

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**IMPLANTE DE MARCAPASSO CARDÍACO PARA O TRATAMENTO DO
BLOQUEIO ATRIOVENTRICULAR COMPLETO EM CÃES**

EDUARDO ROSA DOS SANTOS

PORTO ALEGRE

2011/2

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**IMPLANTE DE MARCAPASSO CARDÍACO PARA O TRATAMENTO DO
BLOQUEIO ATRIOVENTRICULAR COMPLETO EM CÃES**

EDUARDO ROSA DOS SANTOS

Monografia apresentada à Faculdade de Medicina
Veterinária como requisito parcial para obtenção
da Graduação em Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Emerson Antonio
Contesini

Co-orientador: Dra. Elisa Barp Neuwald

PORTO ALEGRE

2011/2

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Luiz Armindo Moreira dos Santos e Margarete Rosa dos Santos pelo apoio moral e financeiro, carinho e dedicação constantes, sem eles não seria possível a conclusão deste projeto.

Ao meu irmão Fábio Rosa dos Santos pela amizade e confiança em mim depositada e pela ajuda em todos os momentos.

Aos amigos e colegas da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS pelo auxílio, compreensão e momentos felizes vividos nos últimos cinco anos.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Emerson Antonio Contesini e Dra. Elisa Barp Neuwald por confiarem na minha capacidade e me auxiliarem durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos excelentes professores da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS por todo o conhecimento transmitido, não somente em sala de aula, e dedicação durante o período da minha graduação.

Aos funcionários, professores e monitores com os quais convivi durante os quatro últimos semestres no bloco cirúrgico de ensino desta Faculdade, pela ajuda, amizade e ensinamentos.

Aos animais, inclusive o meu cachorro Mailon, que contribuíram com o meu aprendizado, ensinando muitas vezes o que não estava nos livros.

A todas as pessoas que de alguma forma auxiliaram ou estiveram presentes durante esta etapa da minha vida.

EPIGRAFE

“Que nossos esforços desafiem as impossibilidades.

Lembraí-vos que as grandes proezas da história

foram conquistadas do que parecia impossível”

(Charles Chaplin)

RESUMO

O bloqueio atrioventricular completo é uma cardiopatia relativamente rara em cães, mas provoca sinais clínicos graves que limitam as atividades do animal e diminuem bastante a expectativa e a qualidade de vida. Pode ser resultado de diferentes condições primárias e caracteriza-se por uma completa interrupção da passagem dos impulsos do átrio para o ventrículo, provocando uma dissociação do ritmo atrial e ventricular. Da frequência ventricular dependerá o aparecimento dos sinais clínicos, sendo os mais comuns intolerância ao exercício e síncope. O único tratamento eficaz para animais com BAV completo sintomáticos é a colocação de um marcapasso cardíaco permanente, geralmente por via transvenosa, uma técnica já bastante consolidada na cardiologia veterinária internacional. A cirurgia não possui muitas dificuldades, embora para uma implantação bem sucedida seja necessário um bom conhecimento em eletrofisiologia e anatomia cardíaca fluoroscópica, uma equipe bem treinada e vários equipamentos médicos, além de uma avaliação pré-cirurgia completa do paciente. O presente trabalho tem como objetivo revisar o bloqueio atrioventricular completo em cães e abordar o funcionamento, técnica de implante e principais complicações do marcapasso cardíaco.

Palavras-Chave: Estimulação Cardíaca Artificial, Bloqueio Cardíaco, Bradiarritmia.

ABSTRACT

The complete atrioventricular block is a relatively rare heart disease in dogs, but it causes severe clinical signs that limit the activities of the animal and diminishes the expectation and quality of life. Can be produced by different primary conditions and is characterized by a complete interruption of the passage of impulses from the atria to the ventricle, causing a dissociation of atrial and ventricular pace. Of ventricular rate depends on the appearance of clinical signs, the most common exercise intolerance and syncope. The only effective treatment for symptomatic animals with complete AVB is the placement of a permanent cardiac pacemaker, usually by transvenous via, a technique fairly consolidated in the international veterinary cardiology. The surgery does not have many difficulties, although for a successful implementation is necessary a good knowledge of electrophysiology and cardiac anatomy fluoroscopic, a well trained staff and various medical equipment, and a complete preoperative evaluation of the patient. This paper aims to review the complete atrioventricular block in dogs and address the operation, implantation technique and major complications of cardiac pacemaker.

Keywords: *Artificial Cardiac Pacing, Heart Block, Bradyarrhythmia.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Esquematização do sistema de condução cardíaco íntegro. No BAVC os impulsos originados no átrio não chegam aos ventrículos e o nodo AV (no centro) pode assumir o ritmo ventricular.....	12
Figura 02	ECG de um cão com bloqueio atrioventricular completo apresentando sintomatologia clínica. As setas indicam os complexos QRS em ritmo idioventricular de cerca de 30 bpm e a letra P aponta as ondas P em frequência normal.....	15
Figura 03	Gerador de pulso dupla câmara bipolar.....	19
Figura 04	À esquerda um eletrodo de fixação ativa em forma de rosca e à direita um eletrodo de fixação passiva.....	20
Figura 05	À esquerda o aspecto de um eletrodo posicionado no ápice ventricular, e à direita um marcapasso dupla câmara com um eletrodo no átrio e outro no ventrículo.....	28
Figura 06	Radiografia látero-lateral de um cão no pós-operatório do implante de marcapasso, é possível visualizar o gerador de pulso e o eletrodo posicionado no ventrículo.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

ACVIM	<i>American College of Veterinary Internal Medicine</i>
AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
AV	Atrioventricular
BAV	Bloqueio Atrioventricular
BAVC	Bloqueio Atrioventricular Completo
BPF	Boas Práticas de Fabricação
bpm	Batimentos por Minuto
CanPacers	<i>Companion Animal Pacemaker Registry & Repository</i>
DC	Débito Cardíaco
DV	Dorsoventral
ECG	Eletrocardiograma
EUA	Estados Unidos da América
FC	Frequência Cardíaca
ICC	Insuficiência Cardíaca Congestiva
IEM	Interferência Eletromagnética
LL	Látero-lateral
<	Menor que
PSA	<i>Pacemaker System Analyzer</i>
%	Por cento
VA	Ventrículo-atrial
VD	Ventrículo Direito

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	INDICAÇÕES PARA O IMPLANTE DE MARCAPASSO CARDÍACO	11
2.1	Bloqueio Atrioventricular Completo.....	12
2.1.1	Aspectos Gerais.....	12
2.1.2	Etiologia.....	13
2.1.3	Quadro Clínico.....	14
2.1.4	Diagnóstico e Exames Complementares.....	15
2.1.5	Prognóstico.....	16
3	MARCAPASSO.....	17
3.1	História e Obtenção dos Dispositivos.....	17
3.2	Componentes.....	18
3.3	Códigos de Identificação.....	21
3.4	Unipolar x Bipolar.....	21
3.5	Programação.....	22
3.6	Interferências do Meio.....	23
4	IMPLANTE DO MARCAPASSO.....	25
4.1	Avaliação do Paciente.....	25
4.2	Procedimento.....	25
4.2.1	Implante de Marcapasso Endocárdico Transvenoso com Acesso Jugular.....	26
4.3	Pós Operatório.....	28
4.4	Resolução dos Sinais Clínicos.....	30
4.5	Complicações.....	30
4.5.1	Deslocamento do Cabo-eletrodo.....	31
4.5.2	Estimulação Extracardíaca.....	32
4.5.3	Desenvolvimento de Insuficiência Cardíaca Congestiva.....	32
4.5.5	Arritmias.....	33
4.5.6	Infecção.....	33
4.5.7	Seroma.....	34
4.6	Funcionamento Inadequado.....	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A medicina veterinária tem evoluído muito nos últimos anos nos campos de diagnóstico e tratamento, através da pesquisa constante e da incorporação de métodos largamente utilizados em medicina humana. Um grande número de enfermidades dos animais que não possuíam terapêutica tem sido objeto de pesquisa científica, para que os pacientes veterinários possam dispor de novas alternativas de tratamento. A cardiologia veterinária é uma especialidade que tem contribuído bastante para essa evolução, sendo objeto de grande número de trabalhos publicados e contando com diversas palestras em congressos. Um bom exemplo do uso de tecnologia de ponta a serviço dos animais é o implante de marcapasso em portadores de distúrbios de condução cardíaca como o bloqueio atrioventricular completo (BAVC), já bastante consolidado no exterior e com um futuro promissor no Brasil.

O BAVC caracteriza-se pelo bloqueio total dos impulsos atriais na junção atrioventricular, ocasionando batimentos atriais e ventriculares independentes (TILLEY; SMITH, 2008). Pode ser resultado de defeitos congênitos, cardiomiopatia infiltrativa, fibrose idiopática, entre outros, e não existe qualquer outro tratamento clínico ou cirúrgico que substitua a colocação do marcapasso cardíaco, portanto, a implantação do dispositivo atua devolvendo a qualidade e prolongando a vida de cães que apresentem os sinais clínicos da doença (TILLEY; GOODWIN, 2002), já que com o baixo débito cardíaco, devido à frequência cardíaca limitada pelo ritmo de escape, muitas das atividades rotineiras do animal necessitam ser restringidas, ou até mesmo impedidas, a fim de diminuir o risco de morte súbita que aumenta grandemente com o progresso da enfermidade (FOSSUM, 2005; MOÏSE, 1999).

