

## MARCAPASSOS DOTADOS DE SENSOR MECÂNICO. EXPERIÊNCIA ACUMULADA EM SEGUIMENTO TARDIO

MARTINO MARTINELLI FILHO, SILVANA D. D'ORIO, ELENIR NADALIN, SÉRGIO F. SIQUEIRA, ROBERTO COSTA, MAURÍCIO SCANAVACCA, EDUARDO A. SOSA, GIOVANNI BELLOTTI, FULVIO PILEGGI  
São Paulo, SP

**Objetivo:** Avaliar o comportamento do sistema de estimulação de câmara única responsivo em frequência dotado de sensor mecânico, em seguimento clínico tardio.

**Casuística e Métodos:** No período de setembro de 1986 e abril de 1989, 70 pacientes foram submetidos a implante de marcapasso com biosensor mecânico. Em 64 (91,9%) o modelo implantado foi Activitrix I e em 6 (8,1%) Activitrix II. Trinta e um pacientes (44,4%) eram do sexo masculino e a média de idade foi de 51,2 anos. Cinquenta e um pacientes (72,9%) submeteram-se a implante por bloqueio atrioventricular total, 11 (15,7%) por disfunção do nó sinusal, um (1,4%) por disfunção binodal e um (1,4%) para suporte terapêutico de arritmia. A etiologia foi chagásica em 31,4%, miocardiosclerótica em 35,7%, pós-operatória em 15,6%, pós-fulguração da junção atrioventricular em 5,8% e idiopática em 11,5%. O grupo foi submetido a avaliações clínicas, eletrônicas do marcapasso e a exames complementares: ecocardiograma, ECG dinâmico, teste ergométrico e ergoespirométrico. O seguimento médio foi de 19,6 meses.

**Resultados:** Avaliações clínicas: melhora da classe funcional de ICC em 86% dos pacientes. Não ocorreram síncope ou óbitos de causa cardíaca. Ecocardiograma: melhora na fração de ejeção em 42% aos pacientes. ECG dinâmico: resposta de frequência adequada em 94,3% dos pacientes. Teste ergométrico: frequência submáxima atingida em 65,6% (boa resposta cronotrópica). Ergoespirometria: melhora do consumo de oxigênio em 75% dos casos estudados. Avaliações eletrônicas: ausência de disfunção do gerador, complicações em 18% dos casos todas corrigidas por reprogramação.

**Conclusão:** O sistema de estimulação de câmara única dotado de sensor mecânico mostrou-se seguro, eficaz e apresentou baixo índice de complicações.

**Palavras chave:** marcapasso, sensor mecânico, resposta de frequência.

## LONG TERM FOLLOW-UP IN PACEMAKERS WITH VIBRATIONS SENSING

**Purpose:** To evaluate the behavior of single chamber stimulation system, rate responsive with vibration sensing, taking into consideration the results of long term clinical follow-up.

**Patients and Methods:** From september 1986 to april 1989, 70 patients received pacemakers with vibration sensing. Sixty four patients (91.9%) implanted Activitrix I model and six (8.1%) Activitrix II. Thirty-one (44.3%) were men and the mean age was 51.2 years. Fifty-one patients (72.9%) had complete atrioventricular block, 11 (15.7%) sinus node dysfunction, one (1.4%) sinus node and atrioventricular disease, and one (1.4%) for therapeutic support of arrhythmia. The etiology of these dysfunctions were Chagas' disease in 31.4%, myocardiosclerosis in 35.7%, post-operative in 15.6%, post-av node fulguration in 5.8% and idiopathic in 11.5%. The group was submitted to clinic and electronic evaluation and laboratory examinations: echocardiogram, dynamic ECG, stress test and ergoespirometric test. The mean follow-up as 19.6 months.

**Results:** Clinic evaluations: decrease in congestive heart failure functional class in 86% of the patients. No recurrence of syncopes and no cardiac deaths. Echocardiogram: increase in ejection fraction in 42% of patients. Dynamic ECG: appropriate rate response in 94.3% of patients (good chronotropic response). Ergoespirometry: increase in oxygen consumption in 75% of studied cases, Electronic evaluation: absence of generator dysfunction; complications in 18% of cases, all corrected by reprogramming.

**Conclusion:** The single chamber cardiac stimulation system with vibration sensing showed safety, efficacy and low rate of complications.

