

Algoritmos de Detecção de Taquicardias Incorporado a Desfibriladores Automáticos Implantáveis.

1) Desfibriladores Monocamerais

N. SADOUL H. BLANGY C. De CHILLOU M. NIPPERT B. BREMBILLA-PERROT E. ALIOT

Reblampa 78024-384

Sadoul N, Blangy H, Chillou C De, Nippert M, Brembilla-Perrot B, Aliot E. Algoritmos de detecção de taquicardias incorporado a desfibriladores automáticos implantáveis. 1) Desfibriladores monocamerais. Reblampa 2005; 18(1): 30-37.

RESUMO: Diversos algoritmos foram incorporados aos cardioversores-desfibriladores automáticos implantáveis (CDIs) para identificar os distúrbios do ritmo ventricular e, sobretudo, para os diferenciar de taquicardias supraventriculares que não necessitam terapia. Esses benefícios também são encontrados nos CDIs bicamerais que têm como benefício a detecção atrial acoplada à detecção do ventrículo. O objetivo dos algoritmos é de identificar todas as arritmias ventriculares (sensibilidade de 100%), para que sejam tratadas corretamente. Devem ainda evitar erros de identificação de arritmias supraventriculares (especificidade máxima). Infelizmente, não é possível alcançar 100% de sensibilidade e especificidade. Além disso, todo aumento da especificidade será acompanhado por uma diminuição da sensibilidade. Essa diminuição de especificidade pode conduzir a falha na detecção dos distúrbios do ritmo ventricular, e como consequência, isto é pior que o tratamento inadequado de uma taquicardia sinusal ou supraventricular.

DESCRIPTORIOS: cardioversor-desfibrilador implantável automático, unicameral, bicameral, taquiarritmia, fibrilação ventricular.

CRITÉRIOS DE DETECÇÃO DE TVS

Os CDIs monocamerais podem contar com quatro critérios para a melhor detecção das arritmias: frequência ventricular, estabilidade, início súbito e morfologia.

1. *Frequência ventricular*

Este critério de base está sistematicamente presente. Sua sensibilidade é de 100%, mas sua especificidade é apenas de 60% (Rosenquist)¹. Nas taquicardias supraventriculares, estima-se que ocorrem 30% de choques inapropriados apenas com este algoritmo.

É possível programar quatro zonas de frequência (figura 1). A zona de frequência lenta (zona anti-bradicardia) corresponde a uma frequência mínima abaixo da qual o CDI estimulará o ventrículo como um marca-passo cardíaco VVI convencional. É conveniente, então, programar a frequência mais baixa possível para não induzir dessincronização atrioventricular ou mesmo a condução retrógrada em decorrência da diminuição da frequência espontânea, em geral pelo tratamento com beta-bloqueadores, em pacientes com ritmo sinusal. Nessa situação, deve-se proceder à programação adequada da histerese.

Artigo publicado na Revista Stimucœur Maio 2004; 32(2): 80-6.

Tradução e revisão final: Dr. Paulo de Tarso Jorge Medeiros e Ana Beatriz Greco.

Trabalho realizado no Serviço de Cardiologia, CHU Nancy-Brabois.

Endereço para correspondência: CHU Nancy-Brabois, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy – France.

Trabalho recebido em 02/2005 e publicado em 03/2005.

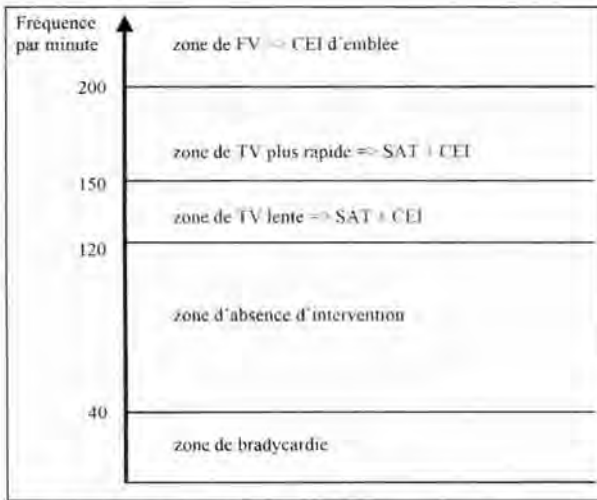


Figura 1 - As quatro zonas de frequência.

A zona sinusal (zona de TV lenta) é uma zona intermediária, geralmente entre 40 e 150 bpm, em que não há necessidade de intervenção e o CDI limita-se a detectar os complexos espontâneos. Somente as arritmias que ultrapassam essa zona são identificadas e eventualmente tratadas.

A zona de TV (zona de TV rápida) corresponde a uma frequência em geral entre 150 e 200 bpm. Quando a frequência ventricular ocorre nessa zona, uma estimulação anti-taquicardia (ATP) tem início. Em caso de falha, o CDI emite um choque de cardioversão de baixa energia, sincronizado sobre a

onda R, seguido de um choque de desfibrilação, se o distúrbio do ritmo persistir.

O ATP permite um tratamento rápido e confortável das TVs. Em nossa experiência, com 18.000 TVs tratadas, a eficácia é superior a 95% (figura 2)². Há duas modalidades de ATP: com frequência fixa (Burst) e com frequência decremental (Rampa), ambas com eficácia comparável. Como regra geral, a primeira configuração de ATP é eficaz (figura 3), mas, em caso de falha, devem ser feitas tentativas nas duas modalidades.

