1,5 V e 2,5 V por um período de 6 semanas. Com isto, avaliou-se a frequência dos "pulsos de segurança" programando o marcapasso abaixo ou acima do padrão clínico de 100% (2:1) da margem de segurança. Os autores observaram que "os pulsos de segurança foram entregues mais frequentemente quando se programou a voltagem a uma amplitude de 1,0 V, quando comparada a 1,5 e 2,5 V, mesmo em pacientes com limiares de estimulação abaixo de 0,5 volt". Tais resultados levaram a questionar "se a margem de segurança de 100% é realmente segura durante o acompanhamento, em pacientes programados com saídas muito baixas como 1,0 V". Na saída mais baixa, a incidência dos "pulsos de segurança" foi de  $8,8 \pm 7,8\%$ .

#### *Aumentos de limiares tardios associados a mudanças de substratos*

Independentemente das mudanças no limiar de captura serem prematuras ou tardias, por vezes por razões não definidas, podem ocorrer especificamente mudanças de limiar tardio devidas a progressão da doença cardíaca, anormalidades metabólicas ou efeitos colaterais de vários medicamentos<sup>15-23</sup>.

O ensaio de Clarke et al.<sup>24</sup>, registrado no estudo clínico europeu, envolvendo o Microny apresentou um caso de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) descompensada associada a um aumento do limiar de comando que excedia significativamente o padrão clínico de 2:1 da margem de segurança. Com o tratamento da insuficiência cardíaca congestiva (ICC), o limiar retornou à base estável anterior (figura 1). Em nenhum momento do período de descompensação cardíaca foi registrada a perda de captura, apesar da saída real estar a apenas 0,3 V acima do limiar de captura medido.

Uma boa suposição é que o aumento do limiar resultou em perda de captura, levando à bradicardia que, por sua vez, causou a ICC.

Para Clarke et al.<sup>24</sup>, as explicações para esse comportamento incluiriam a dilatação ventricular progressiva, esticando o cabo-eletrodo e pressionando a superfície eletrodo-tecido, ou algum outro mecanismo

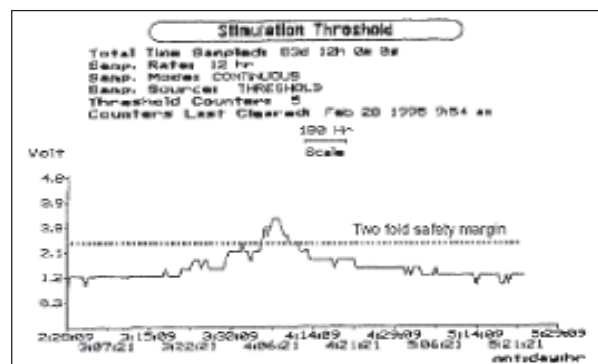


Figura 1

metabólico desconhecido, colaborando para o aumento no limiar. O retorno do limiar ao nível basal quando a compensação cardíaca foi restabelecida leva a crer que a ICC foi diretamente responsável pelo aumento do limiar de captura. A visão desses autores, de que a ICC desencadeou o aumento do limiar, é contrária à nossa posição, pois pensamos que o aumento de limiar levou à perda de captura que precipitou a ICC.

Somente o registro de limiar de longo prazo permite ao médico identificar condições até então desconhecidas e que podem resultar em aumento de limiar. Esses aumentos podem passar despercebidos se não excederem a saída fixa programada ou se ocorrerem em um paciente não dependente de marcapasso. O problema tende a se tornar mais comum e freqüente com a tendência crescente dos médicos de programar saídas fixas mais baixas e/ou aumentos de limiares mais marcantes em determinados pacientes.

Apresenta-se a seguir exemplos que ocorreram espontaneamente e foram submetidos à St. Jude Medical. O primeiro caso é de uma mulher de 83 anos, cujo marcapasso Affinity foi implantado no início de 1999. Os limiares de captura mantinham-se estáveis, com valores inferiores a 1 volt. A paciente desenvolveu uma gastrenterite aguda que não respondeu ao tratamento convencional. A diarreia persistente levou-a a um quadro de desidratação e a paciente necessitou de hospitalização para receber soro. Como se tratava de uma portadora de marcapasso, foi aceita na Unidade de Terapia Intensiva. Mesmo sendo observadas algumas arritmias, não havia longas pausas que sugerissem perda de captura intermitente. A autocaptura permaneceu ligada e seu cardiologista não foi consultado durante os 4 dias de hospitalização.

Mantendo seu compromisso de acompanhamento de rotina, a paciente compareceu a uma consulta previamente agendada, 3 dias após a alta hospitalar. Nessa consulta foi obtido o Registro de Limiar de Longo Prazo (LTTR) que demonstrou um importante

aumento do limiar, três vezes superior ao limiar anteriormente estável (figura 2). Com a sua melhora clínica, o limiar de captura voltou à base estável anterior.

