

# Estudo clínico preliminar com marcapasso de frequência dinâmica com biossensor da ventilação por minuto

JOÃO RICARDO SANT'ANNA<sup>1</sup>, FERNANDO A. LUCCHESI<sup>2</sup>, RENATO A. K. KALIL<sup>3</sup>,  
PAULO R. PRATES<sup>1</sup>, NEY REY<sup>4</sup>, CLÁUDIO MEDEIROS<sup>5</sup>, JORGE I. GUIMARÃES<sup>6</sup>,  
IVO A. NESRALLA<sup>7</sup>

## RESUMO

*Na estimulação cardíaca por marcapasso unicameral de frequência dinâmica com biossensor, a ventilação por minuto foi avaliada durante exercício físico (teste ergométrico em esteira) em quatro pacientes e comparada com a resposta de frequência de um marcapasso com biossensor da atividade física, posicionado externamente na parede torácica. O gerador de pulsos implantado — modelo Meta MV — possibilitou aumento de frequência cardíaca compatível com o exercício e seu decréscimo a valores próximos ao controle em 5 minutos de repouso. O gerador fixado no tórax — Activitrax 8400 — também elevou a frequência de pulso no exercício, mas revelou queda mais rápida após sua interrupção, reduzindo-a ao valor controle em menos de 2 minutos.*

*Respeitadas as limitações da investigação (apenas teste ergométrico), o gerador com biossensor da ventilação por minuto mostrou ser fácil de programar, seguro e efetivo em alterar a frequência cardíaca de acordo com o exercício e adequá-la após sua interrupção, conforme a variabilidade individual de cada paciente.*

**DESCRITORES:** Marcapasso artificial.

## INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm demonstrado as vantagens hemodinâmicas da estimulação cardíaca com resposta dinâmica de frequência sobre a de frequência fixa<sup>5, 9, 13</sup>. Esta modalidade de estimulação parece ser também superior ao sincronismo átrio-ventricular de frequência fixa, quanto se considera a capacidade de rea-

lizar exercício<sup>7, 14</sup>, ou na presença de insuficiência cardíaca congestiva.

Os indicadores biológicos de demanda metabólica são bem conhecidos, destacando-se: consumo de oxigênio, intervalo QT, frequência respiratória, ventilação por minuto, pressão arterial, nível de catecolaminas, pH, temperatura corporal e atividade muscular, entre outros<sup>12</sup>. Esses indicadores se correlacionam,

com variável grau de linearidade, com a frequência cardíaca e têm sido utilizados para modificar a frequência de estimulação do marcapasso.

Os marcapassos unicamerai de frequência dinâmica, disponíveis em nosso meio, utilizam como sensores a atividade física<sup>13</sup>, a temperatura corporal<sup>8</sup> e a ventilação por minuto<sup>2</sup>. Este estudo preliminar, com um marcapasso de biossensor

Trabalho realizado no Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Fundação Universitária de Cardiologia do Rio Grande do Sul e Hospital Nossa Senhora da Conceição, Porto Alegre, RS.

1 Cirurgião Cardiovascular do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/FUC.

2 Cirurgião Cardiovascular e Diretor do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/FUC.

3 Cirurgião Cardiovascular e Chefe da Divisão de Ensino do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/FUC.

4 Cirurgião Cardiovascular do Hospital Nossa Senhora da Conceição.

5 Médico Cardiologista Responsável pelo Setor de Arritmias do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/FUC.

6 Médico Cardiologista da Prevencor — Hospital Mãe de Deus.

7 Chefe do Serviço de Cirurgia do Instituto de Cardiologia do RS/FUC.

da ventilação por minuto (Meta MV — Telectronics), foi realizado para avaliar seu desempenho no exercício físico e compará-lo ao de um marcapasso com biossensor de atividade muscular.

