

Efeito Agudo da Estimulação Ventricular Multisítio no Bloqueio Atrioventricular Experimental em Suínos

Nicola Luciano MORTATI(*)

Reblampa 78024-358

Mortati, NL. Efeito agudo da estimulação ventricular multisítio no bloqueio atrioventricular experimental em suínos. Reblampa 2003; 16(4): 212-219.

RESUMO: Os modelos experimentais permitem o estudo da atuação do marcapasso artificial em fenômenos fisiológicos do coração e sua correlação com a prática clínica. Os objetivos deste trabalho foram padronizar a técnica de obtenção de Bloqueio Atrioventricular Total (BAVT) experimental, o estudo do Débito Cardíaco (DC), dos limiares de estimulação, da amplitude de R, da impedância elétrica e a variação da largura do complexo QRS, com o coração em ritmo sinusal em BAVT e estimulação cardíaca epimiocárdica em ponta do ventrículo direito (VD), ventrículo esquerdo (VE) e biventricular, em suínos com coração supostamente normal. Utilizamos seis animais para obter BAVT experimental pela técnica de esternotomia, sem atriotomia, e necrose química do sistema de condução por injeção de formaldeído a 40%. O DC foi medido por termodiluição. O eletrocardiograma foi registrado nas derivações D1, D2 e D3. Os eletrodos epimiocárdicos utilizados foram modelo ELC-35 (Biotronik GmbH). A estimulação foi feita com equipamento ERA300 (Biotronik) em modo VOO com 5 volts (V) de amplitude e 1 milissegundo (ms) de duração com frequência de estimulação semelhante encontrada quando o coração estava em ritmo sinusal e o tórax aberto. O tempo decorrido entre o início de cada tipo de estimulação e a realização das medidas foi de aproximadamente 15 minutos. Obtivemos BAVT em todos os animais estudados. O DC sofre queda acentuada e retorna aos níveis do ritmo sinusal com qualquer dos modos de estimulação utilizados. Os limiares de estimulação e amplitude de R medidas na ponta do VD e do VE são estatisticamente iguais, contudo a impedância na ponta do VE é estatisticamente maior que no VD. Na estimulação elétrica na ponta do VE e biventricular com eletrodo negativo na ponta do VE observa-se maior encurtamento da largura do complexo QRS. Este modelo experimental mostrou-se adequado, uma vez que o BAVT foi obtido em todos os animais e a variação dos parâmetros estudados mostrou consistência estatística.

DESCRITORES: estimulação cardíaca artificial, estimulação multisítio, BAVT experimental.

INTRODUÇÃO

Os primeiros marcapassos foram utilizados para o tratamento das bradiarritimias. Na última década, contudo, passaram a desempenhar papel importante na recuperação de pacientes portadores de miocar-

diopatia dilatada em ICC, com distúrbios de condução atrioventricular, interventricular e interatrial, que alteram desfavoravelmente o sincronismo de contração atrial e ventricular, provocando piora na função cardíaca.

Os primeiros resultados satisfatórios foram obti-

(*) Responsável pelo serviço de marcapasso da Santa Casa de Misericórdia e Maternidade Dona Julieta Lyra – Itápolis/SP. Mestrando do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas na área de cirurgia. Endereço para correspondência: Rua José Trevisan, nº 866 - CEP 14900-000 - Itápolis - SP. Brasil. Fone/Fax: (16) 3262-1204 - e-mail: nmortati@cardiol.br
Trabalho encaminhado à **Reblampa** para obtenção do título de especialista do **Deca-SBCCV**, recebido em 07/2003 e publicado em 12/2003.

dos por Hochleitner et al.¹ em 1990, encurtando o intervalo AV de pacientes com miocardiopatia dilatada em ICC classe III ou IV NYHA.

Em 1997, Daubert, Ritter, Cazeau e Mabo², objetivando a resincronização do ciclo cardíaco, descreveram três modos de estimulação para tratamento de ICC:

- I – modo VVIR, biventricular, dupla câmara para pacientes em FA e retardo na condução interventricular;
- II – modo DDDR, tripla câmara, em pacientes com ritmo sinusal, sem distúrbio de condução interatrial, mas com distúrbio de condução interventricular, executando uma estimulação seqüencial átrio-biventricular;
- III – modo DDDR tetra câmara, fazendo estimulação seqüencial biatrial e biventricular.

Pachón³ em 1999 obteve bons resultados com estimulação ventricular direita bifocal em pacientes com FA e ICC.

Essa nova abordagem do emprego dos marcapassos despertou o interesse dos autores em modelos experimentais que procuram localizar pontos ideais de estimulação multissítio, nos quais se obtém o melhor benefício hemodinâmico. Uma das maneiras de chegar a este objetivo é através da estimulação elétrica de corações de animais com BAVT provocado.