Na atualidade a maioria dos marcapassos implantados em animais é doada pelos fabricantes; são dispositivos que não podem mais ser utilizados em humanos por diversos motivos (diminuição da vida útil da bateria, por exemplo) e são cedidos a médicos veterinários que realizam o procedimento. A cirurgia para colocação do marcapasso é relativamente simples, sendo geralmente implantado por via transvenosa, contudo, é necessário uma equipe bem treinada e diversos equipamentos médicos para o sucesso da operação, o que se traduz em altos custos para o proprietário, limitando o número de animais que têm acesso ao tratamento (MOÏSE, 1999).

2. INDICAÇÕES PARA O IMPLANTE DE MARCAPASSO CARDÍACO

De acordo com Moïse (1999) as bradiarritmias sintomáticas são a principal indicação para o implante de marcapasso cardíaco em cães e gatos, sendo as duas mais frequentes o bloqueio atrioventricular completo e a síndrome do seio doente, e menos comumente a pausa atrial persistente e o bloqueio atrioventricular de segundo grau avançado.

Ocorre pausa atrial quando os átrios falham em conduzir um impulso elétrico. Ela é dividida em transitória (causada por hipercalemia) ou persistente, quando resulta de uma síndrome de distrofia muscular herdável, que atinge também os ventrículos e músculos esqueléticos escapuloumerais (FOSSUM, 2005). A síndrome do seio doente caracteriza-se por uma disfunção do nodo sinoatrial. Os achados mais frequentes no eletrocardiograma são taquicardia sinusal, parada sinusal intermitente e bradicardia sinusal e na ausência de um ritmo de escape adequado ocorrem longas pausas sinusais que resultam em sinais clínicos intermitentes (PETRIE, 2005). O bloqueio atrioventricular deve-se a um atraso ou bloqueio da condução dos impulsos cardíacos pelo nodo atrioventricular, sendo subdividido em três graus distintos. O BAV de primeiro grau é um prolongamento da condução pelo nodo atrioventricular, sendo geralmente resultado de uma influência parassimpática exagerada; o de segundo grau caracteriza-se por uma falha intermitente na condução de impulsos pelo nó, sendo que o de segundo grau avançado resulta de uma doença intrínseca no nodo; já o bloqueio atrioventricular completo (também conhecido como BAV total ou BAV de terceiro grau) constitui uma falha de condução total pelo nodo AV e implica fortemente em uma doença degenerativa ou infiltrativa intrínseca do nó (FOSSUM, 2005).

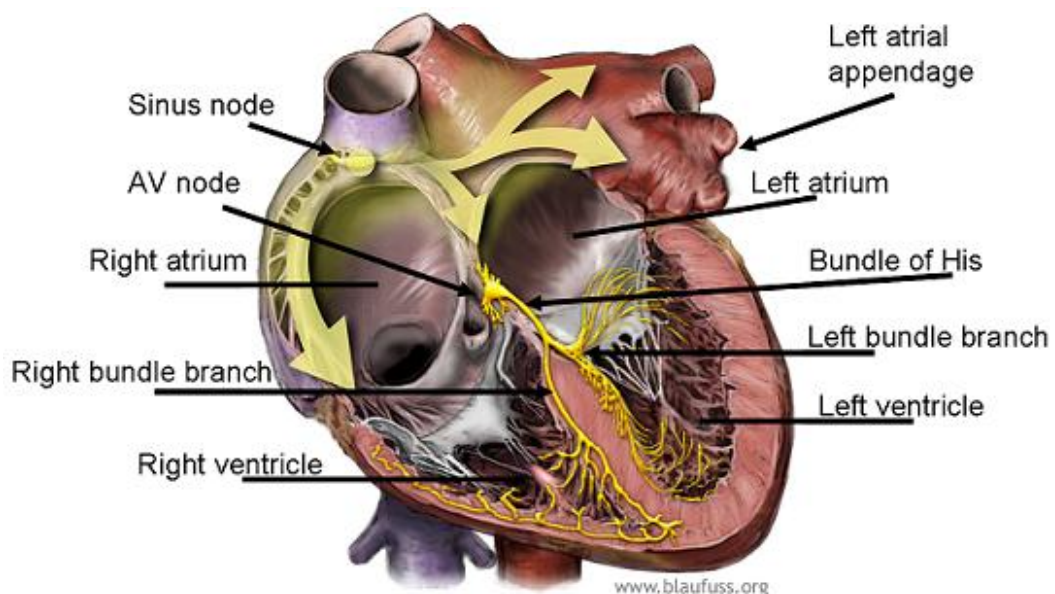
O desenvolvimento de sinais clínicos depende de muitos fatores, como: bradiarritmia constante ou intermitente, frequência das contrações ventriculares, saúde global do animal e severidade de eventual doença cardíaca subjacente. Com FC abaixo de 40 bpm os cães frequentemente apresentam letargia, síncope ou insuficiência cardíaca congestiva e com menos de 25 bpm os sinais clínicos são severos devido ao baixo débito cardíaco e é necessário um implante de marcapasso emergencial (MOÏSE, 1999).

2.1 Bloqueio Atrioventricular Completo

2.1.1 Aspectos Gerais

O bloqueio atrioventricular completo caracteriza-se pela incapacidade total dos estímulos atriais chegarem aos ventrículos; enquanto os átrios continuam sendo estimulados pelo nodo sinusal, os ventrículos passam a ser despolarizados por um marcapasso próprio, situado abaixo da lesão (Figura 1). A frequência cardíaca será mais lenta quanto mais baixo o marcapasso estiver no sistema de condução, 40 a 60 bpm se no nodo atrioventricular e em torno de 30 bpm nas fibras de Purkinje (PORTO, 2005). O candidato ideal para o implante do marcapasso é o animal cuja arritmia está claramente associada com os sinais clínicos e não possui doença miocárdica ou valvular subjacente, tal como os cães com bloqueio atrioventricular completo congênito. Entretanto, os animais que necessitam do implante, em sua maioria, são adultos com BAV completo adquirido e com doença cardíaca associada (MOÏSE, 1999). A colocação de um marcapasso cardíaco permanente é o único tratamento eficaz para pacientes sintomáticos, já que o tratamento com medicamentos, em geral, não tem nenhum valor (TILLEY; GOODWIN, 2002).

Figura 01 – Esquematização do sistema de condução cardíaco íntegro. No BAVC os impulsos originados no átrio não chegam aos ventrículos e o nodo AV (no centro) pode assumir o ritmo ventricular.



Fonte: disponível em <<http://knol.google.com/k/pacemakers#>>

Conforme a duração os BAV completos podem ser classificados em transitórios, intermitentes ou fixos. O bloqueio atrioventricular total agudo pode ser de origem inflamatória, medicamentosa, isquêmica ou cirúrgica (PORTO, 2005). O BAVC é uma arritmia perigosa, já que pode evoluir para assistolia ou fibrilação ventricular (GONÇALVES, 2010).

Os bloqueios atrioventriculares respondem por 10% das arritmias, embora pareçam menos frequentes devido à falta de diagnóstico (SCHROPE; KELCH, 2006 *apud* GUERREIRO, 2009). Apesar de mais raro, quando comparado ao BAV de primeiro e segundo grau, o BAVC é o principal responsável pelo desenvolvimento de sinais clínicos (ETTINGER *et al.*, 2004 *apud* GUERREIRO, 2009), e possui a maior prevalência entre as doenças que necessitam de estimulação cardíaca artificial, fato comprovado por um estudo retrospectivo do implante de marcapasso em 104 animais no Reino Unido que mostrou que 67 deles receberam o dispositivo devido ao BAVC (JOHNSON; MARTIN; HENLEY, 2007). O Labrador é apontado como a raça mais comumente afetada pelo BAVC e é também a raça que mais recebe implante de marcapasso cardíaco no Reino Unido (FONFARA *et al.*, 2010).

2.1.2 Etiologia

O BAVC pode ser resultado de diferentes condições primárias, incluindo defeitos congênitos (estenose aórtica, defeito de septo ventricular, bloqueio AV isolado), cardiomiopatia infiltrativa (amiloidose, neoplasia), fibrose idiopática, infarto do miocárdio, cardiomiopatia hipertrófica, endocardite bacteriana, doença de Lyme, doença de Chagas e fibrose idiopática em cães idosos (TILLEY; GOODWIN, 2002). Menos comumente pode estar associado à intoxicação por digoxina ou excessiva suplementação com magnésio (FORD; MAZZAFERRO, 2007).

Os cães idosos são geralmente os principais acometidos, exceto em cardiopatias congênitas (TILLEY; SMITH, 2008). A fibrose idiopática progressiva do sistema de condução cardíaco, relacionada ao envelhecimento, é a causa mais comum de bloqueio atrioventricular adquirido em humanos (BAROLD; HERWEG, 2008) e possivelmente também em animais, sendo relatada maior frequência desta na raça Cocker Spaniel, enquanto no Pug e Doberman defeitos de condução AV e lesões no feixe de His são mais comuns (TILLEY; SMITH, 2008).

2.1.3 Quadro Clínico

A maior parte dos cães com BAVC é assintomático, uma vez que o ritmo de escape que se estabelece pode ser capaz de manter um débito cardíaco adequado para as funções vitais do animal. Os sinais clínicos mais comuns nos cães sintomáticos são intolerância ao exercício, letargia, síncope, ataxia e atordoamento (PETRIE, 2005).