**Key words:** pacemaker, vibration sensing, rate responsive

Arq Bras Cardiol 55/3:189-194—Setembro 1990

adequado a cada paciente. No início da década de 60 dispúnhamos apenas de dispositivos primários para a câmara ventricular, desprovidos de mecanismos para preservar os fundamentos eletromecânicos do coração<sup>3,4</sup>. O avanço tecnológico foi surpreendente, sobretudo na última década. Ao primário modo VOO (estimulação artificial do ventrículo sem respeito às condições elétricas próprias do coração) foi agregada a capacidade de reconhecer atividades elétricas cardíacas (modo VVI)<sup>5-7</sup>. Foram desenvolvidos sistemas para a câmara atrial (AAI), para duas câmaras vi-sando o sincronismo atrioventricular (DVI), sincrônicos com capacidade de variar frequência cardíaca (VDD), até surgir o modo totalmente automático (DDD) ou atrioventricular universal<sup>8</sup>. Nesta busca incessante e rápida de novos conceitos tem-se como alvo o modelo mais fisiológico de se estimular o coração. A mais recente conquista ocorreu com o surgimento dos sistemas dotados de sensores biológicos, capazes de variar a frequência de estimulação, rastreados por parâmetros que atuam na fisiologia e no metabolismo do sistema cardiovascular. Dispõe-se hoje de sensores de vibração (mecânico)<sup>9-11</sup> temperatura corporal<sup>12,13</sup>, impedância transtorácica<sup>14,15</sup>, intervalo QT<sup>16,17</sup>, saturação de O<sub>2</sub><sup>18,19</sup> e outros<sup>20</sup>. A partir de agora, a perspectiva de avanço e sofisticação de modelos cada vez mais próximos do cardiovascular fisiológico é extraordinariamente promissora.

Em nosso meio, introduziu-se o sistema dotado de sensor biológico em 1986, com o surgimento dos geradores modelo Activitrax I do fabricante Medtronic (MED). Estes aparelhos são dotados de biosensor mecânico, cristal piezoelétrico que por vibração induzida por atividades físicas é capaz de detectar as necessidades orgânicas de modificação da frequência cardíaca.

A presença do gerador na caixa torácica permite ao sensor reconhecer variações corporais pelas vibrações provocadas contra o gradeado costal durante o exercício. Tais vibrações são transformadas em resposta de frequência, incrementos cronotrópicos graduados conforme programação de parâmetros. Uma entre as dez opções de curvas de resposta de frequência (CRF) combinada com uma das três opções para limiar de sensibilidade de atividade (LSA) permite estabelecer a melhor resposta cronotrópica para cada caso. O CRF proporciona a taxa de variação da frequência e o LSA estabelece o nível de atividade física necessário para deflagar a curva de resposta escolhida.

Fora do nosso meio, várias publicações abordam esses aspectos técnicos, o comportamento clínico e as vantagens hemodinâmicas dos sistemas dotados de biosensor mecânico<sup>21-26</sup>.

O intuito desta publicação é reunir os resultados de nossa experiência com marcapassos dotados de sensor mecânico considerando aspectos específicos do nosso meio: indicações do sistema, critérios de programação, comportamento clínico e de seguimento tardio.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

No período de setembro de 1986 a abril de 1989, 70 pacientes foram submetidos a implante de geradores (MED) modelos: 8400, 8402 e 8403 (Activitrax I) e 8412, 8413, 8414 (Activitrax II). Este grupo foi acompanhado prospectivamente na Clínica de Avaliação de Marcapassos do INCOR do HC da FMUSP por tempo que variou entre 5 e 41 (média de 19,6) meses.

Trinta e um pacientes (44,3%) eram do sexo masculino. A idade variou de 4 a 83 anos com média de 51,2 anos.

A cardiopatia de base foi representada por: miocardiopatia chagásica em 22 pacientes (31,4%), miocardiosclerose em 25 (35,7%); e 10 pacientes (14,3%) eram portadores de cardiopatias congênitas assim distribuídas: comunicação interventricular em 3 (4,35%); tetralogia de Fallot em 1 (1,4%); "atrioventricularis comunis" em 3 (4,35%); comunicação interatrial isolada em 1 (1,4%) e associada a CIV e PCA e 2 (2,8%). Dois (2,8%) eram portadores de cardiopatia valvar (aórtica e mitral). Seis pacientes (8,6%) apresentavam miocardiopatia idiopática e 5 (7,2%) apresentavam "coração normal" à avaliação.