## MÉTODOS

No período de junho a outubro de 1988, quatro pacientes foram submetidos ao implante de marcapasso de frequência dinâmica com biossensor da ventilação por minuto, modelo Meta MV. Os pacientes tinham idade entre 38 e 72 anos (média de 56 anos), sendo um do sexo feminino e três do masculino. A sintomatologia pré-operatória era síncope ou tonturas em três, palpitações em um e relacionada a baixo débito cardíaco em dois pacientes. As alterações eletrocardiográficas que determinaram o implante do marcapasso eram bloqueio atrioventricular total em três, e bloqueio atrioventricular de segundo grau em um paciente. A etiologia destas alterações foi identificada como pós-cirúrgica em um paciente que realizou cirurgia de prótese aórtica por endocardite infecciosa 15 dias antes e como idiopática nos demais.

A classe funcional pré-operatória, pelos critérios da New York Heart Association, era classe II em dois pacientes e classe III nos demais. O paciente com bloqueio atrioventricular pós-cirúrgico era dependente de estimulação cardíaca com marcapasso externo.

### Critérios de indicação do marcapasso

A indicação de implante do marcapasso obedeceu aos critérios da Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>10</sup> e da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular<sup>3</sup>. Critérios adicionais utilizados para inclusão neste estudo foram a condição clínica satisfatória dos pacientes, sua capacidade em desenvolver exercícios físicos e a pressuposição de que o

ritmo cardíaco seria controlado pelo marcapasso, devido a ocorrência de bradicardia no pré-operatório. Disponibilidade comercial limitada na fase de investigação restringiu o número de implantes.

### MarcaPASSO Meta MV

O marcapasso Meta MV, modelo 1202, é um aparelho multiprogramável, bipolar, com telemetria e de frequência dinâmica, utilizando como biossensor a ventilação por minuto.

Em um período inicial, a impedância torácica, que é proporcional à ventilação por minuto, é avaliada pelo marcapasso para estabelecer seu valor basal (período adaptativo). Ao ser programado em frequência dinâmica, as modificações na impedância torácica passam a ser monitorizadas pelo aparelho e utilizadas para ajustar a frequência cardíaca em valores apropriados para a demanda metabólica. Este ajuste obedece a Curva de Variação de Frequência, que relaciona as variações na frequência cardíaca com variações na ventilação por minuto de uma curva de resposta. A Curva de Variação de Frequência é sugerida pelo aparelho após período de avaliação do exercício físico e programado no aparelho pelo médico, através de telemetria. Estão disponíveis 59 curvas de resposta numeradas de 2 a 60, sendo recomendado utilizar, inicialmente, o fator indicado pelo aparelho durante exercício físico de avaliação.

Além da Curva de Variação de Frequência, é necessário determinar as frequências mínima e máxima para que o marcapasso seja programado no modo de frequência dinâmica.

Outras características programáveis do gerador de pulsos Meta MV são a frequência de pulso (se não estiver no modo frequência dinâmica), a amplitude de pulso, a largura de pulso, a sensibilidade e o período refratário (valor aumentado possi-

bilita o modo de frequência dinâmica na estimulação atrial).

A frequência magnética do aparelho é de 99 ppm (indicador de fim de vida: 80 ppm) e a fonte energética é uma bateria de iodeto de lítio, com longevidade teórica na programação padrão de  $4 \pm 1$  anos para uma estimulação permanente à resistência de 500 ohms.

### Programação do marcapasso

Em todos os pacientes foi utilizada a técnica endocárdica para implante do marcapasso

A programação do marcapasso no modo de frequência dinâmica foi realizada de 3 a 15 dias após o implante do marcapasso, na dependência da condição clínica dos pacientes. Inicialmente, o paciente foi colocado em repouso por intervalo superior a uma hora, período em que o marcapasso foi programado no modo Adaptativo, para que pudesse acumular informações sobre o volume minuto em repouso.

Após a avaliação em repouso, os pacientes foram exercitados em esteira ergométrica, conforme o protocolo de Bruce, para se estabelecer a variação da ventilação por minuto do repouso ao exercício máximo; esta se traduziu como a Curva de Variação da Frequência, sendo obtida por telemetria no nível máximo de exercício. Seu valor foi anotado e o paciente colocado em repouso.