O ritmo idioventricular lento resulta em baixo DC e eventual insuficiência cardíaca, essencialmente quando o animal se exercita. Não sendo possível suprir o aumento da demanda a insuficiência progride, e mesmo a prática de atividades leves passa a causar sintomatologia clínica, como síncope (TILLEY; SMITH, 2008), que pode ser diferenciada de um ataque convulsivo pela sua curta duração (segundos) e falta de atividade motora tônico-clônica (FOSSUM, 2005). No BAVC por lesão ao nível do nó AV os sinais clínicos são menos intensos e frequentes, devido a sua relativa estabilidade, frequência ventricular mais alta e capacidade relativa de aceleração (PORTO, 2005). Se um ritmo de escape não assume o controle da despolarização dos ventrículos instala-se um quadro de assistolia ventricular; se esta dura entre três e seis segundos os sinais são de atordoamento e pré-síncope, e no caso de persistir por mais de seis segundos é provável que ocorra síncope (GERTSCH, 2009).

O pulso da artéria femoral pode mostrar-se extremamente forte, devido a um grande volume de ejeção do ventrículo esquerdo – resultado do prolongado tempo de enchimento diastólico combinado com o aumento de estiramento dos miócitos; a veia jugular pode estar distendida devido à falha do ventrículo direito e o pulso jugular pode ser visto quando o átrio e o ventrículo contraem de modo assíncrono. Baixo grau de sopro sistólico pode ser auscultado nos focos das valvas tricúspide e mitral. Veias cavas cranial e caudal distendidas, hepatomegalia, ou ascite podem indicar a presença de insuficiência cardíaca congestiva direita ou bilateral (MOÏSE, 1999).

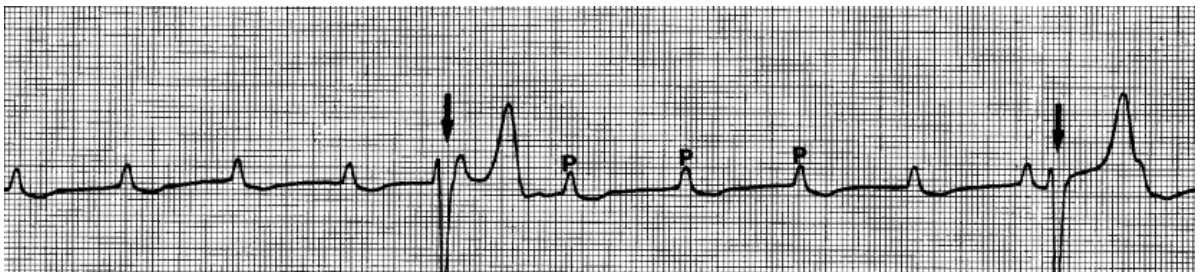
Na auscultação cardíaca fica evidente a bradicardia; os sons da terceira e quarta bulhas são variáveis, enquanto que na primeira há uma variação na intensidade (TILLEY; SMITH, 2008). A pressão arterial é divergente, devido a elevação da pressão sistólica e redução da diastólica (PORTO, 2005).

Edema pulmonar pode, ocasionalmente, ocorrer, principalmente se houver severa regurgitação mitral crônica (MOÏSE, 1999).

2.1.4 Diagnóstico e Exames Complementares

Geralmente o BAVC não apresenta dificuldades diagnósticas no eletrocardiograma (ECG) (PORTO, 2005). O exame mostra uma dissociação completa das ondas P e dos complexos QRS-T. Pode estar presente um ritmo de escape ventricular – quando o ritmo é assumido pelos ramos ou fibras de Purkinje ventriculares – lento (< 40 bpm), regular e não responsivo à administração de atropina (FOSSUM, 2005); ou ritmo idionodal – quando o comando parte de uma área próxima ao nodo AV – cuja frequência fica ao redor de 60 bpm e o complexo QRS tem aspecto normal, ao contrário do ritmo idioventricular onde este se mostra alargado e bizzaro (GONÇALVES, 2010). A frequência ventricular é mais lenta que a atrial, evidenciada por um maior número de ondas P em comparação aos complexos QRS (Figura 2) (TILLEY; SMITH, 2008). Os intervalos P-P e R-R são relativamente constantes, enquanto o intervalo P-R é variável (TILLEY; GOODWIN, 2002).

Figura 02 – ECG de um cão com bloqueio atrioventricular completo apresentando sintomatologia clínica. As setas indicam os complexos QRS em ritmo idioventricular de cerca de 30 bpm e a letra P aponta as ondas P em frequência normal.



Fonte: MOÏSE, 1999.

O ecocardiograma é importante para avaliar a contratilidade miocárdica e integridade valvular. São achados comuns, devido ao menor débito, o aumento das câmaras cardíacas; efusão pericárdica, pleural, abdominal; e distensão das veias hepáticas. Com o uso do Doppler pode ser visualizada regurgitação nas valvas AV de uma ou ambas as câmaras cardíacas (MOÏSE, 1999).

Radiografias podem evidenciar a presença de cardiomegalia, dependendo da duração e severidade da bradiarritmia (MOÏSE, 1999). No exame bioquímico os níveis séricos dos eletrólitos podem estar alterados (TILLEY; SMITH, 2008).

O BAVC deve ser diferenciado do BAV de segundo grau avançado, parada atrial e taquicardia ventricular (TILLEY; GOODWIN, 2002).

2.1.5 Prognóstico

O prognóstico será ruim caso o marcapasso não seja implantado, especialmente nos animais com sintomatologia clínica (TILLEY; SMITH, 2008). No caso de doença cardíaca de base o prognóstico pode ser ruim, ainda que a frequência cardíaca seja controlada com o implante de marcapasso (NELSON; COUTO, 2006). No BAVC congênito associado a uma cardiopatia congênita, o prognóstico será reservado (PORTO, 2005).

3. MARCAPASSO

3.1 História e Obtenção dos Dispositivos

Em 1958, na Suécia, foi implantado o primeiro marcapasso cardíaco eletrônico da história no interior do corpo de uma pessoa, ele foi desenvolvido por um engenheiro e um cirurgião e gerou energia apenas durante alguns dias (MELO, 2001). O primeiro implante de marcapasso realizado em um cão, coincidentemente para o tratamento do BAVC, data do ano de 1967 (PETRIE, 2005). O paciente era um Basenji de dez anos de idade que recebeu um marcapasso bipolar, com eletrodo posicionado epicardicamente no ventrículo esquerdo, que fora retirado de um paciente humano morto seis meses após o implante do marcapasso no seu corpo. O marcapasso funcionou normalmente, com FC de 70 bpm, por cinco anos e seis meses, quando a vida útil da bateria chegou ao fim e o gerador foi substituído. O novo dispositivo funcionou adequadamente por seis meses, quando o paciente, com dezesseis anos de idade, foi eutanasiado devido à presença uma massa abdominal posteriormente identificada como carcinoma pancreático (BUCHANAN, 2003). Contudo, devido às diversas limitações existentes, principalmente custo da cirurgia e disponibilidade do dispositivo, o procedimento só passou a ser realizado com frequência na década de 1980, utilizando-se marcapassos retirados de pessoas falecidas e doados por casas funerárias. Com o surgimento da AIDS esse método foi abolido e as doações passaram a vir dos fabricantes. Atualmente são repassados para utilização em animais equipamentos que não podem mais ser utilizados em humanos, como os que possuem defeitos superficiais, menor vida útil da bateria, unidades excedentes que foram substituídas por uma nova tecnologia, ou modelos de demonstração, sendo necessário que sejam esterilizados a gás antes do implante (MOÏSE, 1999).

Nos EUA o número de implantes anuais na década de 1990 era de 100 – 200 e hoje já chega a 300 – 500, mostrando a consolidação deste procedimento na medicina veterinária (SOLDATO, 2010). O país possui uma organização denominada CanPacers, sem fins lucrativos e patrocinada pela subespecialidade de cardiologia do ACVIM, ela recebe doações de marcapassos não utilizados de diversos fabricantes, organiza um estoque que pode ser virtualmente acessado por qualquer pessoa, e vende por US\$ 500,00 um dispositivo completo, sendo o dinheiro utilizado para a manutenção da organização e financiamento de projetos de pesquisa; também estão disponíveis geradores de pulso e cabos-eletrodo avulsos, acessórios e programadores. Após a escolha do equipamento

desejado o médico veterinário entra em contato com os responsáveis pela CanPacers, efetua o pagamento e recebe o marcapasso pelo correio (CANPACERS, [2011])

No Brasil há notícias de estudos sendo desenvolvidos em algumas universidades, principalmente da região Sudeste, e mais de uma dezena de animais com implante bem sucedido, entretanto os trabalhos ainda não foram publicados pelos responsáveis e os dados não estão disponíveis. Na Universidade de São Paulo, um dos centros onde o implante de marcapasso está sendo estudado, a cirurgia tem um custo entre R\$ 2.000,00 e R\$ 2.800,00 para o proprietário do animal (SCHWARTZ, 2011 ; TUDO..., 2011).

Desde 2010 a empresa Dextronix está produzindo marcapassos especificamente para serem implantados em animais. O dispositivo, chamado de PetPacer, é produzido na Alemanha e Estados Unidos e vendido para cardiologistas veterinários que realizam o procedimento de implantação. O marcapasso é novo, utiliza a mais recente tecnologia, é fabricado seguindo as BPF e testado antes da comercialização e, segundo o site da empresa, possui preço acessível. São fabricados marcapassos de câmara única ou dupla, unipolar ou bipolar, além de cabos-eletrodo avulsos e programadores, tudo voltado ao mercado médico veterinário (PACEMAKERS for dogs, [2011]).