As técnicas descritas na literatura para obtenção de BAVT experimental são classificadas em três grupos (Weir)⁴:

1. toracotomia, atriotomia e ligadura do Nó AV e/ou feixe de Hiss ou seus ramos;
2. toracotomia e injeções de substâncias químicas no Nó AV e/ou Feixe de Hiss ou seus ramos, sem atriotomia;
3. cateterismo venoso e criação do BAVT por ablação do Nó AV e/ou feixe de Hiss ou seus ramos por:
 - 3.1. injeções de substâncias químicas;
 - 3.2. eletrocauterização;
 - 3.3. ablação por radiofreqüência;
 - 3.4. ablação por microondas.

Neste trabalho utilizamos técnica do grupo 2 e tivemos como objetivo:

1. descrever e padronizar modelo experimental de aquisição de BAVT em coração de suíno por necrose química do sistema de condução AV, com esternotomia sem atriotomia pela técnica de Steiner e Kovalik⁵ modificada (figura 1);

2. avaliar o limiar de estimulação, a amplitude da onda R, a impedância elétrica, a duração do complexo QRS e a variação do DC nos diversos tempos do experimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados seis suínos da raça Large-White, considerados adultos (peso entre 49 e 52 quilos) fornecidos por criador especializado.

As intervenções operatórias foram realizadas segundo as normas técnicas e de Direitos Internacionais de pesquisa em animais (Colégio Brasileiro de Experimentação Animal - COBEA, 1991)⁶, levada a cabo no laboratório de Técnica Cirúrgica e Cirurgia experimental do Núcleo de Medicina e Cirurgia Experimental da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM – Unicamp) com protocolo autorizado pela Comissão de Ética em experimentação animal de número 236-1.

Os animais eram alimentados com ração e água à vontade e submetidos a jejum de seis horas antes do experimento.

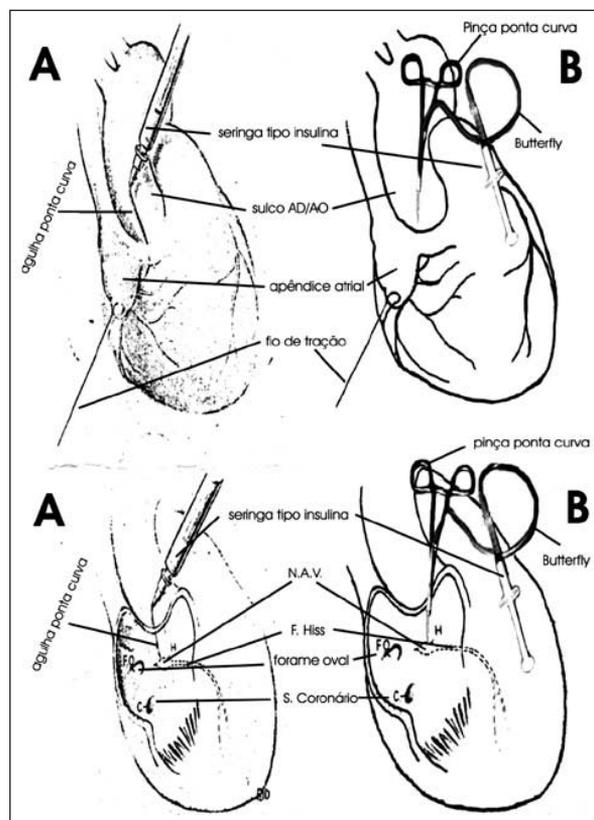


Figura 1 - A – demonstração esquemática da técnica de Steiner e Kovalik (retirado do trabalho original); B – Esquema de produção do B.A.V.T. utilizado neste trabalho. (A Figura 1-B mostra a modificação da técnica de Steiner e Kovalik da Figura 1-A).

A medicação pré-anestésica foi atropina 1 mg e quetamina 25 mg/Kg intramuscular. Com o animal em DDH na goteira de Claude-Bernard era realizado o acesso venoso no pavilhão auricular para administração de cloridrato de fentanila 12,5 mg/Kg e pentobarbital 15 mg/Kg. O pancurônio, na dose de 8 mg era administrado após tubagem orotraqueal e o animal colocado em ventilação controlada no ventilador Harvard-Aparatus com volume corrente de 10 mL/Kg e oxigênio a 100% (FIO₂=1). A quetamina era administrada de hora em hora na dose de 12,5 mg/Kg e o pancurônio conforme necessidade, na dose de 1 mg (Flecknell, 1966)⁷.

Eram colocados eletrodos nas quatro patas do animal e o ECG monitorado nas derivações D1, D2 e D3, com monitor Biotronik DMS1000. Era feita assepsia com álcool iodado e colocados os campos cirúrgicos.