Na figura 2, o ponto A indica o início do quadro agudo. Observa-se um pequeno aumento no limiar de captura, de certa significância. Se o marcapasso tivesse sido programado com saída fixa, essa pequena mudança não teria sido observada. No ponto B, que demarca a internação no hospital, o limiar aumentou significativamente. Se o marcapasso estivesse programado com saída fixa e margem de segurança de 2:1, deveria ter ocorrido perda de captura. No ponto C, em que a paciente recebeu alta recuperada clinicamente, o limiar de comando já havia retornado à base.

O que causou o aumento no limiar? A infecção viral resultou em uma miocardite subclínica? O aumento foi devido a alteração eletrolítica? Neste caso, não há nenhuma resposta definitiva. Com um marcapasso padrão programado para uma margem de segurança de 2:1, a condição clínica da paciente teria sido comprometida por perda intermitente da captura. Este fato não ocorreu, pois ela foi protegida pela estimulação estável o tempo todo, tanto que o aumento de limiar só foi observado no estudo retrospectivo.

O segundo paciente apresentou-se para um acompanhamento de rotina previamente agendado para avaliação do marcapasso. A recuperação inicial do LTTR demonstrou um aumento importante de limiar durante alguns dias, retornando posteriormente à base (figura 3). A história dos eventos coincidentes com o aumento do limiar identificado no LTTR revelou que o paciente havia sido submetido a uma aortografia com contraste.

Na literatura médica há um trabalho<sup>25</sup> registrando dois pacientes que desenvolveram perda de captura temporária associada a angiografia coronária. Os autores relacionaram-na à isquemia, que teria causado o aumento do limiar. Entretanto, e esta é apenas uma possibilidade, o aumento no limiar de captura pode ser um efeito colateral desconhecido do agente de contraste angiográfico. Se assim for, dada a freqüência com que são realizados os procedimentos coronários e angiográficos, por que não é mais freqüente? Tais eventos podem ser mais comuns, especialmente se os aumentos de limiar não excederem a saída programada, passando despercebidos se não houver um LTTR.

O propósito deste artigo é sugerir que pode haver um número significativo de aumentos de limiar quando se utiliza contraste. A introdução da autocaptura no Affinity, Entity e Integrity, em que a amplitude do pulso é de apenas 0,25 Volt acima do limiar de captura, associada ao LTTR, pode permitir o reconhecimento de aumentos mais freqüentes no limiar de captura durante a realização de procedimentos ou com o uso de novas medicações. Entretanto, o algo-