Na última zona, denominada **FV (zona de FV)**, o único tratamento aplicado é um choque de desfibrilação (figura 4). A energia deve ser programada pelo menos 10 joules acima do limiar de desfibrilação medido no momento do implante. Em geral, programamos zonas de FV muito elevadas (acima de 230bpm) com choques de energia máxima (30 joules) de modo a liberar um tratamento por ATP pouco agressivo nas TVs rápidas.

Este critério de frequência ventricular é obrigatório, mas simplista. Expõe o paciente a numerosos tratamentos inapropriados, pois, a partir do momento que a frequência ventricular ultrapassa a zona de TV rápida, uma terapia é aplicada. É importante, então, associar ao critério de frequência outros critérios de discriminação mais sensíveis, aplicáveis somente na zona TV rápida.

2. Início súbito^{3,4}

Este critério é destinado a diferenciar uma taquicardia sinusal (TS), em que o início é progressivo,

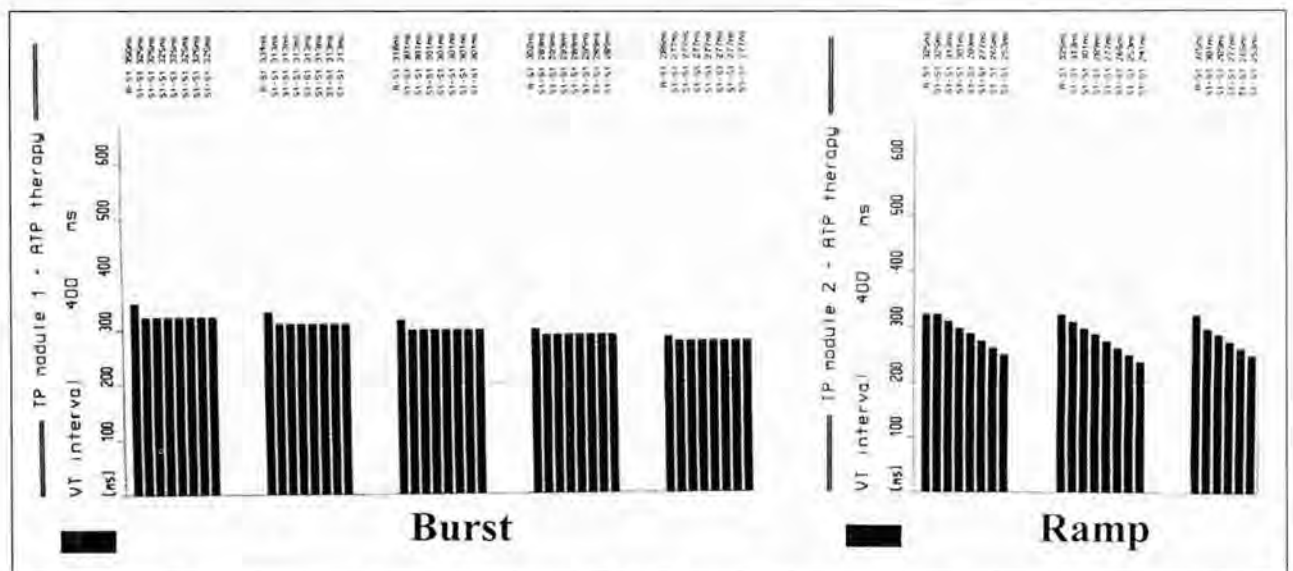


Figura 2 - Exemplo de programação de estimulação anti-taquicardia (CDI Biotronik MicroPhylax XM monocameral). São feitas cinco tentativas de SAT por estimulação com acoplamento fixo (Burst) e 8 extra-estimulos são efetuados, e cada tentativa é mais agressiva. Em caso de falha, são efetuadas 5 outras tentativas de SAT por estimulação com acoplamento decrescente (Rampa). Neste exemplo, os intervalos de estimulação são expressos por um ciclo de TV de 400 ms (seja 150/min).