A seguir eram isolados: 1) artéria carótida comum direita para colocação de cateter de polietileno e obtenção da PAM.; 2) a veia jugular interna direita para introdução de cateter de Swan-Gans nº 5 para medida de débito cardíaco por termodiluição, utilizando-se equipamento marca BESE modelo Biomonitor-7 e 3) a veia jugular interna esquerda com inserção de cateter de polietileno para a infusão de soluções, medicamentos e drogas anestésicas. Era, então, realizada a toracotomia por esternotomia mediana longitudinal e o pericárdio aberto em "T", com exposição do coração, colocação de ponto de reparo no apêndice atrial direito para tração e inserção dos eletrodos epimiocárdicos modelo ELC-35 (Biotronik) de fixação ativa na ponta do VE e ponta do VD (figura 2-A) para estimulação artificial.

Para obtenção do BAVT era utilizada uma agulha tipo "butterfly" presa por suas aletas a uma pinça hemostática angulada a 90° na ponta conectada a uma seringa tipo insulina contendo formaldeído 40%. O apêndice atrial direito era tracionado inferior e posteriormente, expondo o sulco entre o átrio direito e a aorta ascendente (figura 1-B e 2-B), dirigindo a agulha paralela aorta inferior e dorsalmente a uma profundidade de aproximadamente 0,5 cm, tomando-se como ponto de referência comissura entre a cúspide não coronariana e a coronariana direita (figura 1-B e 2-B), com aspiração contínua, observando a possível entrada de sangue, para evitarmos entrar na cavidade atrial. Caso isso não ocorresse, 0,1 ml de formaldeído 40% era injetado e a agulha retirada. O ECG de superfície mostrou o aparecimento de BAVT em todos os animais, não sendo necessária nova punção.

Para estimulação cardíaca utilizamos o analisador de marcapasso ERA-300 (Biotronik) regulado para gerar estímulos de 5 V de amplitude e 1 ms de duração.

Dos parâmetros analisados, o limiar da estimulação, a impedância elétrica, a amplitude de R e o débito

cardíaco foram obtidos por equipamentos que permitem medida e leitura direta e a largura do QRS através do ECG de superfície na velocidade de 25 mm/s. Todas as medidas foram feitas com o tórax aberto, obedecendo à seguinte ordem cronológica de eventos:

1. CS – coração em ritmo sinusal;
2. CB – coração em BAVT;
3. VD – estimulação unipolar em ponta de VD;
4. VE – estimulação unipolar em ponta do VE;
5. BVD – estimulação bipolar em ponta de VD e VE, estando o eletrodo negativo em VD; e
6. BVE – estimulação bipolar em ponta de VD e VE, estando o eletrodo negativo em VE.

O tempo de estabilização entre uma situação e outra era de aproximadamente 15 minutos e o tempo total do experimento de aproximadamente 75 minutos.

Ao final do experimento, o animal era sacrificado com injeção letal de 10 ml de cloreto de potássio a

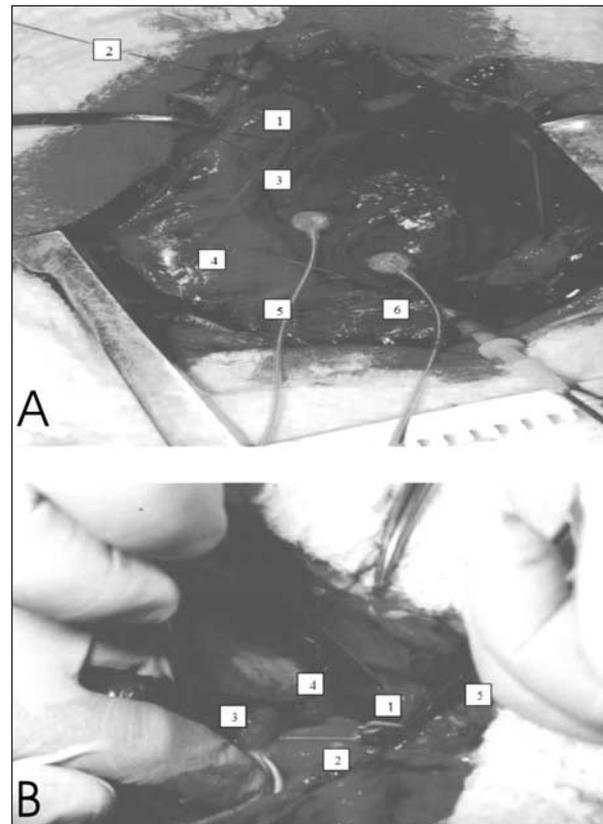


Figura 2 - A - Vista panorâmica da preparação: 1) Apêndice atrial direito; 2) Fio de tração no apêndice atrial direito; 3) Pericárdio; 4) Pulmão direito; 5) Eletrodo em ventrículo direito e 6) Eletrodo em ventrículo esquerdo. B - Punção do N.A.V.: 1) Agulha Butterfly; 2) Arco aórtico; 3) Átrio direito; 4) Sulco entre o arco aórtico e o átrio direito e 5) Hemostático com ponta curva.