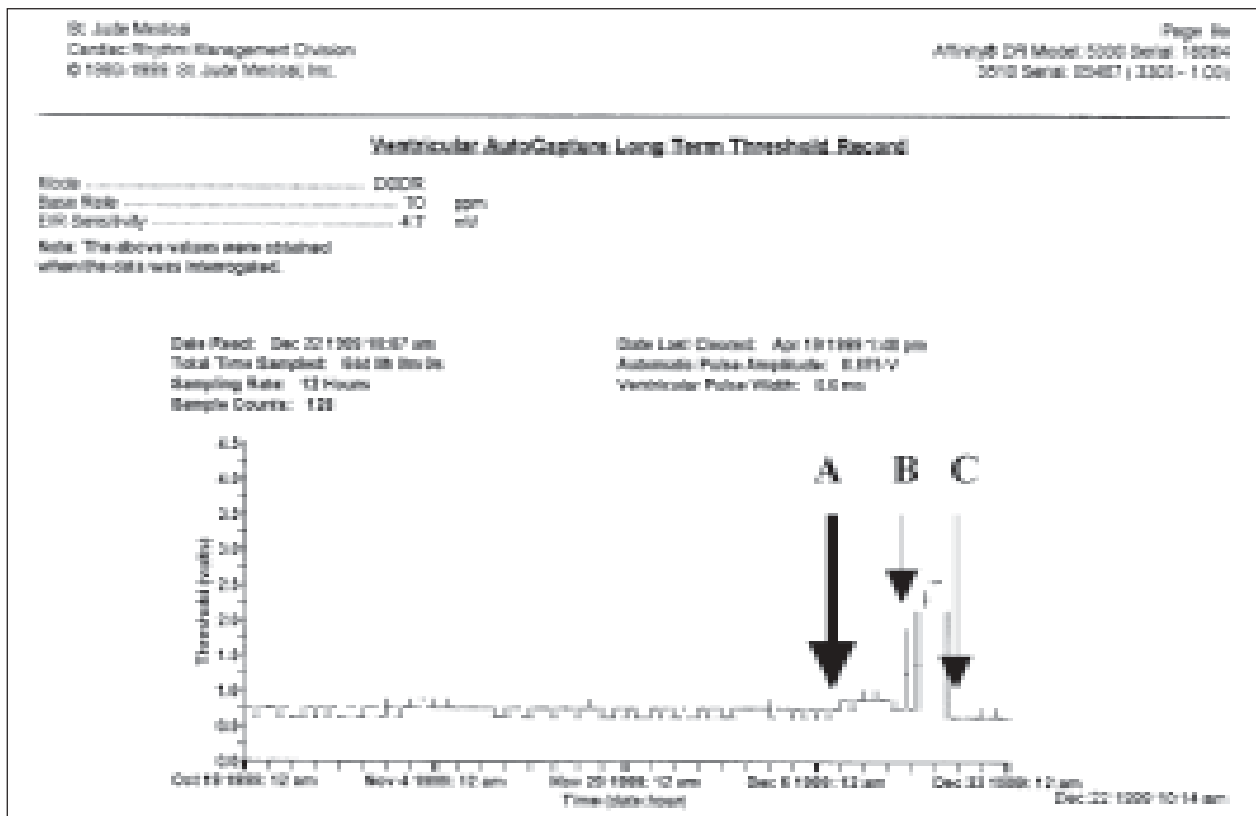


Figura 2

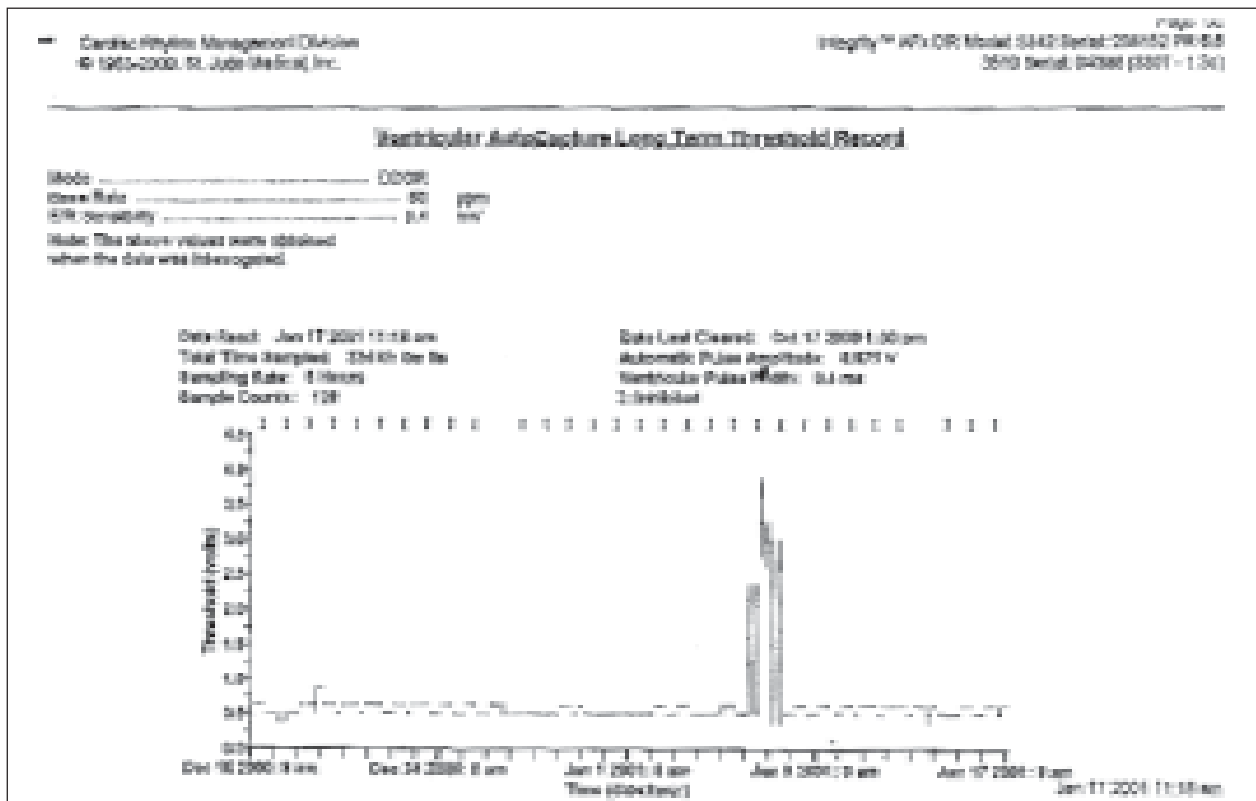


Figura 3

ritmo protege automaticamente o paciente da perda ocasional de captura.

*Identificação da instabilidade do cabo-eletrodo:*

Com a estabilização do cabo-eletrodo, o LTRR mostrará um valor de limiar estável (figura 4). Isso permitirá mudar a rotina de avaliação, eliminando a necessidade de realizar uma avaliação formal do limiar.

Por outro lado, a flutuação marcante no limiar de captura pode sinalizar um problema. Se isso ocorre logo após o implante, sugere instabilidade mecânica do cabo-eletrodo. O LTRR da figura 5 foi registrado em uma avaliação de dois meses após o implante, sugerindo instabilidade marcante do cabo-eletrodo.

O eletrocardiograma intracavitário confirmou que, apesar de uma morfologia de QRS estável no eletrocardiograma (ECG) de superfície, havia flutuações dramáticas na amplitude do EGM intracardíaco, consistente com movimento do cabo-eletrodo (figura 6). Com base nessa informação, o paciente foi readmitido no hospital e o cabo-eletrodo foi reposicionado.

Um segundo paciente teve um sistema de estimulação dupla-câmara implantado. Foi notado um aumento importante no limiar de comando ventricular no período pós-implante. Em repetidos testes de limiar semi-automáticos, o limiar variou de 1 a 4 volts (figura 7).