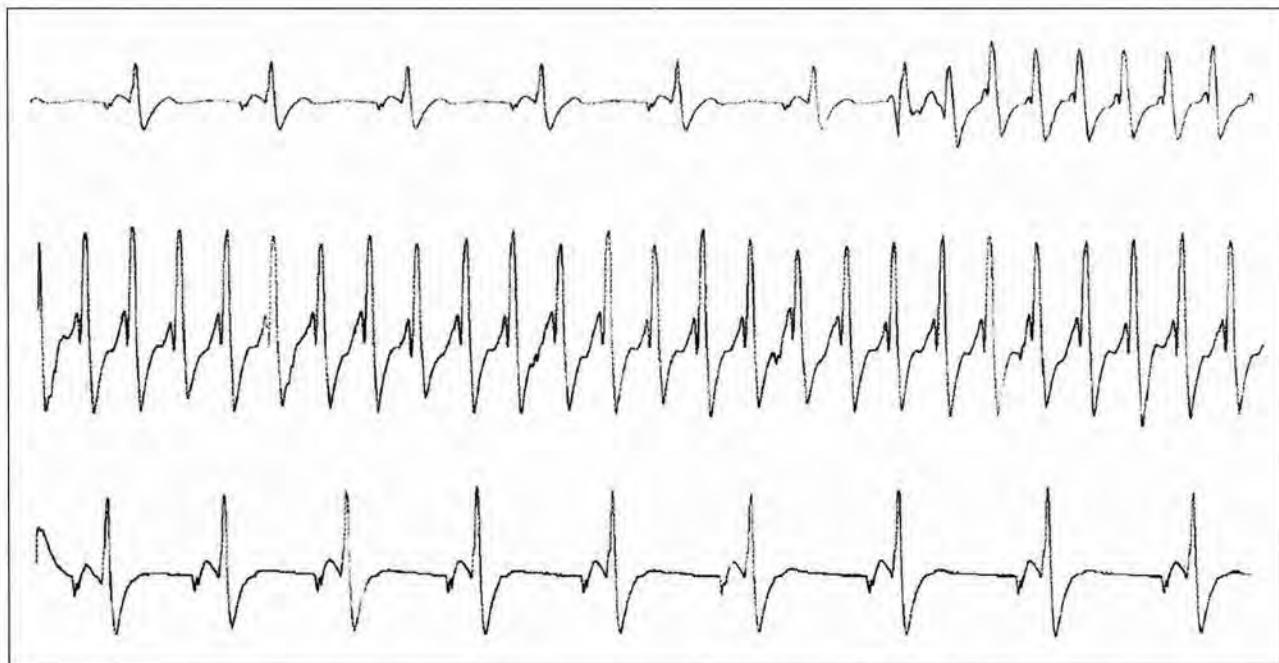


Figura 3 - CDI monocameral *Guidant* micro. Holter com eletrogramas de uma TV tratada por SAT. O traçado do alto mostra o início da TV antes da estimulação antitaquicardia. O retorno, em baixo, evidencia ritmo sinusal, demonstrando a eficácia da SAT.

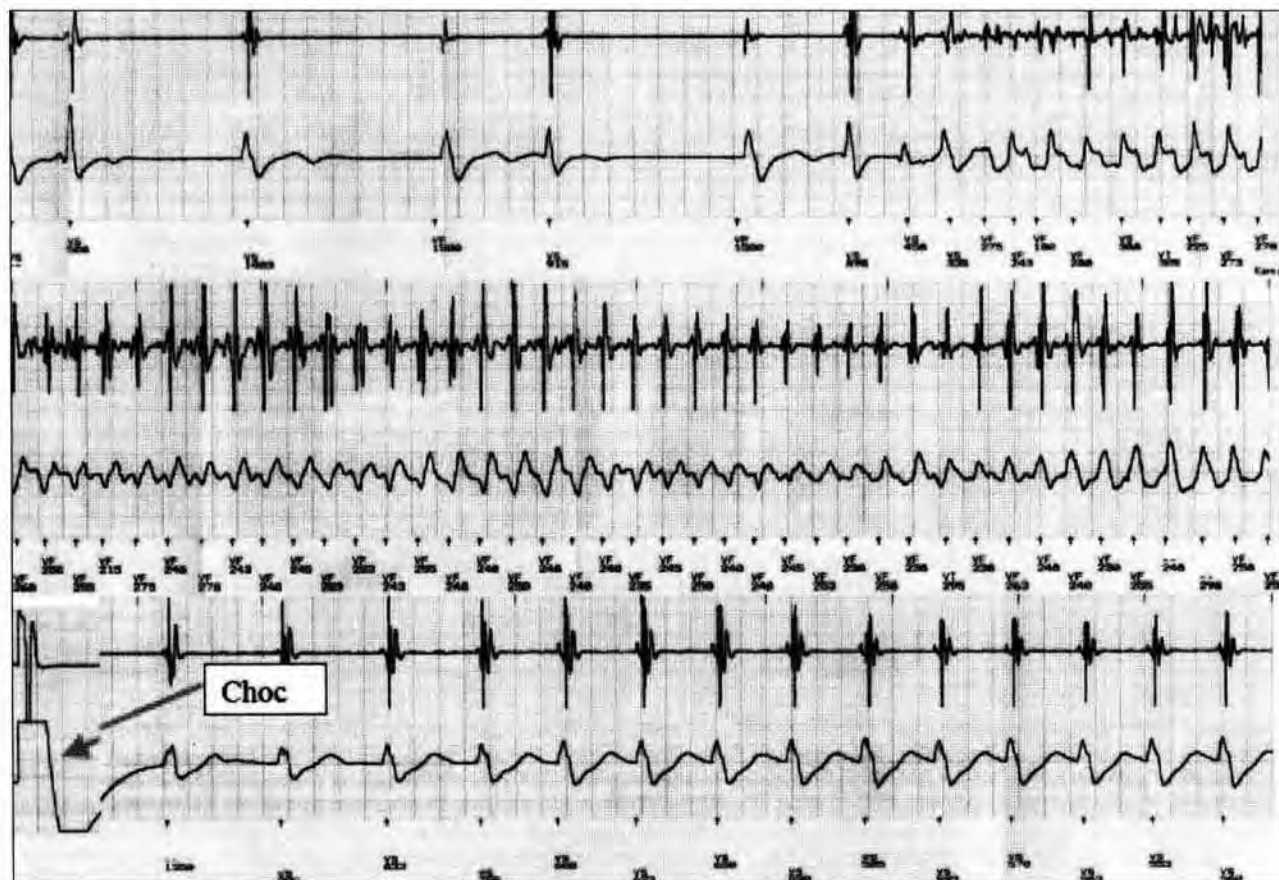


Figura 4 - CDI *Guidant Prizm* VR. Interrupção de uma fibrilação ventricular. O traçado de baixo identifica o retorno ao ritmo sinusal após o choque.

de uma TV iniciada subitamente. A programação é feita em porcentagem ou em milésimos de segundo do encurtando do ciclo da taquicardia, em relação aos ciclos precedentes. Falhas podem ocorrer com este mecanismo, nas taquicardias ventriculares desencadeadas ao esforço ou em casos de flutter atrial de início súbito. Os valores clássicos programados são: encurtamento de 100 ms ou de 16 a 18% do ciclo básico.