19,1% e encaminhado para recinto próprio, existente na Unidade para esta finalidade.

Os dados obtidos referentes à limiar de estimulação, amplitude de R e impedância elétrica foram tratados pelo teste "T" de Student para variáveis pareadas. A variação do débito cardíaco e a duração do QRS foram avaliadas com o teste ANOVA (One Way Analysis of Variance). O teste de Tukey-Kramer foi utilizado para detectar onde as diferenças ocorreram.

RESULTADOS

Tomamos como exemplo um dos animais do experimento, o de número 5, para mostrar as variações eletrocardiográficas encontradas nas derivações D1, D2 e D3 assinalando no traçado: "1" para onda P; "2" para complexo QRS; "3" para onda T e "4" para o estímulo elétrico.

I – Indução do Bloqueio

A técnica utilizada foi eficaz para obtenção do BAVT em todos os animais como o exemplo observado na figura 3-A e 3-B.

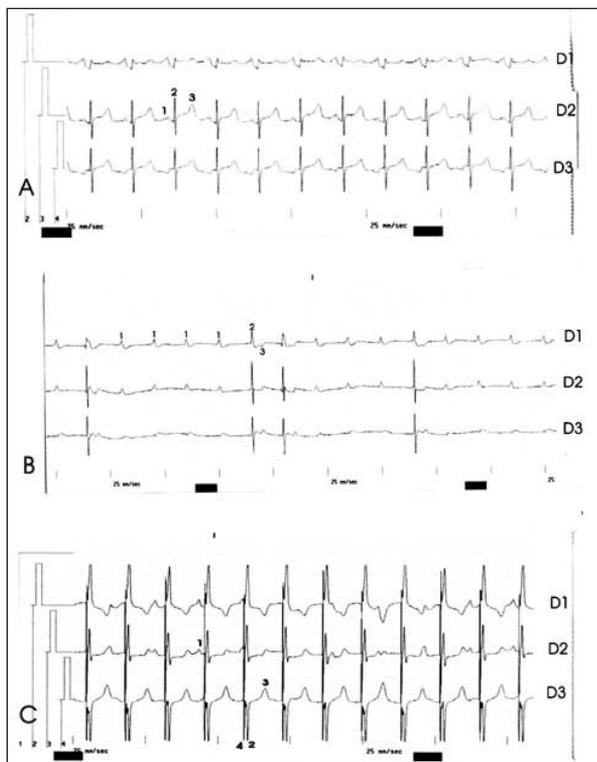


Figura 3 - A – E.C.G. de superfície na condição CS. mostrando coração em ritmo sinusal e F.C. ao redor de 130 bpm, antes da indução do B.A.V.T.; B – E.C.G. de superfície na condição CB, mostrando ritmo de B.A.V.T. com F.C. ao redor de 20 bpm; C – Coração em ritmo de marcapasso cardíaco artificial na condição V.D. com frequência cardíaca estimulada de 130 bpm.

II – A Estimulação Elétrica

A estimulação elétrica foi eficaz em todos os modos utilizados como o exemplo observado nas figuras 3-C; 4-A; 4-B e 4-C nas situações VD, VE, BVD e BVE.

Os limiares de estimulação foram medidos em Volts na ponta do VD e na ponta do VE e os valores encontrados são mostrados na figura 5-A.

A média dos valores de limiar encontrados em VD foi de $1,63 \pm 1,14$ V e em VE de $2,13 \pm 1,10$ V, sem diferença estatisticamente significativa.

A amplitude da onda R foi medida em milivolt (mV) e os valores encontrados são mostrados na Figura 5-A.

A média dos valores obtidos em VD foi de $14,75 \pm 5,20$ mV e em VE $15,50 \pm 5,40$ mV sem diferenças estatisticamente significantes.