O paciente não era dependente de marcapasso.

A indicação primária para estimulação foi disfunção do nó sinusal, na sua forma de síndrome bradi-taqui. Decidiu-se por não intervir nessa ocasião, mas acompanhar o paciente cuidadosamente, com a esperança de que o cabo pudesse espontaneamente ser ancorar em uma localização estável.

O marcapasso foi programado em ventrículo com a amplitude máxima. Mesmo que o limiar de captura fosse mais alto do que o normal, o estímulo ventricular deveria ser inibido por longos períodos pelo ritmo próprio do paciente, de modo que não deveria haver diminuição da longevidade do dispositivo. Por outro lado, o médico sentiu que poderia não ser seguro manter a estimulação atrial de câmara única, uma vez o paciente necessitava de terapia farmacológica para fibrilação atrial paroxística, com possíveis efeitos adversos na condução nodal atrioventricular (AV).

Em um acompanhamento subsequente, o LTRR demonstrou que o limiar de captura continuou instável, indicando que o cabo-eletrodo não estava mecanicamente estável (figura 8). O paciente foi então readmitido no hospital e o cabo-eletrodo ventricular foi reposicionado.

*Identificação da degeneração mecânica do cabo-eletrodo*

O problema mais comum com os cabos-eletrodos de estimulação é o dano mecânico, tanto do isolamento