3. Estabilidade^{3,4}

Este terceiro critério tem por objetivo diferenciar uma fibrilação atrial acompanhada de ciclos RR irregulares de uma TV cujos ciclos RR são regulares. É programada em milésimos de segundo, entre 30 e 50 ms.

4. Morfologia

Este critério permite distinguir uma TV cuja morfologia é diferente de uma taquicardia sinusal ou supraventricular. A análise morfológica é feita por meio da análise da largura do eletrograma (EGM) – antigo método *Medtronic* (*largura do QRS*), ou levando-se em consideração os picos de polaridade, método utilizado pela *St Jude*⁵. A análise da morfologia deve ser feita a partir da aquisição de um EGM em ritmo sinusal, que é memorizado. O modelo pode ter sido atualizado (*St. Jude*) ou não (*Medtronic*). Quando a frequência ventricular entra na zona de TV, o algoritmo compara o EGM em taquicardia com o EGM de referência. Se as morfologias forem as mesmas, o diagnóstico de taquicardia sinusal é feito e o tratamento é interrompido. Se as morfologias são diferentes, o diagnóstico de TV é feito e o tratamento é liberado.

A figura 5 mostra uma taquicardia cuja frequência acelera-se progressivamente, passando da zona sinusal (marcado **S** sobre os ciclos) para zona de TV (marcado **T** sobre os ciclos). O início não é súbito. Quando a frequência entra na zona de TV, a análise

da morfologia é ativada. A marca **v** indica que a morfologia em zona de TV é a mesma do ritmo sinusal (caso contrário, a sigla seria **X**). O ritmo é estável (critério preenchido), o tratamento não é realizado pois, dois dos três critérios de discriminação indicam taquicardia supraventricular (início + morfologia).

Uma terceira análise de morfologia vetorial é adotada no CDI *Guidant*⁶. O algoritmo *Rhythm ID* tem o objetivo de distinguir a condução normal, comparando os EGM registrados por dois canais separados (figura 6).

- o canal de **freqüência**, constituído por um EGM bipolar registrado entre a extremidade distal da cabo-eletrodo ventricular direito e o *coil* do VD.
- o canal de **choque**, que é um EGM global, registrado a partir dos eletrodos de desfibrilação (*coil* VD/*coil* veia cava superior se houver o gerador).

Ritmos supraventriculares normais são caracterizados por EGM de freqüência e de choque, que têm certas características específicas de tempo e amplitude (figura 7). A discriminação entre um ritmo sinusal ou supraventricular e uma TV é feita pela análise da correlação e da sincronização dos EGM registrados pelo canal de "choque" e pelos EGM registrados pelo canal de "freqüência". Quando se trata de uma taquicardia ventricular (figura 8), o eixo do QRS muda, o que permite que o diagnóstico seja feito.

PRINCÍPIO DE PRECAUÇÃO (TEMPO DE DURAÇÃO DA TAQUICARDIA)

Estes três critérios adicionais têm por princípio melhorar a especificidade. Nunca são programados no modo nominal, pois os idealizadores dos CDIs preferem assumir o risco de tratar erroneamente uma taquicardia supraventricular do que não tratar adequadamente uma TV. Por precaução, certos fabricantes associam à programação do CDI um critério complementar que consiste em forçar o tratamento depen-

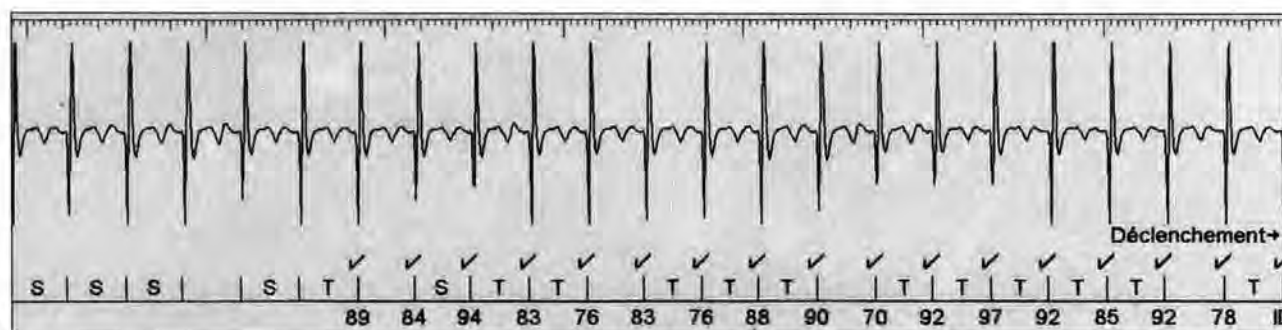


Figura 5 - CDI Aceleração progressiva da frequência cardíaca, que ultrapassa a zona sinusal ou da falha de intervenção (ciclos identificados pela sigla S) na zona de TV (ciclos identificados pela sigla T). Existem mais de 10 ciclos na zona de taquicardia, mas o critério de morfologia mostra uma identidade entre os ciclos sinusais e ciclos de taquicardia (identificados pela letra V). O diagnóstico é de taquicardia sinusal e nenhum tratamento é liberado.