A impedância elétrica do sistema foi medida em

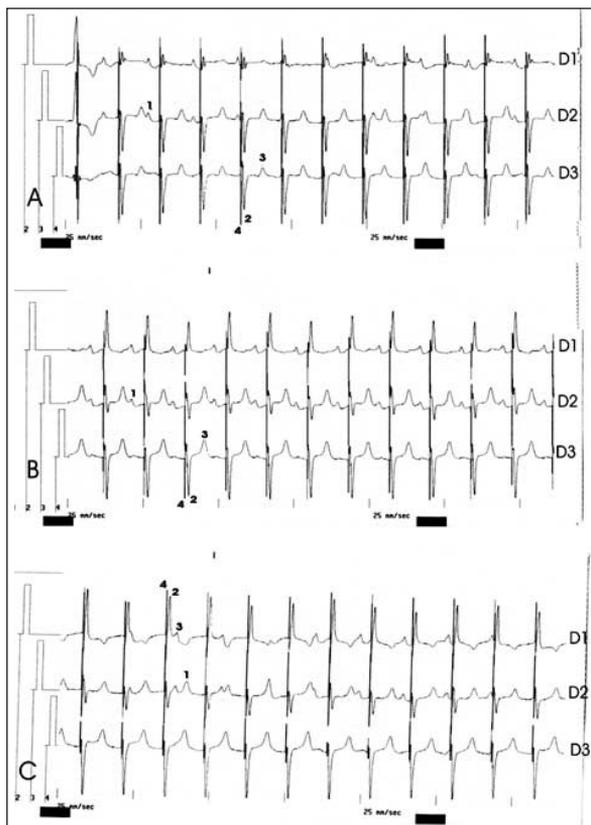


Figura 4 - A – Coração em ritmo de marcapasso cardíaco artificial na condição V.E. com frequência cardíaca estimulada de 130 bpm; B – Coração em ritmo de marcapasso cardíaco artificial com estimulação biventricular na condição BVD, com frequência cardíaca estimulada de 130 bpm; C – Coração em ritmo de marcapasso cardíaco artificial com estimulação biventricular na condição BVE, com frequência cardíaca estimulada de 130 bpm.

Ohms e os valores encontrados são mostrados na Figura 5-A.

A média dos valores obtidos em VD foi de 1314 ± 544 Ohms e em VE 1443 ± 582 Ohms sendo a impedância do VE estatisticamente maior que a do VD.

Todas as medidas acima foram realizadas com o coração em BAVT.

III – Variação do Débito Cardíaco

O débito cardíaco foi medido em litros por minuto (L/mim) com o tórax aberto e a variação encontrada nas diversas situações testadas são mostradas na Figura 5-B.

Como podemos notar, há uma queda acentuada do débito cardíaco, estatisticamente significativa, com o BAVT em relação ao ritmo sinusal.

A estimulação artificial elevou o DC próximo aos

valores da situação do animal em ritmo sinusal, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os valores do DC neste ritmo e qualquer dos modos de estimulação utilizados.

IV – Variação da Duração do QRS

As medidas de duração do complexo QRS foram feitas em milissegundos e as variações encontradas no experimento são mostradas na figura 5-B.

O tratamento estatístico realizado com estes dados mostra que em relação ao ritmo sinusal (CS) a largura do QRS tem aumento estatisticamente significativo nas seguintes situações: 1º) com o coração bloqueado (CB); 2º) na estimulação cardíaca em ponta do VD; 3º) na estimulação cardíaca biventricular BVD.

Ainda em relação ao ritmo sinusal a largura do QRS não tem diferença estatisticamente significativa nas seguintes situações: 1º) com estimulação em ponta do VE; 2º) com estimulação biventricular BVE.

Interessante notar que não há diferença estatística em relação à largura do QRS quando se comparam as estimulações biventriculares BVD com a BVE.

DISCUSSÃO

A escolha de suínos deu-se pela semelhança da anatomia do sistema de condução em relação ao homem [Peng et al. (apud Petrucci Jr. 1983) 8], sendo que o suíno pode ser tomado como modelo sensível para o estudo de intervenções terapêuticas (Horneffer et al.) 9.

O tempo médio de duração do experimento foi de 1h15 semelhante ao tempo utilizado por Steiner e Kovalik 1968 5.

O peso médio dos animais foi de 50 Kg, adequada para o manuseio do coração, permitindo facilmente a instalação dos eletrodos de estimulação na ponta dos dois ventrículos.

I – Obtenção do Bloqueio

No nosso experimento a obtenção do BAVT utilizou técnica semelhante à descrita por Steiner e Kovalik (1968) 5 (figura 1-A), sendo que no trabalho original estes autores utilizaram cães e a via de acesso ao coração foi através de toracotomia direita no terceiro espaço intercostal (EIC).

Os autores fizeram injeção de formaldeído a 40% no NA.V. utilizando seringa e agulha tipo Insulina angulada a 60º na ponta em relação à base.

Em nosso trabalho, a via de acesso foi por esternotomia mediana que permite melhor visibilidade do local da punção para injeção do formaldeído a 40% e facilita o manuseio do coração para fixação dos eletrodos.