Figura 4

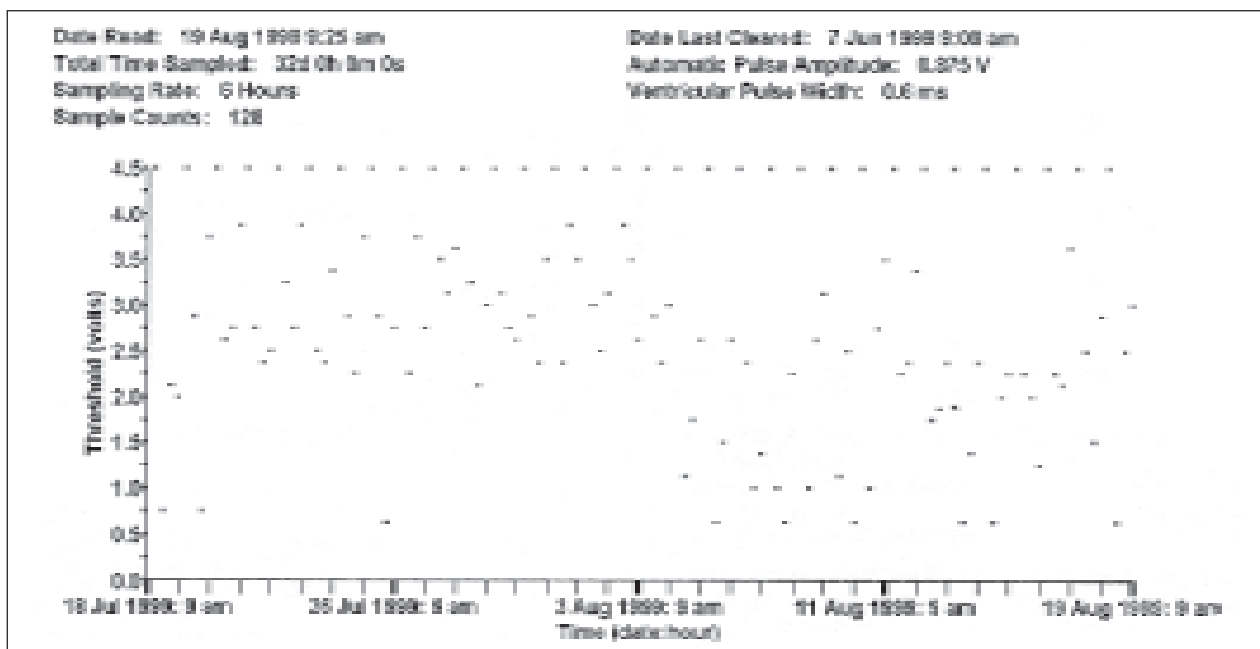


Figura 5

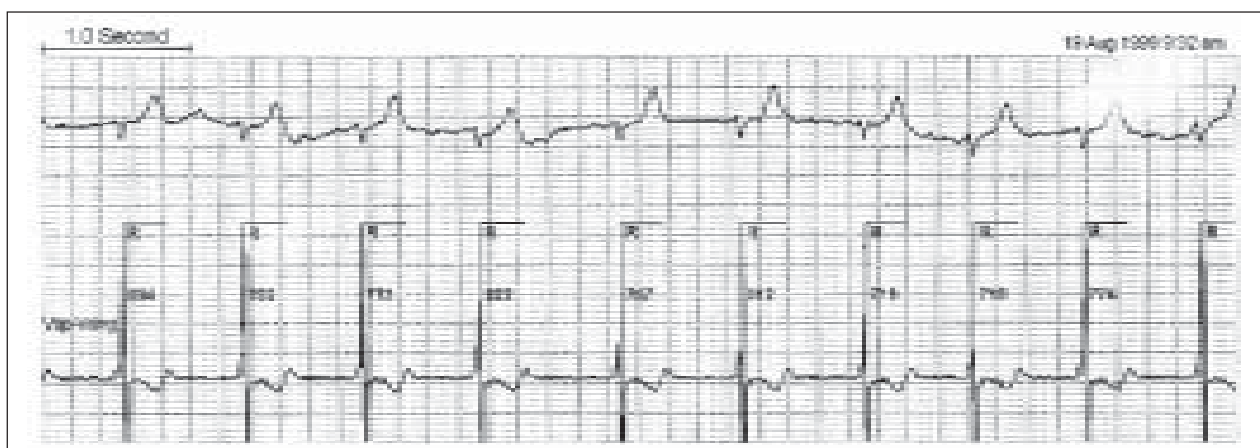


Figura 6

como da bobina condutora, associado com a "compressão da costela-clavícula". O mecanismo deste problema foi bem descrito<sup>26,27</sup> e durante a década passada vários registros apareceram na literatura<sup>28-32</sup>.

No algoritmo de autocaptura atualmente utilizado, a estimulação é unipolar, enquanto que a detecção da resposta evocada é bipolar. O problema comum de compressão da costela-clavícula resulta em perda do isolamento externo, levando a fratura do metal condutor que se conecta ao anel do cabo-eletrodo. Nesse momento perde-se a sensibilidade bipolar e permanece a estimulação unipolar pelo metal condutor que se conecta à ponta do cabo-eletrodo. Nessa situação, mesmo que o limiar de captura permaneça

baixo, a resposta evocada necessária para conferir a eficiência do pulso não será sentida, resultando na entrega de um pulso de "back-up" desnecessário, visto que o pulso básico é eficaz.

A persistência dessa condição leva o dispositivo a aumentar seguidamente a amplitude de cada pulso em busca de energia que obtenha a resposta evocada. Cada um desses pulsos terá efetividade e mesmo assim será seguido de um pulso de "back-up" pela falta da resposta evocada, o que gerará um gráfico em forma de rampa na saída básica do dispositivo. Esse comportamento será mostrado no LTTR, fornecendo um indicio de que há um problema no cabo-eletrodo.