dendo da duração do episódio ou de um número de ciclos da taquicardia que é programável. A programação varia conforme o fabricante: duração sustentada da arritmia (SRD) na *Guidant*, tempo máximo de

detecção (TMD) na *St. Jude* e contagem sustentada da TV na *Biotronik*. Na *Guidant*, por exemplo, o SRD de base é programado em 30 segundos, de forma que após os critérios de estabilidade e de início súbito desaparecem o tratamento é liberado. Achamos que essa precaução pode levar a tratamentos inapropriados, com repercussão na qualidade de vida dos pacientes.

Na prática, não se deve hesitar em aumentar ou suprimir o critério de precaução (duração da taquicardia) para que os dois ou três critérios continuem a serem aplicados, desde que a frequência cardíaca fique na zona definida como TV. No caso dos CDIs *St. Jude*, que têm os três critérios descritos anteriormente, uma solução é programar preencher "dois de três critérios": o diagnóstico de TV é feito apenas se forem satisfeitos dois critérios (estabilidade + início súbito ou estabilidade + morfologia, ou morfologia + início súbito).

AS LIMITAÇÕES DOS ALGORITMOS "MONOCAMERAIS"

O registro da figura 9 ilustra as limitações dos algoritmos de identificação dos distúrbios de ritmo ventricular. Trata-se de taquicardia ventricular inquestionável, na qual o ciclo de 360 milissegundos é corretamente identificado em zona de TV (400 ms). O critério de estabilidade (40 ms) é satisfeito. A largura do EGM é programada para 88 ms. Tudo isso leva a pensar que a largura do EGM é superior ao valor programado. O paciente é hospitalizado por "palpitação" e insuficiência ventricular esquerda.

A figura 10 permite compreender as razões porque essa TV não foi tratada. A largura dos EGM recolhidos

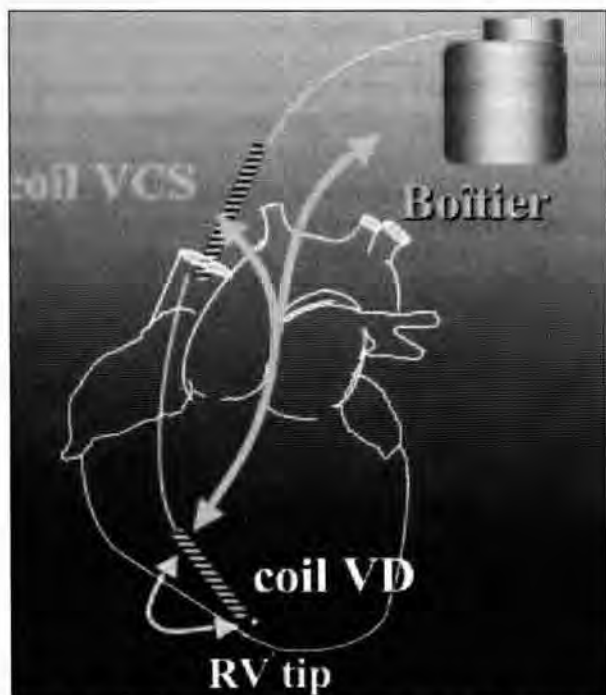


Figura 6 - *Guidant*, algoritmo *Rhythm ID*. O *Rhythm ID* é capaz de identificar uma condução anormal graças à análise simultânea das EGM por dois canais endocavitários: o canal frequência (um EGM bipolar na ponta do VD - ponta VD / coil VD) e o canal de choque (um EGM global registrado a partir de eletrodos de desfibrilação do CDI - coil VD / coil VCS + gerador).