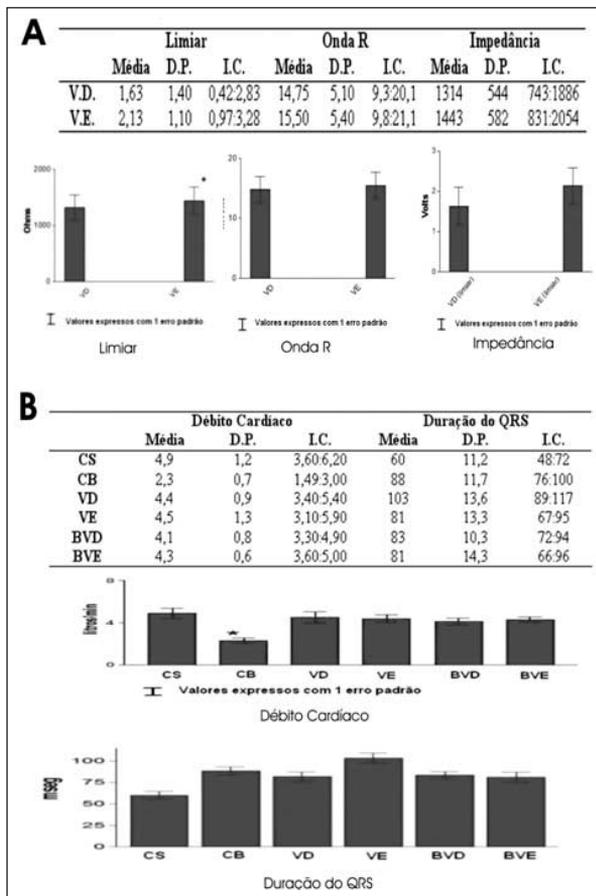


Figura 5 - A – Tabela e representações gráficas das medidas de Limiar de Estimulação, Amplitude de Onda R e Impedância Elétrica medidos nos ventrículos direito e esquerdo com o coração em B.A.V.T.; B – Tabela e representações gráficas dos resultados medidos de Variação do Débito Cardíaco e Variação da Duração do Q.R.S. nas diferentes condições do experimento.

Diferentemente de Steiner e Kovalik⁵ que utilizam agulha tipo insulina angulada a 60° com a base, nós utilizamos uma agulha tipo Butterfly conectada por suas aletas de plástico (extremidade proximal) a uma pinça de ponta curva, sendo a outra extremidade (distal) conectada a uma seringa tipo insulina, contendo formaldeído a 40%. Esta configuração facilita, pela sua maior mobilidade, a punção do sistema de condução (figura 1-B).

Obtivemos BAVT em 100% dos animais utilizados, semelhantes aos dados da literatura (Steiner⁵ e Weir⁴).

II – Estimulação Artificial e Comportamento Hemodinâmico

Wiggers¹⁰ em 1925 e Finney¹¹ em 1965, em estudos de estimulação cardíaca experimental prolongada, demonstraram diminuição da função sistólica do VE quando o sítio de estimulação era a ponta do VD. Entretanto, em nosso estudo (experimentação aguda) o débito cardíaco medido não foi estatisticamente diferente quando a estimulação era feita com o eletrodo na ponta do VD, na ponta do VE ou biventricular.

Rho et al.¹² em 2001 estudaram a estimulação biventricular como uma nova e promissora opção terapêutica para pacientes com ICC severa e atraso na condução interventricular. O equipamento utiliza um conector em “Y” para acomodar o cabo extra do seio coronário, para estimulação do VE. Esta modificação pode alterar os limiares biventriculares. Eles utilizaram 72 pacientes com baixa fração de ejeção, obtendo sucesso com a estimulação biventricular. Em vinte pacientes foi utilizado o adaptador em “Y” ligado ao pólo ventricular do gerador de tal forma que a corrente emitida estimulava os dois ventrículos ao mesmo tempo. Os limiares obtidos no início da implantação antes de conectar os cabos em “Y” foram significativamente menores daqueles obtidos depois da conexão em “Y” ($1,4 \pm 1 \text{ V} \times 3,0 \pm 1$). Durante o seguimento o limiar no VE chegou a $3,5 \pm 1 \text{ V}$. Um incremento de 15,5% em relação ao valor de base. Pedrosa¹³ (2002) em estudo de estimulação biventricular relata achados semelhantes aos de Rho¹² e sugere que limiares biventriculares acima de 2 V medidos durante o implante fossem um marcador de mau resultado em longo prazo, necessitando, em muitos casos, reposicionar o eletrodo do VE. Butter et al.¹⁴ (2000) revisaram dados da literatura, que sugerem que a estimulação ventricular esquerda apresenta melhores resultados no tratamento da ICC quando comparada ao encurtamento do intervalo AV, sendo o melhor sítio de estimulação à parede livre posterolateral do VE. Pachón et al.³ (1999) estudaram um tipo de estimulação cardíaca endocárdica mais eficaz com QRS mais estreito sem estimulação do VE através do seio coronário e das veias cardíacas. Estudaram 5 pacientes com cardiomiopatia dilatada severa, fibrilação atrial crônica e bloqueio atrioventricular, subme-