Aguardado um período para o paciente descansar e a sua respiração retornar ao nível normal, o marcapasso foi programado com o modo de frequência dinâmica, utilizando-se valor mínimo de frequência de 60 ppm ou 70 ppm, frequência máxima de 120 ppm a 145 ppm e a Curva de Variação da Frequência sugerida pelo aparelho (Tabela 1).

### Protocolo de investigação

Após a programação do gerador de pulsos Meta MV, um gerador de

**TABELA I**  
Características clínicas dos pacientes submetidos ao implante do marcapasso Meta MV

Idade (ano)	Sexo	Arritmia	Etiologia	Sintoma	Programação		
					Fmin.	Fmax.	CAF
56	fem.	BAV 2:1	idiopática	tont., palp.	60	120	35
72	masc.	BAV total	idiopática	tont., cans.	70	120	32
38	masc.	BAV total	cirúrgica	síncope	60	145	26
58	masc.	BAV total	idiopática	tont., cans.	70	140	30

Abr.: BAV: bloqueio atrioventricular; tont.: tontura; palp.: palpitação; cans.: cansaço; Fmin.: frequência mínima; Fmax.: frequência máxima (ppm); CAF: curva de variação de frequência.

pulsos Activitrax 8400, Medtronic, foi fixado externamente na região peitoral contralateral ao do gerador implantado e conectado a um analisador de pulsos Medtronic PSA 5300. A programação desse gerador foi: modo de frequência: dinâmica; frequência mínima: 60 ppm; frequência máxima: 125 ppm; sensibilidade de atividade física: média; curva de resposta: 5 a 7. Detalhes sobre o seu funcionamento e desempenho foram previamente descritos<sup>1</sup>.

Os pacientes foram então submetidos ao exercício físico em esteira ergométrica, obedecendo ao protocolo de Bruce; registros da frequência de estimulação foram obtidos para os dois geradores a intervalos de um minuto durante o exercício e por cinco minutos do repouso subsequente.

Os dados obtidos foram tabulados e analisados pelo teste T de Student, utilizando-se um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Durante o teste ergométrico com o marcapasso Meta MV, no modo de frequência dinâmica, foi observado um aumento na frequência cardíaca proporcional ao tempo de exercício. Todos os pacientes foram exercitados por um período mínimo de 6 minutos, sendo que ao final deste intervalo o marcapasso alcançou a frequência máxima programada: de  $65 \pm 5.8$  para  $131 \pm 13.1$  bpm. Terminado o exercício por fadiga, a frequência cardíaca se reduziu gradualmente ao valor mínimo programado: de  $131 \pm 13.1$  para

$102 \pm 20.3$  bpm em 3 min. e  $70 \pm 4.5$  bpm em 5 min. A Figura 1 e a Tabela II ilustram a elevação da frequência cardíaca durante o

exercício e a sua redução ao repouso.

A frequência de pulso do gerador Activitrax 8400 aumentou durante o teste ergométrico, alcançando valores próximos da frequência máxima programada: de  $68 \pm 5.4$  para  $102 \pm 14.4$  bpm. Durante o repouso foi observada queda rápida da frequência cardíaca, que se reduziu a valores próximos do controle já no primeiro minuto:  $102 \pm 14.4$  para  $70.9 \pm 3$  bpm em 3 min. e  $66 \pm 4.8$  bpm em 5 min.