3.2 Componentes

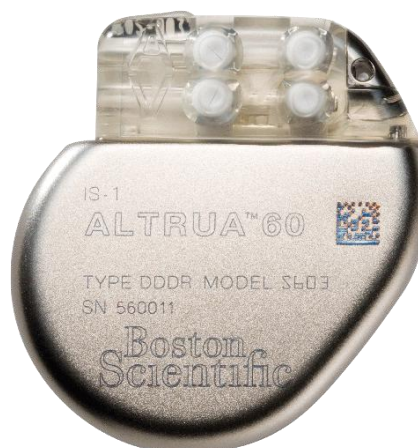
Grandes avanços na tecnologia de fabricação dos marcapassos permitiram o desenvolvimento de dispositivos menores, com *design* mais adequado, circuitos computadorizados e aumento na duração da vida útil da bateria. Os marcapassos modernos podem armazenar diversos dados importantes e transmitir por telemetria a um programador externo, bem como permitem avaliação e modificação de suas características por este método (PETRIE, 2005).

São basicamente dois os componentes principais de um marcapasso cardíaco: o gerador de pulso e o cabo-eletrodo, ou simplesmente eletrodo (conhecido como “fio do marcapasso”).

O gerador de pulso abriga a bateria de lítio de alta densidade que produz o estímulo elétrico, ela possui uma longa vida útil - cerca de sete a doze anos - e possibilita a detecção precoce do seu esgotamento, indicando que o gerador deve ser substituído (BUOSCIO, 2006). Além da bateria, no estojo do gerador de pulso hermeticamente fechado também estão os circuitos eletrônicos que funcionam como cérebro do

marcapasso, controlando todo seu funcionamento: descarga de energia, *sensing*, filtros eletrônicos, comunicação por telemetria, armazenagem de dados, e adaptação da frequência de estimulação. Os geradores modernos são fabricados em titânio ou aço inoxidável (Figura 3), e muito menores e com mais características programáveis por telemetria quando comparados aos primeiros dispositivos implantados (MOÏSE, 1999; PETRIE, 2005). Está presente um interruptor eletromagnético que funciona como um mecanismo de segurança no caso de interferência ou expiração da vida útil da bateria, quando acionado reverte o marcapasso para o modo padrão de estimulação, impedindo-o de parar (PETRIE, 2005).

Figura 03 - Gerador de pulso dupla câmara bipolar.

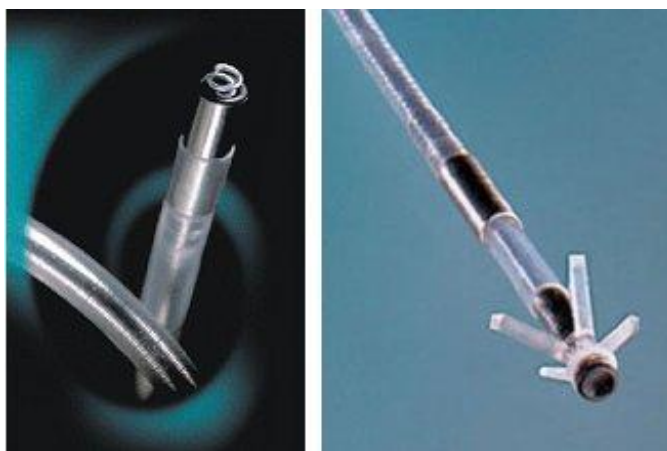


Fonte: disponível em <<http://www.telugumd.com/60/basics-of-pacemaker>>

O eletrodo é composto por um fio elétrico isolado que conduz o estímulo do gerador de pulso ao coração e os sinais intracardíacos do miocárdio ao gerador (*sensing*), podendo ser epicárdico - implantado a partir da superfície externa do coração, ou endocárdico - implantado por via transvenosa (BUOSCIO, 2006; PETRIE, 2005). Eletrodos endocárdicos podem ter fixação ativa ou passiva; na fixação ativa uma rosca ou parafuso penetra no miocárdio, enquanto que na fixação passiva existem pequenas projeções na ponta do eletrodo que se prendem às trabéculas cardíacas (Figura 4). A frequência de deslocamento do eletrodo não difere entre os dois modelos de fixação (MOÏSE, 1999). Os marcapassos modernos liberam esteroides na ponta do eletrodo, o que reduz a inflamação e a formação de tecido fibroso na interface eletrodo-miocárdio, evitando perda de contato (PETRIE, 2005). Quanto à posição os eletrodos são

classificados em unipolar - um eletrodo no coração e outro dentro do invólucro do gerador de pulso, ou bipolar - ambos os eletrodos localizados dentro do coração (BUOSCIO, 2006). Deve-se atentar para a compatibilidade entre o eletrodo e o gerador de pulso; enquanto o gerador unipolar é frequentemente compatível com os dois modelos de eletrodo, o bipolar é compatível apenas com o eletrodo bipolar (PETRIE, 2005). Na maioria dos animais com implante de marcapasso é praticada a estimulação somente do ventrículo (câmara única), devido à maior simplicidade do procedimento e ainda assim com excelentes resultados obtidos. Entretanto, a contração sequencial de átrios e ventrículos é fisiologicamente superior, com maior débito cardíaco e pressão arterial mais adequada em alguns animais, maior tolerância ao exercício, normalização do perfil neuro-hormonal, diminuição das tonturas e melhora da função cognitiva; neste caso são utilizados dois eletrodos, um em contato com o átrio e outro com o ventrículo (MOÏSE, 1999; BULMER *et al.*, 2002). Este método de estimulação sincrônico vem se tornando mais popular em medicina veterinária, ainda que a programação do dispositivo seja mais complexa e a implantação do eletrodo atrial em animais pequenos seja um obstáculo a ser superado (PETRIE, 2005). Contudo, para a maioria dos animais, a estimulação atrioventricular sincrônica não é clinicamente importante, tornando-se relevante em pacientes com anatomia cardíaca comprometida ou cães que são mais exigidos fisicamente, como militares e os praticantes de *agility* (BRIGHT, 2008).

Figura 04 - À esquerda um eletrodo de fixação ativa em forma de rosca e à direita um eletrodo de fixação passiva.



Fonte: disponível em <<http://www.eletron.gr/en/Leads.html>>

3.3 Códigos de Identificação

O marcapasso conta com um sistema de identificação composto por três a cinco letras que indicam o local e a forma de estimulação elétrica. A primeira letra indica a câmara a ser estimulada e a segunda indica a câmara sentida (A- átrio ou V- ventrículo). A terceira letra mostra o comportamento do dispositivo ao sentir sinais elétricos provenientes da despolarização cardíaca espontânea: I- inibido, T- deflagrado, D- ambos, O- nenhum; a inibição da resposta indica a supressão da descarga elétrica por um sinal sensibilizado (batimento cardíaco espontâneo) e a resposta deflagrada indica a indução de descarga quando um sinal é percebido. A quarta letra indica a programabilidade do marcapasso: O- não programável; P- programação simples (frequência de estimulação e/ou energia do estímulo); M- programação de vários parâmetros; C- multiprogramável e recebe informações sobre diversos parâmetros, permitindo comunicação completa com o dispositivo; a presença da letra R na quarta posição indica a atuação de um sensor específico que pode modificar a frequência do estímulo de acordo com a atividade do animal (MOÏSE, 1999). A quinta letra é usada para indicar se está presente a estimulação multi-câmara, o que raramente é utilizado em animais: A- um ou ambos os átrios, B- um ou ambos os ventrículos, D- qualquer combinação entre átrios e ventrículos, O- nenhum (BRIGHT, 2008).

Para tornar mais claro pode ser tomado como exemplo o marcapasso VVI, o mais comumente utilizado em medicina veterinária, que é programado para estimular o ventrículo e sentir os complexos ventriculares. Na presença de um batimento espontâneo há a inibição do estímulo elétrico que seria liberado pelo gerador de pulso (BUOSCIO, 2006). Isso evita a ocorrência de ritmos competitivos entre o coração e o marcapasso quando houver atividade intrínseca espontânea (FOSSUM, 2005). É importante analisar alguns fatores para a escolha o modo de estimulação ideal para o paciente, como qual o distúrbio de ritmo presente, a saúde geral do animal, a natureza de algum problema médico associado e o requerimento de exercício do cão (BRIGHT, 2008).

3.4 Unipolar x Bipolar

O marcapasso pode ser unipolar, bipolar, ou programado para unipolar ou bipolar com um eletrodo que funciona nos dois modos. Em ambos os modelos o cátodo (negativo)

está localizado na ponta do cabo-eletrodo, já o ânodo (positivo), no sistema unipolar é o estojo do gerador de pulso, enquanto que no sistema bipolar está localizado no cabo-eletrodo, próximo ao cátodo, e posicionado dentro do coração (MOÏSE, 1999). No modelo unipolar o impulso elétrico segue pelo cabo-eletrodo do gerador de pulso até o miocárdio e retorna ao gerador pelos tecidos moles; enquanto que no bipolar o estímulo elétrico vai até o cátodo e retorna pelo ânodo, para completar o circuito, sem utilizar os tecidos do animal para isso (BRIGHT, 2008).

O sistema unipolar produz um artefato de estimulação, detectado no ECG, substancialmente maior que o bipolar e é mais suscetível a *oversensing* - quando é sentido outro evento que não seja uma onda P ou R pelo marcapasso - e inibição por miopotenciais; também é mais frequente a estimulação muscular - quando o marcapasso provoca contrações da musculatura na região do implante - já que a parte não isolada do dispositivo precisa estar em contato com o tecido. O bipolar é menos sensível a *oversensing* e inibição por miopotenciais, bem como provoca menor estimulação do tecido muscular esquelético, sendo cada vez mais utilizado em detrimento do sistema unipolar (MOÏSE, 1999).