tidos a implante de marcapasso endocárdico definitivo com dois eletrodos em ventrículo direito, um no ápex do VD e outro no septo interventricular alto (subpulmonar) conectados respectivamente às saídas ventricular e atrial de marcapasso bicameral. Utilizaram o ecodopplercardiograma para comparar no mesmo paciente as estimulações convencional (VVI), septal alta (AAI) e bifocal (DDT com intervalo AV próximo de zero). O resultado da estimulação bifocal em ventrículo direito mostrou aumento da fração de ejeção, do débito cardíaco, diminuição da duração do QRS, do refluxo mitral e da área do átrio esquerdo, sendo que a estimulação convencional foi a de pior resultado. Concluíram que na impossibilidade da estimulação ventricular esquerda seja utilizada a estimulação ventricular direita bifocal nos casos de miocardiopatia dilatada importante com indicação de marcapasso.

Os estudos citados demonstram a importância do sítio de estimulação e da seqüência mais anatômica possível da ativação ventricular para ressinchronizar o ciclo cardíaco e obter melhora da função cardíaca nos casos de miocardiopatia dilatada com distúrbios da condução atrioventricular, interventricular ou interatrial.

Em nosso experimento, estudamos a função hemodinâmica em porcos com corações supostamente normais após BAVT induzido por necrose química do sistema de condução, estimulando ápice de VD, ápice de VE e biventricular. Nosso resultado foi semelhante ao obtido por Saxon¹⁵ e Fei¹⁶ no sentido de que a estimulação biventricular é mais eficiente quando comparada com outros sítios de estimulação. Concorde ao trabalho de Butter¹⁴ notamos também que a estimulação no ventrículo esquerdo mostrou eficiência semelhante à estimulação biventricular.

Os limiares de estimulação no ápex do VD e do VE tiveram semelhança estatística em nosso estudo, sendo que no trabalho de Rho et al.¹², o ventrículo esquerdo apresentou limiar de estimulação maior que o ventrículo direito. Pedrosa¹³ entre nós sugere que os pacientes com valores de limiares intra-operatórios acima de 2 V formam um grupo o qual deve ser especialmente acompanhado, pois possivelmente terão perda de captura no seguimento.

III – Duração do Complexo QRS

Atualmente, com o uso da estimulação cardíaca artificial, como coadjuvante ao tratamento da ICC, corrigindo os bloqueios AV de primeiro grau longos, os bloqueios interventriculares e os bloqueios interatriais, descritos por vários autores (Hochleitner, Daubert, Pachón, Pedrosa, Saxon)^{1-3,13,15}, e é importante localizar os sítios e modos de estimulação que melhor ressinchronizam o ciclo cardíaco. A expressão dessa ressinchronização é vista no ECG de superfície pelo encurtamento do intervalo PR no bloqueio atrioventricular (BAV) de primeiro grau, onda P sem entalhes,

com duração de até 120 ms, no retardo da condução interatrial e encurtamento da largura do complexo QRS nos distúrbios de condução interventricular.

Neste estudo, particularmente, os melhores sítios de estimulação foram na ponta do VE e a biventricular com eletrodo negativo em ponta do VE (BVE), com a corrente elétrica iniciando a estimulação pelo VE.

Uma possível explicação para este achado está no fato de que quando o eletrodo negativo é fixado na ponta do VE como acontece nas situações VE e BVE do estudo, este fica em meio a um conjunto de células polarizadas, isto é, com maior positividade relativa extracelular, gerando uma tendência de o potencial transmembrana ficar menos negativo e atingir mais rapidamente o potencial limiar, em torno de -70 mv que desencadeia a despolarização inicialmente no VE. A corrente elétrica segue caminho retrogrado, iniciando a estimulação no

lado esquerdo e a seguir no direito de tal forma que ambos se contraem quase ao mesmo tempo, imitando a situação fisiológica e melhorando a performance do coração.

CONCLUSÃO

A técnica cirúrgica para obtenção do BAVT é de fácil execução e reprodutibilidade. Obtivemos BAVT em todos os animais estudados. A indução do BAVT agudo causa acentuada queda do DC. A estimulação cardíaca artificial leva o DC para níveis próximos ao observado antes da obtenção do BAVT em qualquer dos modos de estimulação utilizados e em todos os animais. A duração do complexo QRS se aproxima daquela do ritmo sinusal, quando a estimulação elétrica artificial se faz em ponta do VE e biventricular com eletrodo negativo colocado em ponta do VE (BVE).

Reblampa 78024-358

Mortati, NL. An experimental model studied the effect of artificial pacemakers on heart physiological phenomena and its correlation with clinical practice. Reblampa 2003; 16(4): 212-219.