Foi observada diferença significativa entre as frequências determina-

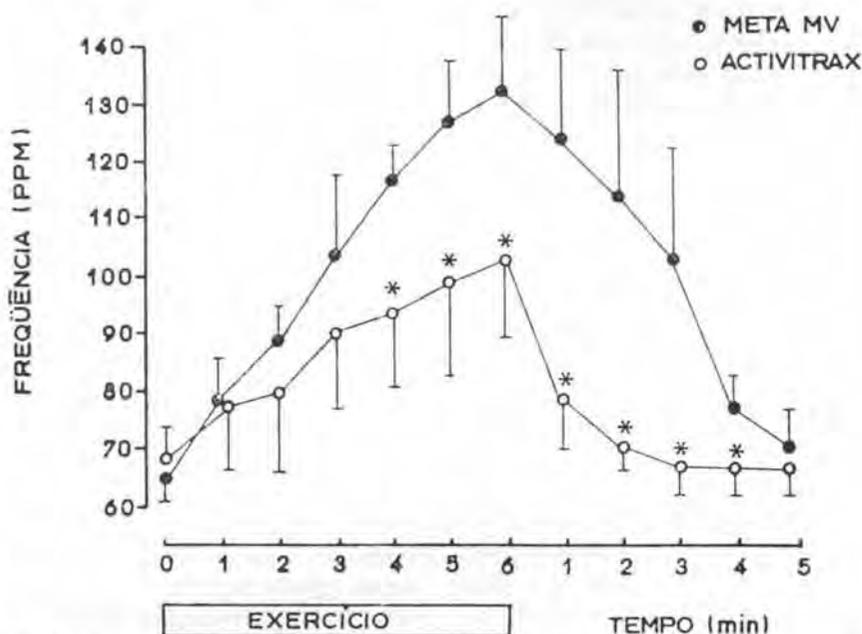


Fig. 1 — Variações de frequência cardíaca no exercício físico com o marcapasso Meta MV e comparação com a frequência de pulso resultante no gerador Activitrax 8400.

**TABELA II**  
Resposta da frequência ao exercício físico utilizando o protocolo de Bruce

Atividade	Tempo (min.)	Meta MV	Activitrax
Exercício	Controle	$65 \pm 5.8$	$68 \pm 5.4$
	1	$78 \pm 7.1$	$78 \pm 12.3$
	2	$89 \pm 5.0$	$80 \pm 15.8$
	3	$104 \pm 13.1$	$90 \pm 14.2$
	4	$117 \pm 4.3$	$93 \pm 14.6^*$
	5	$117 \pm 10.6$	$99 \pm 17.5^*$
	6	$131 \pm 13.1$	$102 \pm 14.4^*$
Repouso	Controle	$131 \pm 13.1$	$102 \pm 14.4^*$
	1	$113 \pm 15.5$	$74 \pm 8.2^*$
	2	$113 \pm 23.4$	$70 \pm 3.9^*$
	3	$102 \pm 20.3$	$66 \pm 4.8^*$
	4	$76 \pm 4.2$	$66 \pm 4.8^*$
	5	$70 \pm 4.5$	$66 \pm 4.8$

\* Para  $P < 0.05$

das pelos dois geradores do quarto ao sexto minuto do exercício. Durante o repouso foi constatada diferença estatisticamente significativa até o quarto minuto ( $P < 0.05$ ), conforme indicam a Figura 1 e a Tabela II.

## DISCUSSÃO

Durante o período de avaliação da frequência cardíaca no teste ergométrico foi obtida uma resposta fisiológica em todos os pacientes. O desempenho satisfatório do aparelho, respeitado o número reduzido de pacientes e as condições limitadas de exigências do teste, decorreu de procedimentos de programação simples, seguros e obedecendo a Curva de Resposta de Frequência indicada pelo marcapasso.

A utilização do gerador de pulsos Activitrax, firmemente fixado à parede torácica de indivíduos normais ou cardiopatas, tem sido feita para determinar o desempenho do aparelho em diferentes modalidades de exercício<sup>6</sup> e compará-lo com outras modalidades de estimulação cardíaca<sup>1</sup>, como foi efetuado em nosso estudo. Uma correspondência entre a frequência sinusal de indivíduos normais e a gerada pelo marcapasso tem sido registrada durante o exercício contudo, atividades físicas que não se associem com vibrações importantes podem ser ignoradas pelo sensor de atividade física<sup>11</sup>.

Foi identificada uma limitação no marcapasso com sensor de atividade: após o exercício, a vibração cessa e a redução da frequência de estimulação ao nível de controle ocorre em cerca de 90 segundos, tempo considerado insatisfatório para o repouso após exercícios pesados ou prolongados, quando um intervalo maior é necessário para que a frequência cardíaca fisiológica (mais elevada) auxilie no ajuste metabólico<sup>11</sup>. Em nosso estudo, observamos que a frequência cardíaca apresentou redução lenta com o gerador com biossensor de volume minuto, de maneira que lembra a diminuição fisiológica da frequência.