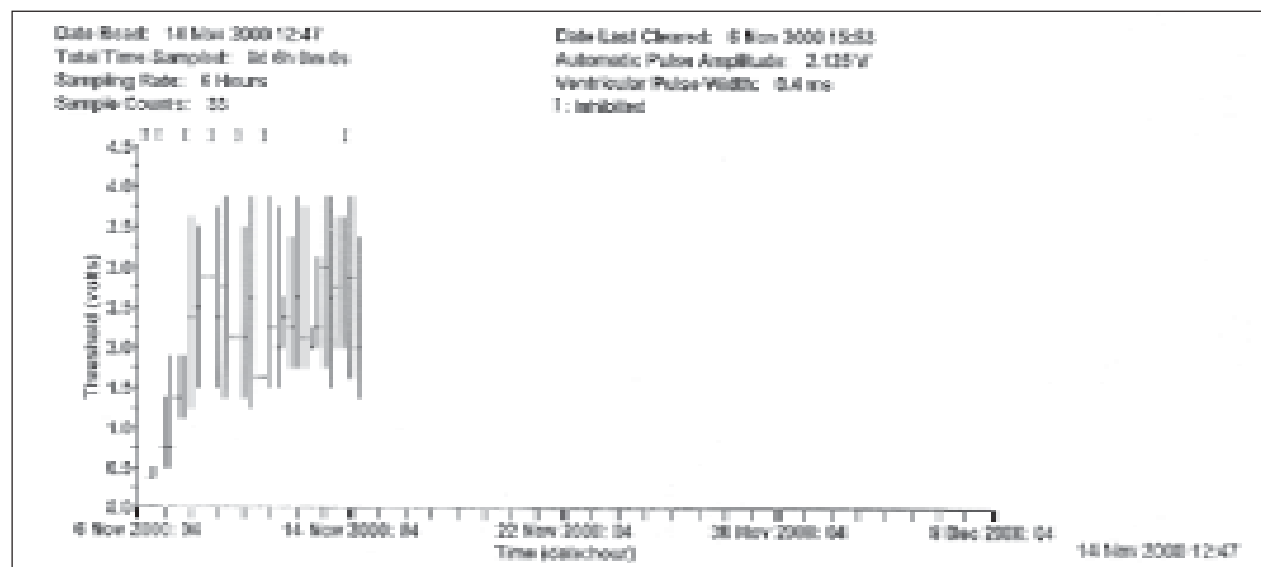


Figura 7

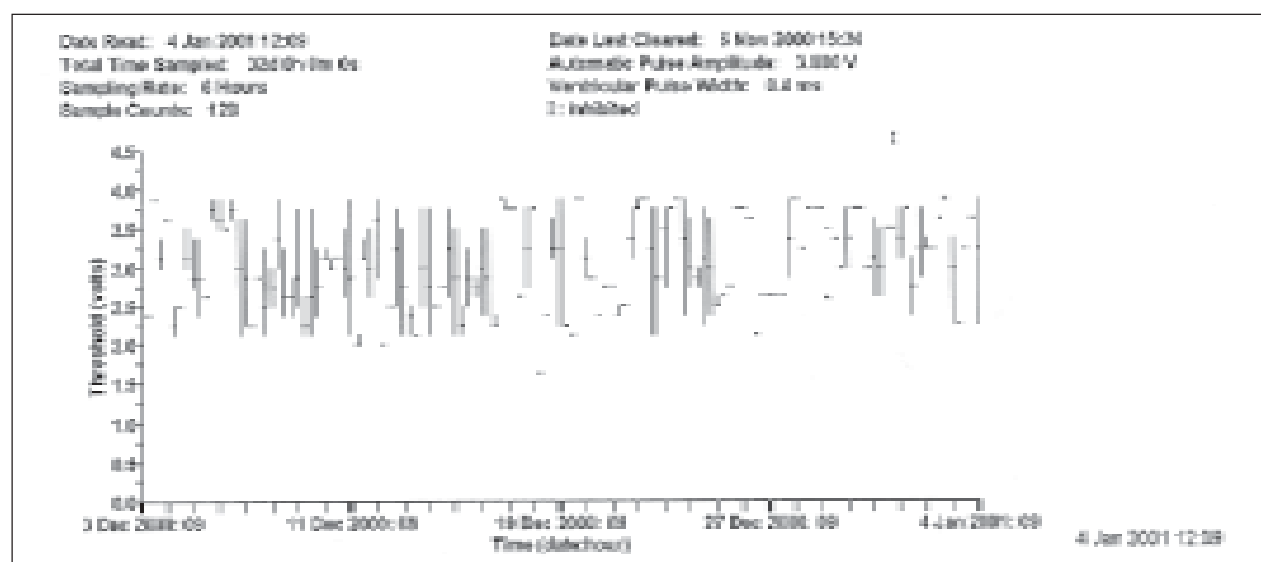


Figura 8

O caso seguinte ilustra tal ocorrência. Um paciente com marcapasso, por ter um alto grau de bloqueio AV, queixou-se de perda intermitente da consciência. No consultório a avaliação foi totalmente normal, incluindo a impedância dos cabos-eletrodos e os limiares de captura. Com base nessa avaliação padrão, em geral o paciente teria sido tranquilizado de que o sistema de estimulação estava funcionando apropriadamente. Neste caso, o LTR sugeriu que havia realmente um problema que, embora intermitente, exigia uma avaliação mais acurada (figura 9).

Obteve-se do marcapasso o registro do Monitor de Holter que mostrou "oversensing" (super-sensibilida-

de) intermitente. O mau funcionamento do cabo-eletrodo foi confirmado invasivamente e o cabo foi trocado. Apesar disso, nunca houve perda de captura, o que pode ser diretamente atribuído ao algoritmo de autocaptura que não apenas protegeu o paciente, mas também contribuiu diretamente na identificação do problema de cabo-eletrodo<sup>33</sup>.

## CONCLUSÃO

O automatismo do marcapasso tem como objetivos aumentar a segurança do paciente e facilitar as avaliações periódicas rotineiras. A autocaptura atende completamente esses objetivos. A análise detalhada,