Os distúrbios de condução que justificaram o implante de marcapasso foram secundários à cardiopatia de base em 47 pacientes (67,1%), pós-operatório de cardiopatia congênita em 9 (12,7%) e de cardiopatia valvar em 2 (2,9%); pós-fulguração da junção atrioventricular em 4 (5,8%) e outros em 8 (11,5%). O implante de marcapasso foi indicado por bloqueio atrioventricular total em 51 casos (72,9%); disfunção do nó sinusal em 11 (15,7%); bloqueio atrioventricular 2º grau tipo II em 6 (8,6%); disfunção binodal em 1 (1,4%) e como suporte terapêutico para tratamento de arritmias em 1 (1,4%).

Todos os pacientes eram sintomáticos antes do implante. Os sintomas que justificaram o implante foram: síncope em 62%, pré-síncope em 22%, tonturas em 12% e outros sintomas de baixo fluxo cerebral em 4%. Como manifestações associadas 12% dos pacientes apresentavam palpitações e 28% insuficiência cardíaca classe funcional (CF) I ou II. Em 49 pacientes (70%) o procedimento correspondeu a primeiro implante, e em 21 (30%) à troca de gerador. Considerando os procedimentos de primeiro implante, trocas de sistema com e sem mudanças de eletrodos, os modelos dos geradores e cabos ficaram como apresentado nas tabelas I e II.

**Crítérios de escolha do sistema de estimulação** — Obedeceram-se às normas para indicação de sistemas de uma câmara responsivos em frequência adotados pelo Grupo de Arritmias e Marcapassos do InCor do HC da FMUSP: A idade e a cardiopatia de base não foram limitantes para a indicação; O modo AAI, RO foi implantado nos portadores de disfunção do nó sinusal sintomático no átrio estável e sem transtornos da junção atrioventricular; O modo VVI, RO foi implantado nos por-

TABELA I—Cabo Eletrodo.

Fabricante (Modelo)	Nº de pacientes
Medtronic (5061)	28 (40%)
Medtronic (4011)	14 (20%)
Medtronic (6957)	10 (14,2%)
Medtronic (4012)	05 (7,1%)
Medtronic (4003)	03 (4,3%)
Medtronic (5025)	03 (4,3%)
Medtronic (5026)	01 (1,4%)
Medtronic (4512)	01 (1,4%)
Biotronic (PE60/4DFH)	02 (2,8%)
Electronics (030.211.02)	02 (2,8%)
Sorin (CVT-62)	01 (1,4%)

TABELA II—Geradores

	8400	8402	8403
Activitrax			
No de pacientes	6 (8,3%)	18 (25%)	42 (58,3%)
Activitrax II	8412	8413	
Nº de pacientes	3 (4,2%)	3 (4,2%)	

tadores de distúrbios da condução atrioventricular na presença das seguintes características: ausência de condução retrógrada ventrículo-atrial, função sinusal muito deprimida e/ou “átrio instável”. Este último representado por arritmias atriais freqüentes e repetitivas, espontâneas em registro contínuo ou arritmias atriais sustentadas provocadas por estimulação esofágica e/ou teste ergométrico.

#### Critérios de programação do sistema implantado

Os primeiros dez pacientes submetidos ao implante do sistema constituíram um “Grupo Piloto” para estabelecimento de critérios de programação definitiva do gerador.

O protocolo seguido para este grupo foi o seguinte:

Cada paciente submeteu-se a nove etapas de teste ergométrico (protocolo de Ellestad modificado) realizados em três dias diferentes. Em cada etapa utilizaram-se combinações variáveis de programação do gerador (CRF x LSA) para avaliar a resposta de freqüência. O tempo de teste para cada estágio foi de apenas 1 minuto até se atingir o pico do exercício. O teste foi interrompido por cansaço geral, aparecimento de arritmias de alto risco ou quando se atingiu a freqüência máxima de resposta programada (URL). O tempo de recuperação variou de 2 a 8 minutos e correspondeu ao período, após cada etapa, necessário ao retorno da freqüência mínima programada.