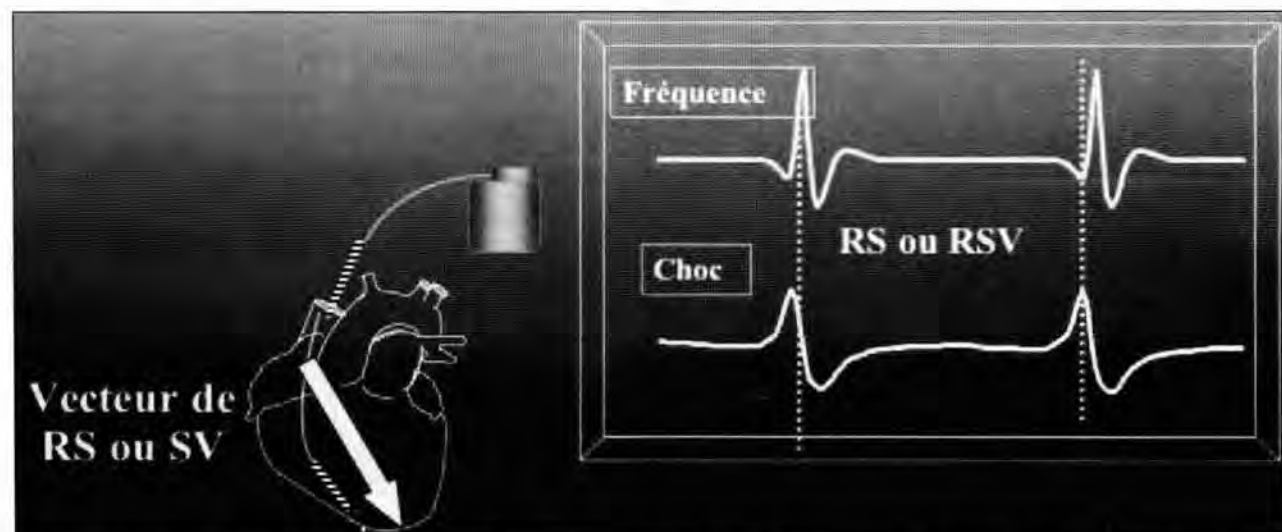


Figura 7 - Algoritmo *Rhythm ID*, EGM do ritmo sinusal ou supraventricular. Os ritmos supraventriculares (normais) são caracterizados pelos EGM de frequência e de choque que têm certas características específicas de tempo e amplitude.

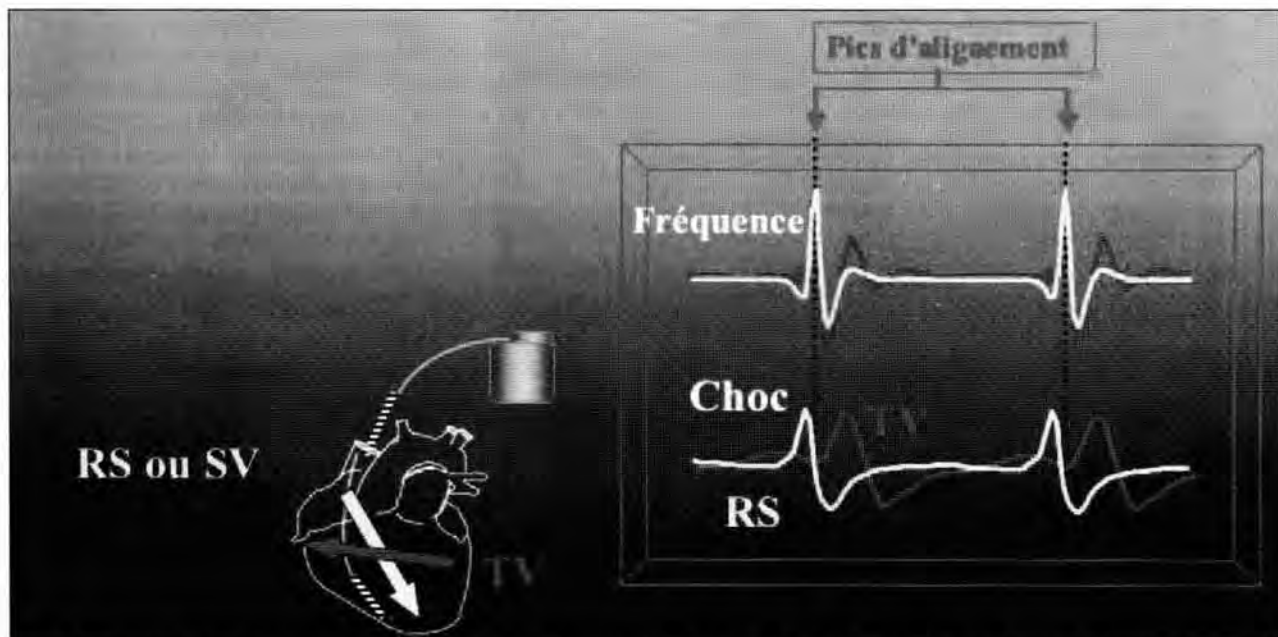


Figura 8 - Algoritmo *Rhythm* Discriminação TV versus TSV. Diferenciação de um RS ou SV de uma TV pela análise da correlação dos EGM do canal de choque e análise da sincronização do EGM do canal de choque sobre o canal de frequência.