3.5 Programação

O marcapasso é programado de acordo com as necessidades de cada paciente por meio de telemetria. A quantidade de parâmetros passíveis de programação varia de acordo com o modelo, os dispositivos mais antigos têm programabilidade limitada (frequência cardíaca, amplitude e largura de pulso), enquanto os novos modelos são considerados multiprogramáveis (além dos parâmetros básicos, também, período refratário, modulação da frequência, polaridade, entre outros) permitindo melhor adaptação ao paciente e também maior segurança. Durante o implante do marcapasso, e também na consulta pós-operatória para regulagem do seu funcionamento, pode ser necessária a presença do técnico do fabricante para auxiliar a programação, embora os equipamentos mais modernos possuam instruções completas e de fácil compreensão (MOÏSE, 1999).

A programação é feita colocando o programador sobre o gerador de pulso e acionando um comando para efetuar a comunicação entre eles. Primeiramente é identificado o modelo e a programação vigente, um ECG é realizado utilizando o eletrodo

implantado, sendo visualizado na tela do aparelho e podendo ser impresso, e então, com o auxílio de um teclado, os parâmetros podem ser modificados e os novos valores impressos (MOÏSE, 1999). Também podem ser verificadas por telemetria a impedância do eletrodo, a presença de condução retrógrada (ventrículo-atrial), a vida útil restante da bateria e os limiares de estimulação do paciente (BRIGHT, 2008).

A frequência cardíaca deve ser programada para 70 a 110 bpm, dependendo do tamanho do animal. A voltagem deve ser cerca de duas vezes o limiar capaz de produzir uma contração miocárdica (limiar de captura), sendo entre quatro e cinco volts geralmente adequada (FOSSUM, 2005).

3.6 Interferências do Meio

Este é um tópico de grande importância já que a cada dia novas fontes de interferência são conhecidas, demandando revisões periódicas. Os aparelhos atuais possuem sistemas de proteção contra a maioria das fontes de interferência (MELO, 2001). As interferências eletromagnéticas (IEM) são sinais elétricos de origem não fisiológica que podem afetar a função normal do marcapasso. As interferências podem penetrar no sistema diretamente através do gerador – mais raro, ou indiretamente pelo eletrodo, sendo que os sistemas unipolares são mais suscetíveis por abrangerem uma maior área de *sensing*. Os geradores possuem circuitos que monitoram o sistema a procura de sinais não provenientes do coração, colocando o marcapasso em modo assíncrono (estimulação em frequência programada, sem capacidade de *sensing*) quando estes são detectados (MONTEIRO FILHO, 2002). As interferências do meio podem produzir cinco tipos principais de alterações no comportamento dos marcapassos: inibição do estímulo, deflagração inapropriada, reversão do gerador para o modo assíncrono, mudança na programação e aceleração indevida (MELO, 2001).

No ambiente médico-hospitalar os equipamentos que podem ocasionar danos ao marcapasso são o bisturi elétrico, o desfibrilador cardíaco, a eletro-acupuntura, o ultrassom dentário e a ressonância magnética. Antes de utilizar quaisquer desses equipamentos em um paciente portador de marcapasso cardíaco deve-se analisar cuidadosamente os riscos envolvidos e real necessidade de seu emprego. No ambiente doméstico e externo são poucas as fontes de IEM que um cão pode entrar em contato: alguns eletrodomésticos (como forno de micro-ondas desregulado), colchão magnético,

eletricidade estática e detectores de metais (em uma eventual viagem aérea); eles podem causar interferência e mau funcionamento do marcapasso, e, portanto, devem ser evitados (MONTEIRO FILHO, 2002).

4. IMPLANTE DO MARCAPASSO

4.1 Avaliação do Paciente

O paciente passa por uma avaliação completa e minuciosa antes do implante do dispositivo; deve-se excluir qualquer causa subjacente de bradiarritmia, como doenças neurológicas, metabólicas ou endócrinas. É feito um exame clínico rotineiro, hemograma completo, perfil bioquímico, urinálise e teste para dirofilariose; além disso, também é necessário um ECG e, caso a arritmia não seja evidente, também um registro eletrocardiográfico com Holter por 24 horas. Radiografias torácicas e ecocardiograma para verificar a presença de insuficiência cardíaca congestiva e doença cardíaca subjacente também devem ser realizados (BUOSCIO, 2006). O ECG contínuo pode ser especialmente necessário quando houver queixa clínica de síncope, assim pode-se determinar qual a arritmia presente e se ela é compatível e temporalmente associada com os sinais clínicos (MOÏSE, 1999). Em caso de ICC pode ser necessária uma terapia diurética e vasodilatadora (pode causar hipotensão em animais com BAVC) antes do implante do marcapasso (TILLEY; SMITH, 2008).

Antes da implantação de um marcapasso cardíaco permanente devem ser descartadas causas reversíveis de BAV como doença de Lyme, hipervagotonia, isquemia, e desequilíbrio metabólico ou eletrolítico (BAROLD; HERWEG, 2008).

4.2 Procedimento

O implante do dispositivo é feito sob anestesia geral, devendo-se evitar o uso de xilazina e acepromazina (TILLEY; SMITH, 2008). Como os pacientes têm alta probabilidade de desenvolverem arritmias fatais é necessária, muitas vezes, a utilização de um marcapasso temporário antes da indução anestésica, para maior segurança. A sua colocação é realizada pela inserção do cabo-eletrodo através de um cateter de grande calibre posicionado na veia jugular contralateral ou safena, sendo em seguida direcionado ao ventrículo direito preferencialmente com auxílio fluoroscópio. Após conecta-se o cabo a um gerador de pulso externo ajustado para manutenção da frequência cardíaca durante a indução anestésica (BUOSCIO, 2006). De acordo com Fossum (2005), este é o método mais confiável para manutenção de uma frequência cardíaca adequada para a implantação

do marcapasso permanente, superior à medicação pré-anestésica com drogas anticolinérgicas e infusão contínua de isoproterenol. Uma alternativa à colocação do marcapasso temporário por via transvenosa é a estimulação temporária transcutânea, na qual são aplicados, na pele do animal, eletrodos adesivos que estimulam o coração através de uma corrente elétrica fornecida pelo gerador de pulso externo. É um método de realização bastante simples e seguro para manter a frequência cardíaca durante a indução anestésica (LEE; NAM; HYUN, 2010).

Existem diversas abordagens e técnicas descritas para o implante do marcapasso permanente, endocárdicas e epicárdicas. Para a implantação endocárdica e estimulação ventricular o acesso do cabo-eletrodo é realizado preferencialmente pela veia jugular e o gerador de pulso é posicionado na face lateral do pescoço, ou, ocasionalmente, na lateral cranial do tórax (MOÏSE, 1999). Este método é preferido por ser menos invasivo e possuir menores índices de morbidade e mortalidade relacionados à cirurgia (BUOSCIO, 2006).

Em pacientes propensos (cães grandes) ao deslocamento do eletrodo, pode ser utilizado um método alternativo com acesso pela veia costocervical, ao invés da jugular, embora essa abordagem possua maiores desvantagens, como a necessidade de toracotomia. Nos cães muito pequenos, ou quando o acesso venoso não pode ser feito, a estimulação pela superfície epicárdica é necessária, sendo comumente realizada pela técnica transdiafragmática, embora o acesso torácico possa ser utilizado se preciso. Entretanto, na grande maioria dos casos, o método preferido é a estimulação endocárdica implantada por acesso jugular (MOÏSE, 1999), portando, essa é a técnica que será abordada no presente trabalho.

4.2.1 Implante de Marcapasso Endocárdico Transvenoso com Acesso Jugular

A técnica cirúrgica descrita abaixo foi adaptada de Moïse (1999).

O paciente deve ser posicionado em decúbito lateral esquerdo com uma toalha enrolada embaixo do pescoço, de modo que a veia jugular seja facilmente visualizada e a pele do pescoço esteja levemente tensionada. A antissepsia deve ser feita em toda região cervical, pois deve haver espaço suficiente para alojar o gerador de pulso.

A incisão, entre cinco e oito centímetros, deve ser feita ligeiramente dorsal a veia jugular, em seguida o tecido subcutâneo deve ser dissecado e cerca de três a quatro centímetros da jugular expostos. Utilizando duas fitas de seda umedecidas faz-se um laço

caudal e um cranial na veia exposta, separando-a das estruturas adjacentes; a ligadura cranial é amarrada e a caudal é pouco tensionada, permitindo que o sangue entre e distenda o vaso, mas possibilitando o controle da hemorragia. Com uma pinça lisa e reta, um terço a metade do diâmetro da veia é pinçado, formando uma prega, e com o auxílio de uma lâmina de bisturi número 11 é feita a venotomia, tomando-se cuidado para não romper o vaso. Um mandril curvo é inserido no lúmen do cabo-eletrodo e ambos são introduzidos através da venotomia e avançados até a circulação venosa central.

Com o auxílio do fluoroscópio o eletrodo é guiado até o meio do ventrículo direito (VD), e, uma vez posicionado, o mandril curvo é trocado por um reto para facilitar o posicionamento no ápice do VD (Figura 5). Após, a ferramenta de fixação é posicionada no pino conector e a ponta do cabo-eletrodo é gentilmente pressionada contra o endocárdio; a ferramenta é girada no sentido horário, fazendo com que a hélice de fixação ativa seja exposta e então o eletrodo todo é girado em sentido horário para que seja fixado ao endocárdio, e logo o mandril pode, ser delicadamente, retirado.