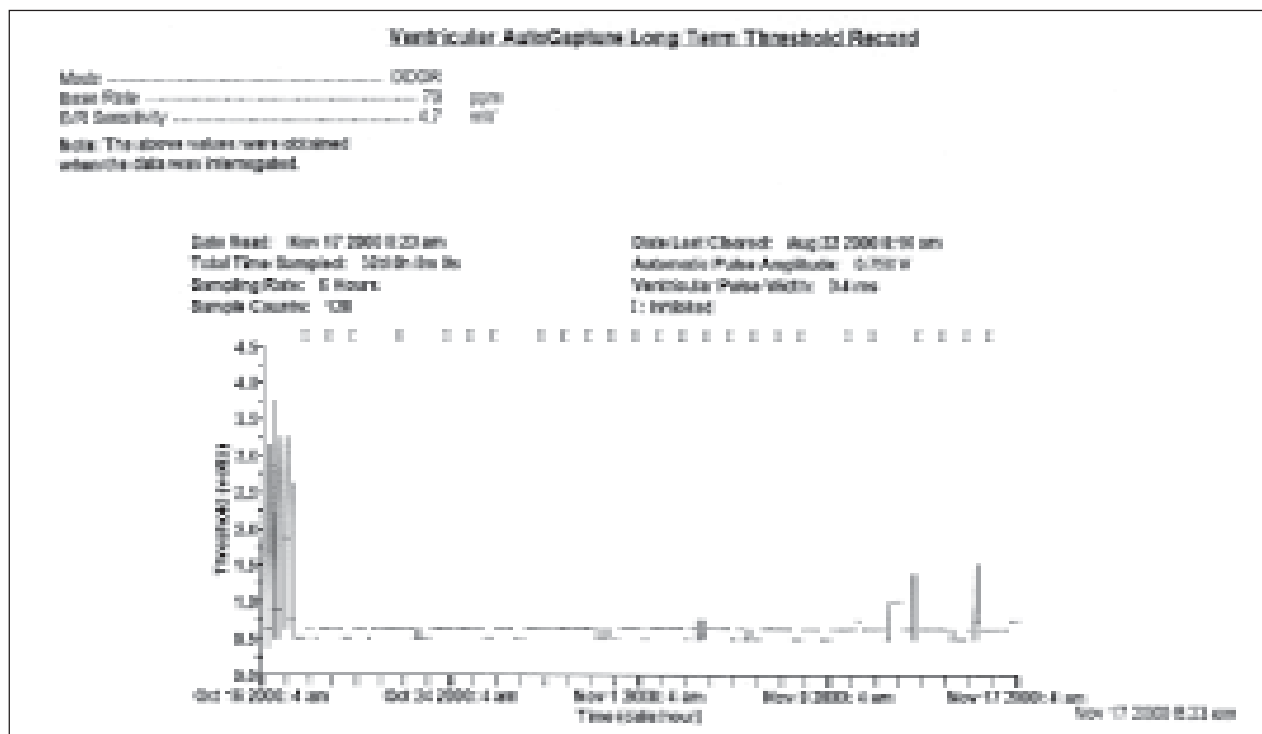


Figura 9

ainda que provisória, dos dados relacionados ao estado da bateria, recolhidos pelo dispositivo implantado nos últimos 5 ou 6 anos, comprova a hipótese original de que a longevidade do mesmo será aumentada.

Não é possível calcular o número de pacientes que apresentarão aumento importante no limiar de captura já que antes da autocaptura não havia nenhum meio de identificá-los, exceto nos casos em que o aumento do limiar era tão grande que excedia a amplitude programada do dispositivo. Estimativas baseadas nos estudos citados, permitem situá-lo ao redor de 10%, podendo ser ainda maior no acompanhamento prolongado dos pacientes.

Tem sido claramente demonstrado que a autocaptura aumenta a segurança de pacientes que experimentam aumentos transitórios, inesperados e tardios de limiar. A causa do aumento de limiar é irrelevante para o algoritmo, a despeito de implicações clínicas significativas. Pode ser devido a anormalidades meta-

bólicas, efeitos colaterais da droga ou processos intrínsecos da doença.

A experiência registrada neste trabalho sugere que o algoritmo de autocaptura combinado com o LTR, uma parte integral do sistema, aumentará o entendimento de uma multiplicidade de condições e situações que podem afetar os limiares de captura e que não foram observadas anteriormente.

Até que alguém aperfeiçoe a bola de cristal que possibilitará ao médico saber quais pacientes experimentarão um aumento significativo de limiar meses ou anos após o implante, a autocaptura continuará a ser uma característica essencial para todos os sistemas. Pode ainda facilitar o diagnóstico de instabilidade do cabo-eletrodo, assim como de defeitos mecânicos do cabo, por meio da documentação precisa das trocas de limiar, facilitando o gerenciamento de uma estimulação cardíaca artificial segura e apropriada ao paciente.

Levine PA, Gauch PAA. Clinical utility of autocapture. Reblampa 2003; 16(1): 31-41.

**ABSTRACT:** This is a retrospective article about "automatic capture threshold tracking", AutoCapture, showing its therapeutic and diagnostic characteristics. The authors analyze both the influence of AutoCapture on pulse generator longevity and threshold capture follow up, acute and chronic, when utilizing the most recent steroid-eluting leads. They discuss the possible causes of threshold capture increase, after lead maturation, as well as a new perspective in obtaining more accurate diagnostics with the Long Term Threshold Record. They conclude that, considering the comparative efficacy and benefit of AutoCapture, this essential feature must be incorporated in all modern pacemakers.