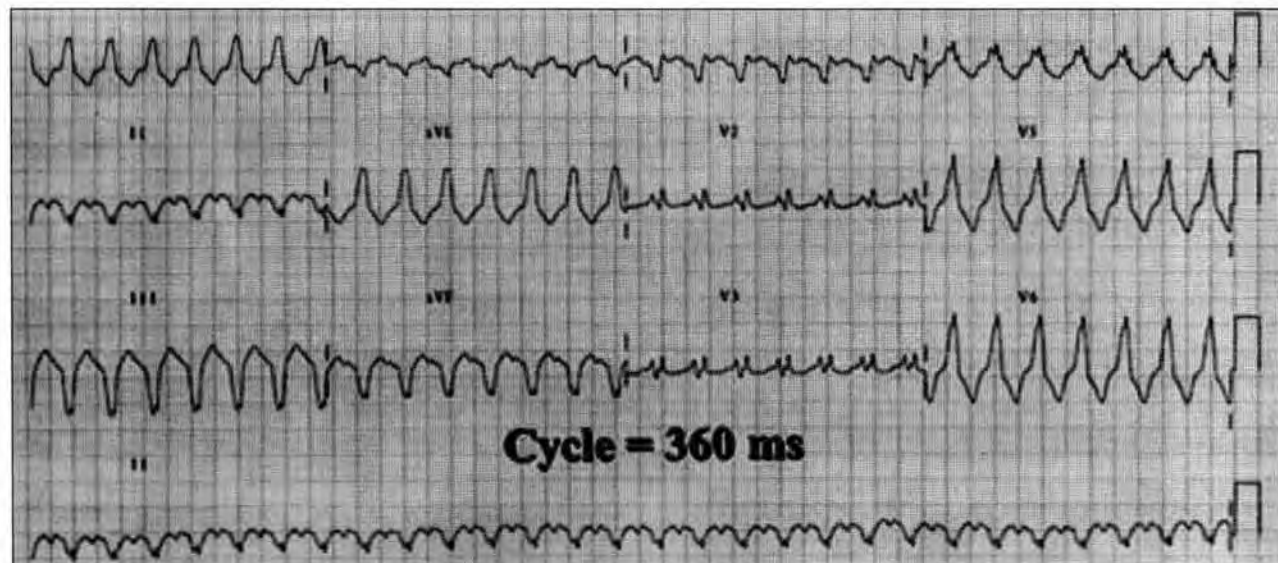


Figura 9 - TV inequívoca não identificada pelos algoritmos.

é somente de 40 ms, bem inferior aos 88 ms programados. O CDI considerou então que se tratava de uma taquicardia supraventricular. A figura 10 mostra, na parte inferior, a medida do EGM durante a TV e, na parte superior, a interrupção desta por um choque elétrico externo sob anestesia geral.

CONCLUSÃO

Apesar da sinergia dos algoritmos de identificação

dos distúrbios do ritmo ventricular, erros podem ocorrer levando a instituição de um tratamento intempestivo diante de taquicardias supraventriculares ou mesmo de taquicardias sinusais. A figura 11 mostra uma taquicardia ventricular (TV) em que os critérios não correspondem aos memorizados pelo CDI. Os CDIs bicamerai representam um nítido avanço, com vantagens em relação aos algoritmos dos monocamerai pela detecção também das arritmias atriais.

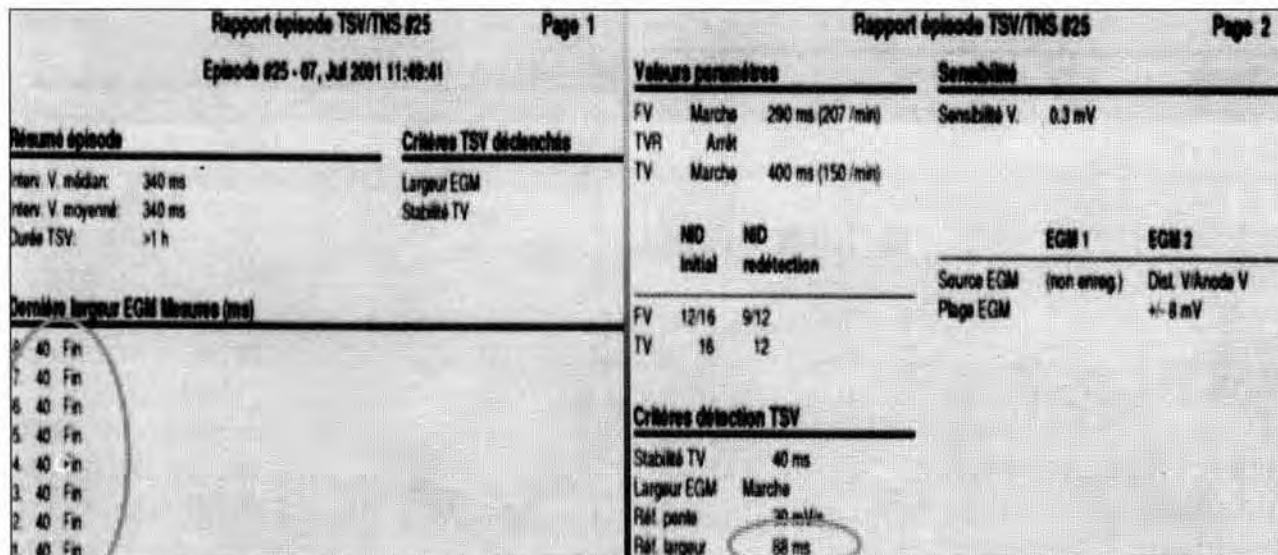


Figura 10 - Largura dos QRS = 40 ms, bem inferior aos 80 ms - critério de detecção da TV.