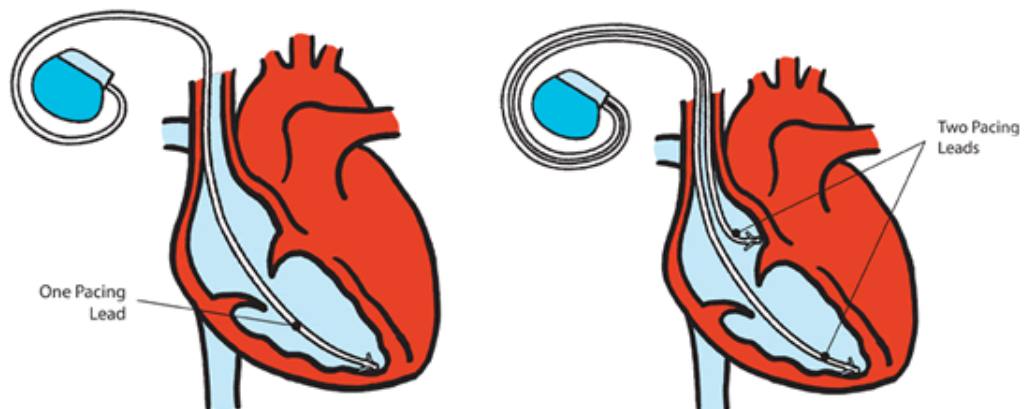
Nesse momento o PSA (equipamento utilizado durante o implante do marcapasso para verificar as funções cardíacas e parâmetros de estimulação) é usado para obter o limiar inicial do paciente. Os valores vão depender do tipo de cabo-eletrodo e condição do tecido cardíaco; se os limiares forem muito elevados é necessário o reposicionamento do eletrodo. Um ECG é registrado a partir do eletrodo implantado para identificar uma elevação no segmento ST, o que indica um bom contato com o endocárdio. O “teste do puxão” é realizado com o mandril no local, nele o cabo-eletrodo é cuidadosamente tracionado enquanto o coração é observado no monitor do fluoroscópio, se o eletrodo estiver preso corretamente uma resistência será notada; além disso, pode-se visualizar pela fluoroscopia o eletrodo se movendo com o coração a cada batida deste.

O mandril é então removido e o pino conector do cabo-eletrodo é inserido no gerador de pulso, tomando o cuidado de empurrar o pino completamente no encaixe. A chave é inserida no parafuso, que irá manter o eletrodo preso ao gerador de pulso, e girada no sentido horário até que uma resistência seja sentida – cuidando para não apertar demasiadamente. Se o dispositivo que estiver sendo implantado for do tipo unipolar, a estimulação só estará apta a iniciar quando o estojo do gerador de pulso estiver em contato com o tecido corporal.

O próximo passo é a preparação de uma bolsa subcutânea que irá alojar o gerador de pulso, ela deve ser do tamanho mínimo necessário para acomodar confortavelmente o

estojo do gerador de pulso e o cabo-eletrodo restante (deixando uma pequena folga, que é mantida dentro da jugular) que deve ser delicadamente envolvido - e não espiralado, enrolado em forma de oito ou apertado ao redor do gerador – e acondicionado sob o gerador de pulso para evitar torções e traumas ao cabo. Após, o gerador é suturado aos tecidos adjacentes com um fio não absorvível, ancorado em uma estrutura específica para este fim no dispositivo. Na veia, o eletrodo é preso com o auxílio de uma peça de ancoragem com ranhuras; ela é encaixada sobre o cabo do eletrodo e empurrada para o interior do vaso, e então suturas são colocadas ao redor da peça e da fáscia e firmemente apertadas. Para encerrar, a bolsa que aloja o gerador de pulso é cuidadosamente fechada, tomando-se cuidado de reduzir o espaço morto para evitar a formação de seroma e a movimentação do gerador de pulso. Em seguida o tecido subcutâneo e a pele são suturados de forma rotineira.

Figura 05 – À esquerda o aspecto de um eletrodo posicionado no ápice ventricular, e à direita um marcapasso dupla câmara com um eletrodo no átrio e outro no ventrículo.



Fonte: disponível em <<http://www.jointhepacemakers.com/what-is-a-pacemaker/index.htm>>

4.3 Pós Operatório

São empregados no pós-operatório antibióticos de amplo espectro de forma profilática, por uma a duas semanas. Nas primeiras 48 horas o ECG e a frequência de pulso são monitorados intermitentemente a fim de detectar arritmias e garantir o funcionamento adequado do marcapasso (BUOSCIO, 2006). O monitoramento inclui verificação da capacidade de sentir os batimentos intrínsecos e inibir sua descarga de

energia e também a correta estimulação do coração quando não houver ritmo espontâneo; deve-se visualizar no eletrocardiograma, quando o marcapasso estiver funcionando corretamente, um impulso do marcapasso precedendo um complexo QRS-T (FOSSUM, 2005). Os animais muito agitados podem ser sedados e mantidos confinados em gaiola nos primeiros dias para diminuir o risco de complicações, principalmente deslocamento do eletrodo (MANUBENS; JORRO, 2001).

O médico veterinário deve manter registro de todas as informações acerca do dispositivo, como fabricante, modelo e número de série, tipo de eletrodo, valores limiares e valores programados. Também é importante arquivar os exames do paciente, como ECG e radiografias torácicas LL (Figura 6) e DV (que devem ser realizadas logo após o implante) e instruir o proprietário acerca dos cuidados necessários: monitorar a frequência cardíaca diariamente e contatar o veterinário caso esta diminua mais do que cinco batimentos do ritmo original, avaliar indícios de infecção e retornar para a retirada dos pontos em dez a catorze dias, quando o paciente é reavaliado por meio de exame físico e ECG (MOÏSE, 1999).

Figura 06 - Radiografia látero-lateral de um cão no pós-operatório do implante de marcapasso, é possível visualizar o gerador de pulso e o eletrodo posicionado no ventrículo.



Fonte: disponível em <<http://vetmed.tamu.edu/services/cardiovascular/information-for-clients>>

As demais reavaliações são programadas para três e seis meses após o implante, e daí a cada seis a doze meses. Após três a cinco dias o paciente é liberado aos cuidados do proprietário, caso nenhuma complicação séria tenha sido observada, devendo ter suas atividades restringidas durante dez a catorze dias. Outras orientações passadas são que se deve evitar o uso de coleira em pacientes que tiveram marcapasso implantado por via transvenosa - neste caso uma proteção peitoral é mais indicada - bem como a veia jugular para venopunção (BUOSCIO, 2006).

4.4 Resolução dos Sinais Clínicos

A terapia com marcapasso é muito eficaz na restauração de vida razoavelmente normal para animais com sinais clínicos graves, como intolerância ao exercício e episódios de síncope, reduzindo grandemente o risco de morte súbita e desenvolvimento de insuficiência cardíaca congestiva (FOSSUM, 2005). Nos animais com bloqueio atrioventricular avançado que já desenvolveram insuficiência cardíaca congestiva, devido à bradicardia crônica, os sinais geralmente resolvem-se após a implantação do marcapasso, com o retorno da frequência cardíaca ao normal. No caso de existirem doenças cardíacas ou sistêmicas subjacentes o prognóstico pode ser alterado e os sinais clínicos podem persistir ainda que o ritmo seja normalizado (BUOSCIO, 2006).

Nos animais em que estava presente regurgitação valvular, aumento de câmaras cardíacas, insuficiência cardíaca congestiva, e azotemia, a resolução dos mesmos geralmente se dá dentro de um ou dois meses após a implantação do marcapasso (MOÏSE, 1999).

4.5 Complicações

Para evitar o desenvolvimento de complicações deve-se atentar aos detalhes antes, durante e após o implante; especialmente, realizar todo procedimento com técnicas rigorosamente assépticas, inspecionar todo equipamento antes da implantação e acompanhar o paciente no pós-operatório periodicamente. Contudo complicações deverão ocorrer em pequena porcentagem dos pacientes devido às dificuldades técnicas do implante e complexidade dos dispositivos (MOÏSE, 1999; PETRIE, 2005). Um estudo de Oyama; Sisson; Lehmkuhl (2001) em sete hospitais que implantam marcapasso mostrou

que a frequência de complicações é inversamente proporcional ao número de implantes realizados por ano em cada local, desta forma, conclui-se que a experiência da equipe é um dos principais fatores que diminuem a incidência de complicações.

4.5.1 Deslocamento do Cabo-eletrodo

O deslocamento pode ocorrer tanto nos eletrodos epicárdicos quanto nos endocárdicos, nesses principalmente nas primeiras 48 horas, ocasionalmente podendo acontecer mais tarde (BUOSCIO, 2006). É tida como a mais comum das complicações em marcapassos implantados pela via transvenosa (MOÏSE, 1999), contudo era mais frequente antes da utilização das derivações de fixação ativa (BUOSCIO, 2006), embora sua ocorrência esteja relacionada principalmente à inexperiência do cirurgião e o tamanho do paciente (PETRIE, 2005). Pode ocorrer grande distanciamento do cabo-eletrodo do seu local de origem, ou pequena perda de contato do eletrodo com o endocárdio, tendo como causas mais frequentes: deficiente fixação do eletrodo de fixação ativa no endocárdio, má instalação nas trabéculas ventriculares nos eletrodos de fixação passiva, animal movimentando excessivamente o pescoço no período pós-operatório, eletrodo com excesso de folga ou muito esticado e movimentação demasiada do gerador de pulso na bolsa. A suspeita ocorre baseada no histórico - ocorrência de fraqueza ou síncope, e pode ser confirmada com auxílio do ECG - completa ou intermitente perda de captura (podendo ser necessária uma avaliação com Holter) e modificação na morfologia do complexo QRS quando comparada com a onda antes da implantação - e com a avaliação do marcapasso com o programador, revelando aumento da voltagem e impedância normal (MOÏSE, 1999).