**DESCRIPTORS:** artificial cardiac pacing, pacing lead.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Mugica J, Lazarus B, Buffet J, Catte M. Pacemaker with automatic adaptation to the pacing threshold, in Thalen B (editor) Cardiac Pacing, Van Gorcum Assen, 1973; 150-5.
- 2 Preston TA, Bowers DL. The automatic threshold tracking pacemaker. Med Instr 1974; 8: 352-5.
- 3 Shüller H, Kruse I, Svensson O, et al. Long-term benefit of AutoCapture – Four years of follow-up. PACE 1999; 22: 807 (Abstract).
- 4 Boriani G, Biffi M, Branzi A, et al. Benefits of projected pacemaker longevity and in pacing related costs conferred by automatic threshold tracking. PACE 2000; 23: 1783-7.
- 5 Simeon L, Duru F, Flui M, et al. The impact of automatic threshold tracking on pulse generator longevity in patients with different chronic stimulation thresholds. PACE 2000; 23: 1788-91.
- 6 Sutton R, Bourgeois I. Cost benefit analysis of single and dual chamber pacing for sick sinus syndrome and atrioventricular block. Eur Heart J 1996; 17: 574-82.
- 7 Ribeiro AL, Rincón LG, Oliveira BG, Vinha CR, Torres AA, Barros VC, Pires MT. Autocapture in the clinical setting: impact in the generator longevity. Am Heart J (Article in press).
- 8 Danilovic D, Ohm OJ. Pacing threshold trends and variability in modern tined leads assessed using high resolution automatic measurements: conversion of pulse width into voltage thresholds. PACE; 22: 567-687.
- 9 Moracchini PV, Cornacchia D, Bernasconi M, et al. High impedance low energy pacing leads: long-term results with a very small surface area steroid-eluting lead compared to three conventional electrodes. PACE 1999; 22: 326-34.
- 10 Johnson WB, Voegtlin L, Green C, et al. Clinical performance of the 5034 ventricular lead - a balance of consequences of a new high impedance lead? PACE 1997; 20: 1150 (Abstract).
- 11 Johnson WB, Voegtlin L, Green C, et al. Comprehensive one-year follow-up of the Medtronic 5034 lead: Notable early lead dislodgment. PACE 1998; 21: 874 (Abstract).
- 12 Joglar JA, Welch PJ, Wilkinson WE, et al. Initial experience with a high-impedance tined endocardial pacemaker lead: evidence for increased lead failure, Am Heart J 1997; 134: 161-4.
- 13 Schwaab B, Schwerdt H, Heisel A, et al. Chronic ventricular pacing using an output amplitude of 1.0 Volt. PACE 1997; 20: 2171-83.
- 14 Schuchert A, Freese J, Stammwitz E, et al. Is the 1.0V output in pacemaker patients really safe during follow-up? Circ 2000; 102: II-623 (Abstract).
- 15 Shepard RB, Kim J, Colvin EC, et al. Pacing threshold spikes months and years after implant. PACE 1991; 14: 1835-1941.
- 16 Ezri MD, Shina MA, Denes P. Amiodarone: a review of its clinical and electrophysiologic effects. Clin Prog Pacing Electrophysiol 1983; 1: 20-9.
- 17 Nathan AW, Hellestrand KJ. Flecainide acetate: a review. Clin Prog Pacing Electrophysiol 1984; 2: 43-53.
- 18 Adornato E, Monea P, Pennisi V, et al. Influence of flecainide on cardiac pacing threshold with different electrodes. Eur JCPe 1992; 4: 255-8.
- 19 Soriano J, Almendral J, Arenal A, et al. Rate-dependent failure of ventricular capture in patients treated with oral propafenone. Eur Heart J 1992; 13: 269-74.
- 20 Preston TA, Judge RD. Alteration of pacemaker threshold by drug and physiologic factors. Ann N Y Acad Sci 1969; 167: 686-92.
- 21 Sowton E, Barr I. Physiologic changes in threshold. Ann NY Acad Sci 1969; 167: 679-85.
- 22 Schlesinger Z, Rosenberg T, Stryker D, Gilboa Y. Exit block in myxedema, treated effectively by thyroid hormone therapy. PACE 1980; 3: 737-9.
- 23 Emilsson K, Oddsson H, Allared M, Brorson L. An unusual case of high threshold values at pacemaker implantation. PACE 1997; 20: 366-7.

- 24 Clarke M, Liu B, Schüller H, et al. Automatic adjustment of pacemaker stimulation output correlated with continuously monitored capture thresholds: a multicentered study of the Microny SR+ model 2425T pacemaker. *PACE* 1998; 21: 1567-75.
- 25 Perry GY, Parsonnet V, Werres R, Flower NC. Transient loss of sensing and capture during coronary angiography in two patients with permanent pacemakers. *PACE* 1995; 18: 108-12.
- 26 Jacobs DM, Fink AS, Miller AP, et al. Anatomical and morphologic evaluation of pacemaker lead compression. *PACE* 1993; 16: 434-44.
- 27 Magney JE, Flynn DM, Parsons JA, et al. Anatomical mechanisms explaining damage to pacemaker leads, defibrillator leads, and failure of central venous catheters adjacent to the sternoclavicular joint. *PACE* 1993; 16: 445-57.
- 28 Aitken DR, Minton JP. The "Pinch-Off Sign": a warning of impending problems with permanent subclavian catheters. *Amer J Surg* 1984; 148: 633-6.
- 29 Antonelli D, Rosenfeld T, Freedberg NA, et al. Insulation lead failure: is it a matter of insulation coating, venous approach or both? *PACE* 1998; 21: 418-421.
- 30 Gallick DM, Ben-Zur UM, Gross JN, Furman S. Lead fracture in cephalic versus subclavian approach with transvenous implantable cardioverter defibrillator systems. *PACE* 1996; 19: 1089-94.
- 31 Roelke M, O'Nunain SS, Osswald S, et al. Subclavian crush syndrome complicating transvenous cardioverter defibrillator systems. *PACE* 1995; 18: 973-9.
- 32 Fyke FE. Simultaneous insulation deterioration associated with side-by-side subclavian placement of two polyurethane leads. *PACE* 1988; 11: 1571-4.
- 33 Levine PA. ECG Case Study 0129, St. Jude Medical CRMD, Sylmar, CA, January.