As curvas de resposta cronotrópica obtidas foram comparadas às de indivíduos normais, considerando-se o sexo e a idade dos pacientes do Grupo Piloto. Concluiu-se que as melhores combinações estiveram entre os valores 7 e 8 para o parâmetro CRF e o valor médio para o parâmetro LSA.

Padronizou-se então para os restantes 60 pacientes a programação apresentada na Tabela III.

**Avaliações Clínicas**—Realizadas a cada 30, 60 ou 90

TABELA III—Programação padrão

ME (modo de estimulação):	SSI, RO
AP (amplitude de pulso):	5,0 V
LP (largura de pulso):	0,50 ms
Sens.a (sensibilidade atrial):	1,25 mv
Sens.v (sensibilidade ventricular):	2,5 mv
PRa (período refratário atrial):	475 ms
PRv (período refratário ventricular):	225 ms
LR (freqüência mínima):	60 ppm
URL (freqüência máxima):	150 ppm
CRF	7
LSA	Med

dias de acordo com as necessidades de cada caso, com a finalidade de se determinar a CF de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e documentar as intercorrências clínicas.

**Avaliações Eletrônicas**—Foram utilizados os critérios para avaliação de marcapassos de câmara única da Clínica de Marcapassos do InCor do HC da FMUSP: 1—avaliação dos parâmetros eletrônicos: Aos 7, 30, 60, 90 e 120 dias após implante; 2—análise de curvas de limiar de estimulação do sistema aos 30, 60 e 120 dias; 3—análise de curvas de sensibilidade do sistema aos 30, 60 e 120 dias; 4—avaliação da condição da bateria aos 30, 60, 120 dias e a cada 6 meses.

**Exames Complementares**—1—Ecocardiograma bidimensional—Para avaliação da função cardíaca pelo cálculo da fração de ejeção, (método Teicholtz). Realizados pré-implante, 30 a 45 dias após e a cada seis ou oito meses. 2—ECG dinâmico—Gravação de 24 hs realizada a cada 12 meses com a finalidade de documentar as variações de freqüência cardíaca, disfunção do sistema, presença de arritmias e correlacionar sintomas. 3—Teste ergométrico—Realizado em esteira rolante seguindo o protocolo clássico Ellestad a cada 12 meses. A finalidade foi de avaliação cronotrópica e detecção de arritmias. 4—Teste ergoespirométrico—Indicado apenas como protocolo de investigação específica. Em dez pacientes aleatoriamente selecionados e com disponibilidade para comparamento freqüente ao laboratório do InCor, foram realizados dois testes para cada paciente, com intervalo de 15 dias. O primeiro (condição 1) em modo VVI, C (sem responsividade) e o segundo (condição 2) em modo VVI, R (com responsividade).

VEJA PÁGINA 214

## RESULTADOS

Os resultados são apresentados em forma de tabelas autoexplicativas.

Na Tabela VII (ECG Dinâmico) as variações de freqüência foram consideradas inapropriadas ou indesejáveis em 4 casos. Em 22 casos foram registrados arritmias ventriculares não complexas e em 6 arritmias complexas. Documentou-se alteração de sensibilidade ventricular em 2 casos.

TABELA IV—Avaliações Clínicas (n = 70).				
Dias	< 30	30-60	60-120	> 120
Complicações				
CFICC *	—	—	3	3
CFICC*	8	6	4	—
Palpitações*	—	—	2	3
Palpitações*	2	8	—	—
Síncope (Pós-implante)	—	—	—	—
Óbito (causa cardíaca) —	—	—	—	—
Óbito (causa não cardíaca)	—	—	—	1

\* Comparação pré/pós implante.  
 CFICC = Classe Funcional de ICC

TABELA V—Avaliações Eletrônicas (n = 70).				
Dias	< 30	30-60	60-120	> 120
Complicações				
Limiar estimulação*	3	4	1	—
Alt. sensibilidade	2	2	—	—
Programação RF XLS inadequada* —	1	—	—	—
Disfunção do gerador	—	—	—	—

Disfunções corrigidas pós-reprogramação.