O confinamento em gaiola no pós-operatório diminui significativamente a incidência do deslocamento (BUOSCIO, 2006). O diagnóstico pode ser fechado utilizando-se radiografias, comparadas com as obtidas logo após o implante; fluoroscopia, quando há dúvidas sobre a localização do eletrodo; e ecocardiografia. O tratamento para esta complicação requer um novo procedimento cirúrgico para o reposicionamento ou substituição do eletrodo. A causa do deslocamento deve ser identificada para que o erro não seja repetido, diminuindo a probabilidade de recorrência da complicação (MOÏSE, 1999). Esta foi a complicação mais prevalente, dentro das complicações maiores, no estudo retrospectivo de Johnson; Martin; Henley (2007),

embora tenha ocorrido em apenas cinco animais. Também no estudo de Wess e colaboradores (2006) o deslocamento do eletrodo foi a principal complicação (7% do total de animais), enquanto que em pacientes humanos essa taxa fica entre 0,5% e 2,9%, o que segundo os autores pode ser atribuído a maior experiência dos cardiologistas humanos no implante de marcapasso em comparação com os cardiologistas veterinários e também devido a movimentação dos animais na recuperação anestésica e atividade excessiva nos primeiros dias de pós-operatório.

4.5.2 Estimulação Extracardíaca

Acidentalmente pode ocorrer um espasmo muscular sincrônico com a estimulação cardíaca, da musculatura esquelética cervical ou do ombro, que na maioria das vezes desaparece em alguns dias após a cirurgia, com o isolamento do cabo-eletrodo por uma cápsula fibrótica (BUOSCIO, 2006; PETRIE, 2005). Essas reações são mais comuns em marcapassos do tipo unipolar programados para alta liberação de energia; para evitar a ocorrência do espasmo deve-se reduzir a voltagem após a determinação dos limiares de estimulação – situando-se ainda assim dentro da margem de segurança (MOÏSE, 1999). Mesmo nos casos em que a voltagem não pode ser diminuída devido ao risco de estimulação inadequada, muitas vezes a contração extracardíaca diminui sem qualquer intervenção, com o músculo esquelético tornando-se refratário ao estímulo liberado pelo marcapasso (OYAMA; SISSON; LEHMKUHL, 2001).

Outras possíveis causas para a estimulação extracardíaca incluem: proximidade do eletrodo com o diafragma, estimulação do nervo frênico, falha no isolamento do cabo-eletrodo, marcapasso alojado ao contrário dentro da bolsa ou coração perfurado pelo eletrodo (MOÏSE, 1999). Se o problema for causado pelo dispositivo se deslocando bruscamente dentro da bolsa deve-se reintervir cirurgicamente para que o gerador de pulso retorne à sua localização correta (BUOSCIO, 2006).

4.5.3 Desenvolvimento de Insuficiência Cardíaca Congestiva

Alguns cães com BAVC desenvolvem ICC após o implante do marcapasso cardíaco, com mais frequência secundariamente à insuficiência miocárdica – que tem causa desconhecida. A estrutura e função miocárdica devem ser ecocardiograficamente

analisadas no pré-operatório para detectar sinais de contratilidade deficiente, quando é necessário um acompanhamento cuidadoso quanto ao desenvolvimento de insuficiência cardíaca congestiva (MOÏSE, 1999).

É possível que o desenvolvimento do BAV esteja também associado a uma progressiva cardiomiopatia; ou então a bradicardia, em longo prazo, poderia resultar em dano irreversível ao músculo cardíaco. A síndrome do marcapasso (mais comum em pacientes com síndrome do nodo sinusal) também pode contribuir para o desenvolvimento de ICC (MOÏSE, 1999), devido a uma falta de coordenação entre a contração atrial e ventricular. Deve-se suspeitar desta síndrome nos animais que desenvolvem insuficiência cardíaca após o implante do marcapasso, e se confirmada é necessário a colocação de um marcapasso com estimulação dupla câmara (MANUBENS; JORRO, 2001).

4.5.4 Arritmias

Durante ou após a implantação do marcapasso podem ocorrer arritmias cardíacas, sendo que a taquicardia ventricular e os batimentos ventriculares prematuros são os mais frequentes após o implante. Já as arritmias mais graves, como fibrilação ventricular e assistolia, manifestam-se principalmente quando o eletrodo é implantado na superfície epicárdica. Na ocorrência de tal complicação, o quadro deve ser monitorado de perto e no caso de não haver resolução espontânea pode ser necessário um tratamento médico com drogas antiarrítmicas (BUOSCIO, 2006).

Esta complicação é mais frequente quando existe uma doença cardíaca progressiva subjacente, embora as arritmias também possam ser induzidas pelo eletrodo – principalmente no pós-operatório imediato. Especificamente no caso dos cães com BAVC parece haver maior predisposição às taquiarritmias ventriculares (MOÏSE, 1999).

4.5.5 Infecção

A infecção causada por contaminação do implante durante o ato cirúrgico é rara (MOÏSE, 1999), e geralmente quando ocorre é devido à ausência de antibioticoterapia peri-operatória profilática (BUOSCIO, 2006). Ela tende a ser a mais problemática das

complicações (PETRIE, 2005), podendo envolver o gerador de pulso, o cabo-eletrodo, ou ambos, e causar endocardite ou até mesmo uma septicemia fatal (BRIGHT, 2008).

É mais frequente que uma infecção em outro órgão atinja o gerador e o local da sua implantação, por isso qualquer infecção em um paciente com marcapasso deve ser rigorosamente combatida, evitando a disseminação. Caso o implante seja afetado é necessário que o marcapasso seja removido e substituído por um novo após a resolução da infecção, e que sua implantação seja realizada na jugular contralateral. Não sendo possível, pode-se tentar a lavagem, drenagem e aplicação de antibióticos no local, mas esse tratamento com frequência resulta em insucesso (MOÏSE, 1999).

4.5.6 Seroma

A formação de seroma no local onde foi implantando o gerador de pulso pode resultar em migração do dispositivo, erosão da pele, ou síndrome de rotação (BUOSCIO, 2006). Diversos fatores contribuem para o desenvolvimento desta complicação, como: hemostasia inadequada no trans-operatório, excessiva dissecação e manipulação dos tecidos, bolsa para alojar o marcapasso excessivamente grande (possibilitando a movimentação), sutura inadequada dos tecidos, e gerador deficientemente ancorado e não protegido pelos tecidos adjacentes. Para diminuir a probabilidade de ocorrência de seroma deve-se estar atendo a estes fatores durante a cirurgia, e também envolver o local do implante com uma bandagem acolchoada ao término do procedimento - devendo ser trocada a cada três dias durante duas semanas (MOÏSE, 1999). Também é recomendável restringir a atividade física do animal até a retirada dos pontos (BUOSCIO, 2006), período em que o risco de movimentação do dispositivo, e formação de seroma, é maior. Na ocorrência da complicação é possível realizar um tratamento conservador com aplicação de compressas quentes e antibioticoterapia, ao invés de uma drenagem inapropriada que pode resultar em infecção no local, piorando o quadro (PETRIE, 2005).

Esta é, dentre as complicações consideradas menores, uma das mais comuns, como no trabalho de Hildebrandt *et al.*, (2009) onde a incidência foi de 12% (comparável a estudos anteriores, onde se situou entre três e 17%). O local de implante do gerador de pulso parece ter influência na ocorrência da complicação, aparentemente os alojados na lateral do pescoço estão relacionados a maior incidência, quando comparados com aqueles posicionados na parede torácica.

4.6 Funcionamento Inadequado

Ocasionalmente o marcapasso não estimula o coração de acordo com os parâmetros programados, neste caso ele deve ser analisado por telemetria e o paciente deve ser submetido a um ECG para diagnosticar qual o problema (MOÏSE, 1999). O termo perda de captura é atribuído quando o gerador de pulso libera um estímulo que não produz uma contração miocárdica (BUOSCIO, 2006).

A análise de múltiplas derivações do ECG ajuda a determinar se a falta de contração miocárdica está associada à ausência de estimulação pelo marcapasso, neste caso não será visualizado o artefato de estimulação no exame (deve-se atentar para picos de tamanho reduzido, produzidos por sistemas bipolares). São diversas as prováveis causas, tais como: término da bateria, falha no circuito, fratura do cabo-eletrodo, conexão incompatível entre o eletrodo e o gerador de pulso, *oversensing*, falta de contato do estojo do gerador com o tecido adjacente em um sistema unipolar, interferência, má conexão do eletrodo com o gerador ou entre o eletrodo e o coração, e, falha de isolamento do sistema (MOÏSE, 1999).