ABSTRACT: The purpose of this work was to standardize the technique of producing complete experimental AV block and to study the variation of cardiac output, variation of stimulation threshold, R wave amplitude, the electrical impedance between the electrode and cardiac muscle and the variation of the length of the QRS complex in sinus rhythm, in AV block and with cardiac pacing in the apex of the RV, in the apex of the LV using biventricular pacing in swine with supposedly normal hearts. We used six animals to obtain complete experimental AV block by using externotomy without atriotomy by chemical necrosis of the conduction system of a 40% formaldehyde solution injection. Cardiac output was measured by a thermo-dilution technique. The superficial E.K.G. registers were made in deviations D1, D2 and D3 with a DMS1000 (Biotronik) device. The epicardial electrodes used were Biotronik GmbH model ELC-35. The stimulation was made with an ERA300 (Biotronik) device in the V.O.O. mode with 5 V of amplitude and 1 ms of length, stimulation frequency was similar to that found in the sinus rhythm and the open thorax. The time elapsed between the beginning of each stimulation type and the accomplishment of the measures was approximately 15 minutes. We obtained complete AV block in all of the animals studied. The C.O., in this situation, reduces significantly and returns to the sinus rhythm level with any stimulation modes used. The threshold and R amplitude in the apex of the RV and the apex of the LV were statistically equal; however, the electrical impedance of the LV was statistically higher than that of the apex of the RV. Using electrical artificial stimulation in the apex of LV and biventricular stimulation with negative electrodes in the apex of the LV and positive electrodes in the apex of the RV was observed a greater shortening of the length of the QRS complex. This experimental model was demonstrated to be appropriate, since C.C.H.B. was obtained in all animals examined and the variation of the parameters studied showed statistical consistency.

DESCRIPTORS: artificial cardiac pacing, multisite stimulation, experimental AV block.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Hochleitner M, Hörtnagl H, Ng CK, et al. Usefulness of physiologic dual-chamber pacing in drug-resistant idiopathic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1990; 66: 198-202.
- 2 Daubert JC, Ritter P, Cazeau S, Mabo P. Pacing in congestive heart failure. In: Rosenqvist, M. *Cardiac Pacing: New Advances*. London: Ed. W.B. Saunders 1997. p. 3-25.
- 3 Pachón M JC, et al. Estimulação ventricular direita bifocal no tratamento da miocardiopatia dilatada com insuficiência cardíaca. *Arq Bras Cardiol* 1990; 73(6): 485-91.
- 4 Weir EK, Mcmurtry IF, Grover RF. *Experimental models*

- of complete heart block. *Basic Res Cardiol* 1975; 70: 446-55.
- 5 Steiner C, Kovalik ATW. A simple technique for production of chronic complete heart block in dogs. *J Appl Physiol* 1968; 25(5): 631-2.
 - 6 COBEA (Colégio Brasileiro de Experimentação Animal). Princípios éticos na experimentação animal. In: Congresso do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal, São Paulo, 1991.
 - 7 Flecknell PA. In: *Laboratory Animal Anaesthesia. A practical introduction for research workers and technicians*. Academic Press 1996.
 - 8 Petrucci Jr. O. Desenvolvimento e padronização de modelo experimental com coração isolado de suínos utilizando circulação parabiótica. [Dissertação, Mestrado]. Campinas: Universidade de Campinas, 2001.
 - 9 Horneffer PJ, Gott VL, Gardner TJ. Swine as a cardiac surgical model. In: Swindle, MM ed., *Swine as Models in Biomedical Research*. Ames, LA: Iowa State University Press 1982; 321: 325.
 - 10 Wiggers C. The muscular reactions of the mammalian ventricles to artificial surface stimuli. *Am J Physiol* 1925; 73C: 346-78.
 - 11 Finney J. Hemodynamic alterations in left ventricular function consequent to ventricular pacing. *Am J Physiol* 1965; 208H: 275-82.
 - 12 Rho RW, et al. Excessive Elevations in Biventricular Thresholds with the Use of "Y" IS 1 Adaptors. *PACE* 2001; 24: 638.
 - 13 Pedrosa AAA. Efeitos da estimulação cardíaca biventricular via minitoracotomia, sobre o comportamento clínico funcional de pacientes com insuficiência cardíaca. [Tese, Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
 - 14 Butter C, et al. Should Stimulation Site Be Tailored in the Individual Heart Failure Patient? *Am J Cardiol* 2000; 86(suppl): 144K-151K.
 - 15 Saxon L, et al. Acute Effects of Intraoperative Multisite Ventricular Pacing on Left Ventricular Function and Activation/Contraction Sequence in Patients with Depressed Ventricular Function. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1998; 9: 13-21.
 - 16 Fei L, et al. Effects of Multisite Ventricular Pacing on Cardiac Function in Normal Dogs and Dogs with Heart Failure. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999; 10: 935-46.