TABELA VI—Ecocardiograma.			
Fração de Ejeção	0,40—0,50	0,51—0,60	> 0,60
Pré-implante (n = 52)	—	18	34
Pós-implante (n = 62)	1	8	53

TABELA VII—Função cardíaca pré e pós implante (n = 44).			
Fração de Ejeção	N <sup>o</sup> Paciente	Diferença não Significativa	Diferença Significativa (p < 0,001)
Aumentada	19 (42%)	13 (27,4%)	6 (13,6%)
Diminuída	3 (8%)	3 (8%)	—
Inalterada	22 (50%)	—	—

ABELA VIII—ECG Dinâmico (n = 70).					
Frequência Cardíaca (bpm)	60*	60—80	80—120	120—150	150**
Mínima (n <sup>o</sup> pacientes)	52	18	—	—	—
Máxima (n. pacientes)	—	—	12	48	10
Média (n <sup>o</sup> pacientes)	—	8	62	—	—

\* Frequência mínima programada.  
 \*\* Frequência máxima programada.

TABELA IX—Teste Ergométrico (n = 58).				
FC (pico do exercício)	<101	101 a 125	126 a 149	150
N <sup>o</sup> pacientes	2 (3,4%)	18 (31%)	26 (44,8%)	12 (20,8%)

Gráfico 1—Comparação dos testes ergoespirométricos em um paciente sob estimulação VVI.C e VVI.R. LA<sub>1</sub> —limiar anaeróbico (39%) LA<sub>2</sub> —limiar anaeróbico (69%).

TABELA X—Interrupção de teste		
Motivo	cansaço geral	arritmias de risco
N <sup>o</sup> pacientes	52 (89,7%)	6 (10,3%)

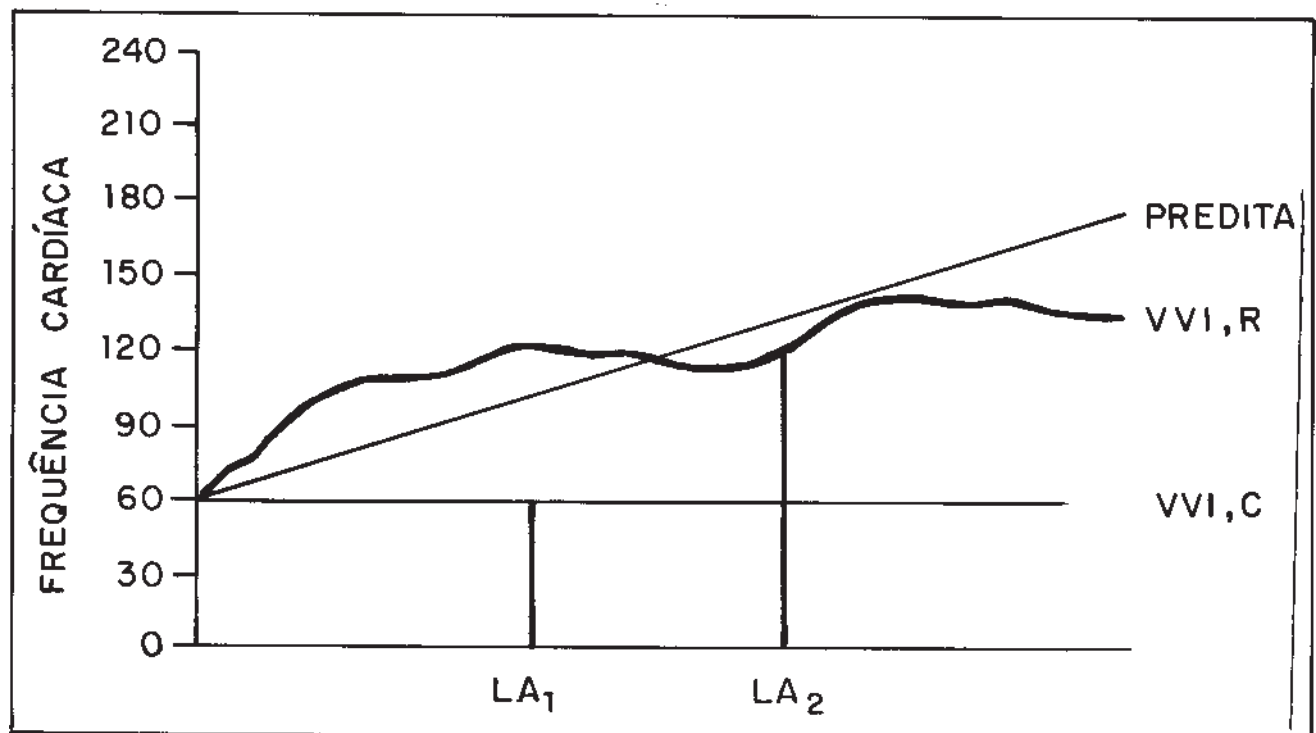
O Gráfico I demonstra o comportamento de um paciente sob estimulação VVI, C (condição 1) e VVI, R (condição 2). Nota-se que a curva de FC obtida sob a condição 2 é semelhante à curva predita, e que o VO<sub>a2</sub> é maior na condição 2 tanto para o limiar anaeróbico como para o exercício máximo. Os resultados dos testes ergoespirométricos de dois pacientes não foram considerados por problemas técnicos ocorridos durante sua realização. Em apenas dois casos o comportamento foi diferente do ilustrado acima, um porque a curva de FC se afastou da predita e outro onde o VO<sub>2</sub> praticamente foi o mesmo para as duas condições.