Já a presença no ECG de um artefato de estimulação não seguido pelo QRS-T, conseqüentemente sem gerar pulso arterial, é indicativo de mau funcionamento, podendo ser causado por voltagem inadequada, má conexão entre eletrodo e gerador de pulso, ou, em longo prazo, término da bateria, desalojamento do eletrodo ou fibrose – diminuindo o contato do eletrodo com o miocárdio. Radiografias também são úteis para ajudar no diagnóstico do defeito (FOSSUM, 2005). O bloqueio de saída, causado pela formação de tecido fibroso não excitável na interface eletrodo-miocárdio, é incomum – ainda mais após o desenvolvimento dos eletrodos que liberam esteroides - mas quando ocorre, o reposicionamento do eletrodo geralmente é necessário, embora um aumento da voltagem e duração de pulso mostre-se eficiente em um primeiro momento. Outras causas incluem: terapia com determinados medicamentos, localização inadequada do eletrodo e fatores metabólicos, além de algumas já citadas na ausência de contração por falta de estímulo e que impedem que a energia chegue até o músculo cardíaco (fratura do cabo-eletrodo, falha no circuito ou no isolamento e falta de contato). O monitoramento com Holter pode ser necessário para detectar se o estímulo é adequado para a contração cardíaca durante as diferentes horas e atividades do dia (MOÏSE, 1999). Quando o defeito exigir a implantação de um novo gerador de pulso ou eletrodo, o paciente deve ser monitorado

mais frequentemente até que o procedimento cirúrgico possa ser realizado (BUOSCIO, 2006).

Ocorre *oversensing* quando um sinal elétrico não cardíaco é detectado como sendo uma despolarização do coração, e então não há liberação de energia pelo marcapasso. Confirma-se que é este o problema colocando o dispositivo no modo assíncrono, quando a capacidade de sentir é eliminada e ele deve iniciar a estimulação na frequência que foi programada, sem inibição. O *oversensing* pode ser atribuído a miopotenciais ou, inclusive, a sinais do próprio marcapasso, quando a amplitude e duração da estimulação forem elevadas. Para resolver o problema o marcapasso deve ser reprogramado com a sensibilidade diminuída (MOÏSE, 1999). A subsensibilização (*undersensing*) acontece quando o estímulo é liberado em um momento inadequado, podendo ocorrer a fusão de complexos quando os ventrículos são simultaneamente estimulados pela despolarização espontânea e pelo impulso artificial do marcapasso (MOÏSE, 1999). Resulta em ritmo competitivo entre coração e o marcapasso quando o dispositivo falha em sentir os batimentos espontâneos, e isso pode levar a uma taquicardia com risco de fibrilação ventricular. A falha em sentir é perceptível no ECG pela presença um batimento espontâneo entre dois artefatos de estimulação com intervalo normal, pode ser causada por falha na bateria ou aumento na impedância, e corrigida por um ajuste do limiar na voltagem de *sensing* (FOSSUM, 2005). Outras causas relacionadas com *undersensing* são programação errada (sensibilidade muito alta), cabo-eletrodo deslocado ou mal posicionado e marcapasso em modo assíncrono (MOÏSE, 1999).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O implante de marcapasso cardíaco é uma intervenção terapêutica interessante, já que a maioria dos animais (90% no estudo de Johnson; Martin; Henley, 2005) com bradiarritmia sintomática mostra resolução dos sinais clínicos após a colocação do dispositivo. Sendo o único tratamento para BAVC com eficácia comprovada é importante que existam profissionais treinados e equipamentos disponíveis para a realização do mesmo em pacientes veterinários no Brasil. Com a abundante literatura estrangeira disponível, abordando todos os pormenores da técnica, equipamentos e complicações, é possível capacitar equipes para a realização do procedimento tal como na medicina veterinária norte americana.

Ainda que os custos sejam altos para os padrões brasileiros, existem muitos proprietários com capital disponível e interesse em investir no tratamento. E, portanto, é dever dos médicos veterinários estarem aptos a realizar os procedimentos mais modernos disponíveis, visando em última instância a saúde do animal e a satisfação do proprietário. A colocação do marcapasso resgata a qualidade de vida do paciente, fazendo com que retome atividades de lazer com o proprietário que sem o implante seriam restringidas, uma vez que os sinais clínicos são exacerbados durante o exercício.

Seria interessante que os centros que estão iniciando a implantação do marcapasso em animais montassem uma organização aos moldes da CanPacers, e estabelecessem parcerias com os fabricantes e distribuidores para que fossem repassados dispositivos e acessórios que não serão mais utilizados em pessoas (aparelho de demonstração, modelos substituídos por nova tecnologia, dispositivos com menor vida útil da bateria) a cardiologistas veterinários que realizem a operação.

Embora um tanto atrasados perante a cardiologia veterinária internacional, é possível que o implante de marcapasso cardíaco alcance aqui a importância que possui no exterior. Com a publicação dos primeiros trabalhos mais médicos veterinários devem se dedicar ao assunto, tornando, assim, o procedimento mais frequente.

REFERÊNCIAS

BAROLD, S. S.; HERWEG, B. Acquired Atrioventricular Block. In: KUSUMOTO, F. M.; GOLDSCHLAGER, N. F. **Cardiac pacing for the clinician**. 2. ed. New York: Springer, 2008. cap. 10, p. 407-427.

BRIGHT, J. M. Pacemaker Therapy. In: TILLEY, L. P. *et al.* **Manual of canine and feline cardiology**. 4. ed. Missouri: Saunders, 2008. cap. 21, p. 394-405.

BUCHANAN, J. W. First pacemaker in a dog: a historical note. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 17, p. 713-714, 2003.

BULMER, B. J. *et al.* Implantation of a single-lead atrioventricular synchronous (VDD) pacemaker in a dog with naturally occurring 3rd-degree atrioventricular block. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 16, p. 197-200, 2002.

BUOSCIO, D. A. Marcapasso cardíaco. In: ABBOTT, J. A. **Segredos em cardiologia de pequenos animais**. Porto Alegre: Artmed, 2006. cap. 57, p. 441-446.

CANPACERS. **Companion animal pacemaker repository**. [2011]. Disponível em: <http://www.canpacers.org/site/view/47115_Home.pml>. Acesso em: 22 out. 2011.

FONFARA, S. *et al.* English springer spaniels with significant bradyarrhythmias: presentation, troponin I and follow-up after pacemaker implantation. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 51, p. 155-161, 2010.

FORD, R. B.; MAZZAFERRO, E. M. **Manual de procedimentos veterinários e tratamento emergencial segundo Kirk e Bistner**. 8. ed São Paulo: Roca, 2007.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 29, p. 708-713.

GERTSCH, M. **The ECG manual: an evidence-based approach**. London: Springer, 2009. cap. 12, p. 107-118.

GONÇALVES, M. A. B. **Noções básicas de eletrocardiograma e arritmias**. 4. ed. São Paulo: Senac, 2010.

GUERREIRO, C. G. V. T. **Eletrocardiografia clínica em canídeos: estudo retrospectivo de 118 casos**. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

HILDEBRANDT, N. *et al.* Dual chamber pacemaker implantation in dogs with atrioventricular block. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 23, p. 31-38, 2009.

JOHNSON, M. S.; MARTIN, M. W. S.; HENLEY, W. Results of pacemaker implantation in 104 dogs. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 48, p. 4-11, 2007.

LEE, S.; NAM, S. J.; HYUN, C. The optimal size and placement of transdermal electrodes are critical for the efficacy of a transcutaneous pacemaker in dogs. **The Veterinary Journal**. London, v. 183, p. 196-200, 2010.

MANUBENS, J.; JORRO, M. Marcapasos: indicaciones y técnicas de implantación. In: BELERENIAN, G. C.; MUCHA, C. J.; CAMACHO, A. A. **Afecciones cardiovasculares em pequenos animais**. Buenos Aires: Intermédica, 2001. cap. 34, p. 291-301.

MARCAPASSO. **Portal São Francisco**, [2011]. Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/marcapasso/marcapasso-5.php>>. Acesso em: 05 nov. 2011.

MELO, C. S. **Temas de marcapasso**. 2. ed. São Paulo: Lemos, 2001.

MOÏSE, N. S. Pacemaker therapy. In: FOX, P. R.; SISSON, D.; MOÏSE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 1999. cap. 20, p. 400-424.

MONTEIRO FILHO, M. Y. Interferências nos marcapassos cardíacos. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 94-101, 2002.

NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Medicina interna de pequenos animais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006.

OYAMA, M. A.; SISSON, D. D.; LEHMKUHL, L. B. Practices and outcome of artificial cardiac pacing in 154 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 15, p. 229-239, 2001.

PACEMAKERS for dogs. Phoenix: **Dextronix**, [2011]. Disponível em: <<http://www.dextronix.com/>>. Acesso em: 26 dez. 2011.

PETRIE, J. P. Permanent transvenous cardiac pacing. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, New York, v. 20, n. 3, p. 164-172, 2005.

PORTO, C. C.; **Doenças do coração: prevenção e tratamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.339-340.

SCHWARTZ, D. S. Implante de marcapasso transvenoso em cães: nossa experiência em 4 anos. In: CONGRESSO MEDVEP DE ESPECIALIDADES VETERINÁRIAS, 2011, Curitiba. Palestra proferida em 30/07/2011.

SOLDATO, S. Implante de marcapassos vem prolongando a vida de milhares de cães. **Agência de Notícias de Direito Animais**. 2010. Disponível em: <<http://www.anda.jor.br/2010/10/12/implante-de-marcapassos-vem-prolongando-a-vida-de-milhares-de-caes/>> Acesso em: 23 out. 2011.

TILLEY, L. P.; GOODWIN, J. K. **Manual de cardiologia para cães e gatos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2002.

TILLEY, L. P.; SMITH, Jr. **Consulta veterinária em 5 minutos**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2008. p. 156- 157.

TUDO o que você quer saber sobre a saúde de seu pet. **König**, 2011. Disponível em: <<http://www.tratamentodeamigo.com.br/?mod=noticias&id=647>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

WESS, G. *et al.* Applications, complications, and outcomes of transvenous pacemaker implantation in 105 Dogs (1997–2002). **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 20, p. 877-884, 2006.