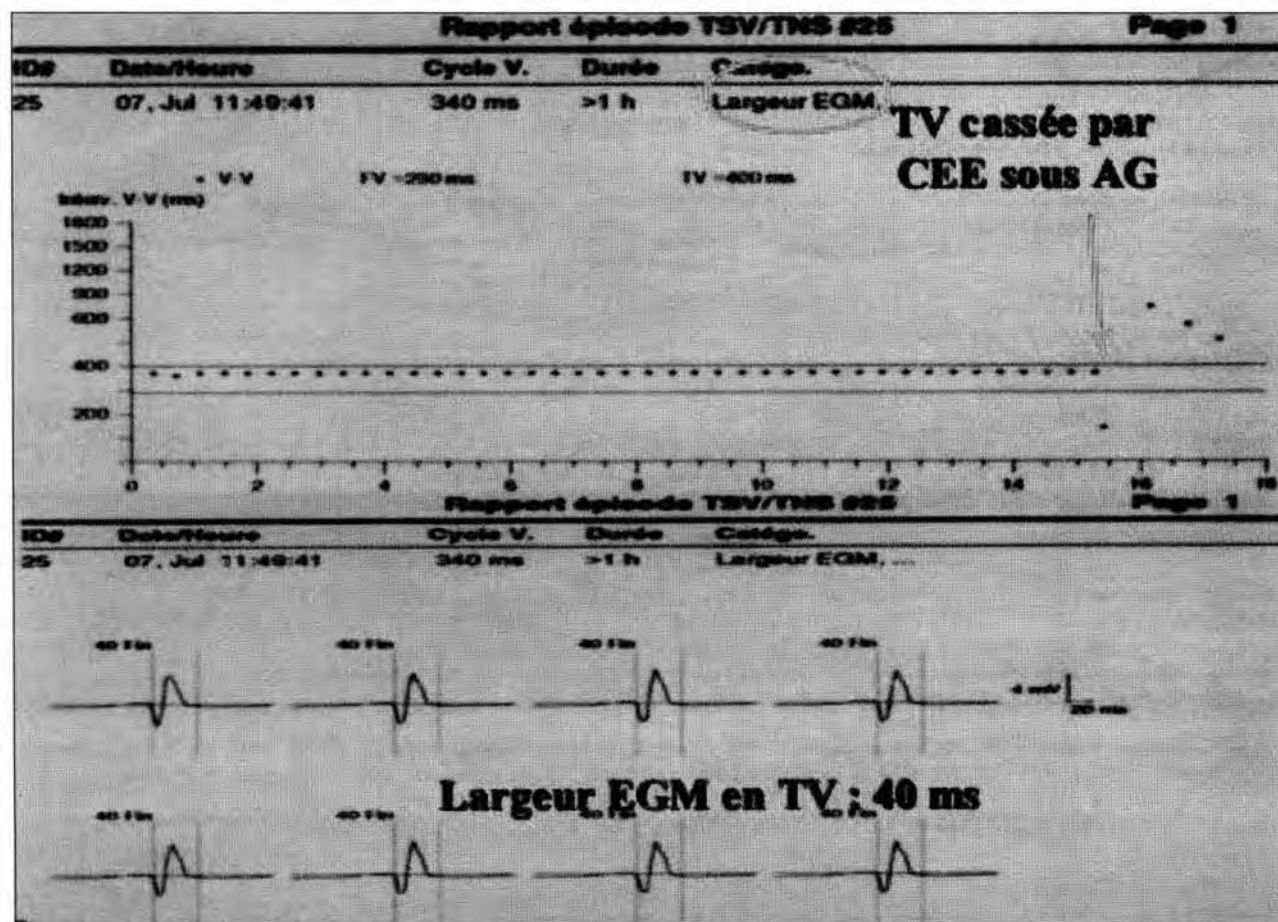


Figura 11 - CDI não reconheceu a morfologia da taquicardia ventricular.

Sadoul N, Blangy H, Chillou C De, Nippert M, Brembilla-Perrot B, Aliot E. Tachycardias algorithms detectors incorporated to automatic implantable defibrillators 1) Monocameral Defibrillators. Reblampa 2005; 18(1): 30-37.

ABSTRACT: Several algorithms were incorporated to implantable automatic cardioverter- defibrillators (CDIs) to identify the ventricular rhythm disturbing and, on top of all, to differ from the supraventricular tachycardia which do not need therapy. These benefits are also found in the bicameral CDIs, which have as a benefit the atrial detection coupled to the ventricle detection. The aim of the algorithms is to identify all the ventricular arrhythmia (100% of sensibility), so that they can be treated correctly. Errors in identifying the supraventricular arrhythmias must be avoided (maximum specificity). Unfortunately, it is not possible to achieve 100% of sensibility and specificity. Moreover, all the increase of specificity will be followed by the decrease of the sensibility. This decrease of specificity may lead to the failure in the detection of the ventricular rhythm disturbing, and consequently this is even worse than the inappropriate treatment of a sinusal or a supraventricular tachycardia.

DESCRIPTORS: automatic implantable cardioverter defibrillators, monocameral, bicameral, tachyrrhythmia, ventricular fibrillation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Rosenquist M, Beyer T, Block M, Den Dulk K, Minten J, Lindemans F, on behalf of the European 7219 Jewels ICD investigators. Adverse events with transvenous implantable cardioverter-defibrillators. A prospective multicenter study. *Circulation* 1998; 98: 663-70.
- 2 Sadoul N, de Chillou C, Magnin- Poull I, Basiouny T, Dodinot P, Aliot E. Efficacy of random anti-tachycardia in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *Eur Heart J* 1998; 19: 89 (Abstract).
- 3 Schaumann A, von zur Muhlen F, Gonska BD, Kreuzer H. Enhanced detection criteria in implantable cardioverter-defibrillators to avoid inappropriate therapy. *Am J Cardiol* 1996; 78 (Suppl 5A): 42-50
- 4 Brugada J, Figueiredo M, Valentino M, Matas M, Navarro Lopez F. Enhanced detection criteria in implantable cardioverter-defibrillators. *J Cardiovascular Electrophysiol* 1998; 9: 261-8.
- 5 Duru F, Bauersfeld U, Rahn-Schonbeck M, Candinas R. Morphology discriminator feature for enhanced ventricular tachycardia discrimination in implantable cardioverter defibrillators. *PACE* 2000; 23: 1365-74.
- 6 Gold MR, Shorofsky SR, Thompson JA, et al. Advanced rhythm discrimination for implantable cardioverter defibrillators using electrogram vector timing and correlation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002; 13: 1092-7.