## DISCUSSÃO

O grupo de portadores de marcapasso dotado de sensor mecânico acompanhado é representativo do ponto de vista de casuística e teve indicação do implante decidida por um único grupo de médicos.

No entanto é heterogêneo em relação a cardiopatia de base e à etiologia da alteração do sistema de condução. Assim, a análise dos resultados de seguimento clínico deve ser considerada com reservas devido à influência da evolução natural da cardiopatia de base de cada paciente. Da mesma maneira deve-se analisar os resultados de exames complementares; ao contrário, o desempenho do sistema implantado, (resposta de frequência, comportamento eletrônico e percentual de complicações) permite análise objetiva e conclusiva.

Assim, considerando o resultado das avaliações clínicas, com as ressalvas abordadas, nota-se melhora da CF de ICC durante o seguimento em 18 (86%) dos 21 pacientes que apresentavam ICC antes do implante. Outros seis pacientes (12,2%) desenvolveram ICC tardiamente (após 60 dias). Nenhum paciente apresentou síncope após implante o que demonstra eficiência do sistema de estimulação. O único óbito registrado não teve causa cardíaca. O comportamento ecocardiográfico foi semelhante ao clínico. Dezenove pacientes (42%) dos 44 comparados apresentaram melhora da fração de ejeção após implante. O ECG dinâmico documentou respeito aos limites mínimo e máximo de frequência programada (60—150). As variações de frequência foram consideradas apropriadas em 94,3 % dos pacientes. Em quatro casos (15,7%) o marcapasso proporcionou variações de frequência consideradas indesejáveis. Elas ocorreram durante atividades



cotidianas que produzem vibração torácica exagerada,

o que provoca emissão de estímulos em frequência inapropriada pelo marcapasso. Isto, no entanto, não causou sintomas a estes pacientes. O incremento da frequência durante o teste ergométrico também mostrou-se satisfatório. Isto porque 38 pacientes (65,6%) registraram frequências acima de 126 bpm no pico do exercício, o que correspondeu a frequência máxima ou submáxima destes pacientes.

A ergoespirometria, realizada em número pequeno de pacientes (11,6%), documentou melhora do desempenho cardiovascular sob estimulação responsiva em frequência comparada à de frequência fixa em seis dos oito casos estudados (75%). Finalmente os resultados de seguimento das avaliações eletrônica demonstraram baixo índice de complicações (18%), todas corrigidas sem necessidade de intervenção invasiva. Nenhuma disfunção do gerador foi documentada.

Concluiu-se que, para um seguimento médio de 19,6 meses, o sistema de estimulação cardíaca artificial de uma câmara dotado de sensor mecânico mostrou-se seguro, eficaz e apresentou baixo índice de complicações.

## REFERÊNCIAS

1. Elmquist R, Senning a—Implantable pacemaker for the heart. In Smith EN (ed): Medical Electronics Proceedings of Second International Conference on Medical Electronics Parish, June 1959; p 212-15.
2. Greatbatch W—Twenty-five years of pacemaking. PACE, 1984; 7: 143-47
3. Chardack WM, Gage AD, Gretbatch W—a transistorized self contained, implantable pacemaker for the long term correction of heart block point Surgery, 1960; 48: 643-54
4. Furman S, Robinson G—The use of an intracardiac pacemaker in the correction of total heart block. Surg Forum, 1958; 9: 245 8.
5. Lemberg L, Castellanos A, Berkovits B—Pacing on demand in AV block. JAMA, 1965; 12-4.
6. Neville J, Millar K, Keller W, Abildskov JA—An implantable demand pacemaker. Clin Res, 1966;14: 256-61.
7. Parsonnet V, Zucker IR, Gilbert L, Meyers GH—Clinical use of an implantable standby pacemaker. JAMA, 1966; 196: 784-6.
8. Leckrone ME, Vutolo VT, Ennen D, Tarjan PP—A microprocessor-based two-chamber physiologic pacemaker. In Barold SS, Mugica J (eds): The Third Decade of Cardiac Pacing: Advances in Technology and Clinical Application. Futura, Mount Kisco, NY, 1982, pp 167-89.
9. Humen DP et al—A pacemaker which automatically increases its rate with physical activity. In Steinbach, et al (Eds): Cardiac Pacing. Proceedings of the VIIth World Symposium on Cardiac Pacing. Darmstadt, F R G. Steinkopff Verlag, 1983; p. 259-61.
10. Donaldson RM, Fox K, Riekards AF—Initial experience with a physiological rate responsive pacemaker. Br Med J. 1983; J286: 667-71.
11. Rickards AF, Donaldson RM—Rate responsive pacing. Clin Prog Pacing Electrophysiol, 1983;1:1254-6.
12. Csapo G et al—Autoregulation of pacekamer rate by blood temperature. Proceedings of the VLLth World Congress of Cradiology. Tokyo, 1978, p. 485-487 (abstract 1559).
13. Griffin JC, Jutzy KR, Claude JP et al—Central body temperature as a guide to optimal heart rate. PACE, 1983; 6: 498-501.
14. Rossi P, Aina F, Rognoni G et al—Increasing cardiac rate by tracking the respiratory rate. PACE, 1984; 7: 1246-56.
15. Salo RW, Pederson BD, Olive AL et al—Continuous ventricular volume assessment for diagnosis and pacemaker control. PACE, 1984; 7: 1267-72.
16. Rickards AF, Norman J—Relation between QT interval and heart rate. New design of physiological adaptive cardiac pacemaker Br Heart J. 1981; 45: 56-61.
17. Hedman A, Nordlander R, Pehrsson SK et al—Clinical experience with rate responsive pacing by the evoked QT. Stimucouer, 1986; 14:22:5.
18. Wirtzfeld A, Goedel-Meinen L, Boek T et al—Central venous oxygen saturation for the control of automatic rate-responsive pacing. PACE, 1982; 5: 829-35.

19. Wirtzfeld A, Stangel K, Heinze R et al—Mixed venous oxygen saturation for rate control of an implantable pacing system. In: Steinbach K (Ed): *Cardiac Pacing*, Darmstadt: Steinkopff 1983; p 271-75.
20. Donaldson RM, Richards AF—Towards Multisensor pacing. *Am Heart J*. 1983; 106:1454-7.
21. Langenfeld H; Maisch B. Kovhsiek K—First clinical experience with the rate-adaptive pacemaker "Activitrax". *Clin Progr Electrophysiol Pacing*, 1986; 4 (Suppl): 11-6.
22. Lau CP, Mehta D, Toff WD et al—Limitation of rate response of activity-sensing rate-responsive pacing to different form of activity. *PACE*, 1988; 11: 141-50.
23. Lau CP, Rollin JRR, Toff WD et al—Vibration sensing: New design of activity sensing rate responsive pacemaker. *PACE*, 1987; 10: 1217-9.
24. Toff WD, Leeks C, Joy M et al—The effect of aircraft vibration of the function of an activity sensing pacemaker (Abstract). *Br Heart J*. 1987; 57: 573-4.
25. Cooper D, Wilkoff B. Masterson M et al—Effects of extracorporeal shock wave lithotripsy on cardiac pacemaker and its safety in patients with implanted cardiac pacemakers. *PACE*, 1988; 11:1607-16.
26. McElroy PA, Janicki IS, Weber KT—Physiologic correlates of the heart rate response to upright isotonic exercise: Relevance to rate-responsive pacemakers. *J Am Coll Cardiol*, 1988; 11: 94-9.