Durante o estudo observou-se o efeito de interferência no ajuste da frequência por meio do biossensor de ventilação por minuto: abdução e adução repetidas e rápidas do membro superior próximo a loja do marcapasso determinaram variações na distância entre a cápsula do marcapasso e o anel do eletrodo intracavitário, interpretadas como alterações na impedância torácica. Conseqüentemente, a frequência cardíaca se elevou, conforme já foi observado por outros autores<sup>8</sup>.

Um fator não pesquisado no presente trabalho, mas que pode ser favorável ao gerador com biossensor de volume minuto é o reconhecimento de que variações no volume minuto correlacionam estreitamente com a variação da frequência cardíaca, tanto em carga de trabalho

inferior a 70% da capacidade aeróbica ou do consumo de oxigênio máximo, como em valores superiores<sup>2</sup>. Do mesmo modo que pacientes com insuficiência cardíaca para aumentar sua capacidade física (que via de regra se situa em valores inferiores a 70% da capacidade aeróbica) mostram variabilidade individual acentuada na correlação frequência cardíaca/consumo de oxigênio, um marcapasso com biossensor a volume minuto estaria indicado para adequação constante da frequência cardíaca, independente de modificações na situação hemodinâmica. Esta pressuposição aguarda verificação clínica.

Podemos concluir que o marcapasso com biossensor de volume minuto foi capaz de propiciar frequência cardíaca próxima a valores fisiológicos em pacientes com bloqueio atrioventricular total submetidos ao exercício físico, após procedimentos simples de programação. A adequação da frequência cardíaca às atividades diárias desenvolvidas pelo paciente ou à demanda metabólica aumentada de outras causas deve ser investigada em estudos longitudinais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Sr. Ernesto Lecey, pela assistência prestada durante os testes ergométricos, e à Srta. Helena Maria Rossi, pelo preparo do manuscrito.

## Rate response pacing with ventilation as the metabolic sensor

SANT'ANNA, J. R.; LUCCHESI, F. A.; KALIL, R. A. K.; PRATES, P. R.; REY, R.;  
MEDEIROS, C.; GUIMARÃES, J. I.; NESRALLA, I.A.

### SUMMARY

*The response to treadmill exercise of a rate-responsive pacemaker mediated by minute ventilation (Meta MV) was assessed in 4 patients and compared with the pacing rate of an external activity-sensing rate-responsive pulse generator (Activitrix 8400) that was attached firmly to the chest wall of the patients. Pacing rate increased during exercise with both pacemakers in an estimated physiological manner but during rest the rate-responsive pacemaker mediated by minute ventilation presented a gradual decrease in rate, while the rate-responsive pacemaker with activity-sensing returned to control in less than 2 minutes.*

*The minute ventilation rate-responsive pacemaker was safe, easy to program and effective in increase (and decrease) the heart rate according to exercise during treadmill test.*

*HEADINGS: Pacemaker, artificial.*

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALT, E.; THERES, H.; HEINZ, M.; MATUTA, M. — "A new rate responsive system optimized by combination of two sensors (abstract). *PACE*, 10 (II): 633, 1987.
2. ALT, E.; HEINZ, M.; HIRGSTETTER, C.; EMMSLANDER, H. P.; DAUM, S.; BLOMMER, H. — Control of pacemaker rate by impedance-based respiratory minute ventilation. *CHEST*, 92 (2): 247-52, 1987.
3. Diretrizes para implante de Marcapasso cardíaco permanente do DECA da SBCCV. *Rev. Bras. Marcapasso Arritmia*, 1 (1): 23-6, 1988.
4. GRIFFIN, J. C.; JUTZY, K. R.; CLAUDE, J. P.; KNUTTI, J. W. — Central body temperature as a guide to optimal heart rate. *PACE*, 6 (11): 498-501, 1983.
5. HUMEN, D. P.; ANDERSON, K.; BRUNWELL, D.; HUNTLEY, S.; KLEIN, G. J. — "A pacemaker which automatically increases in rate with physical activity" In: Steinbach, K. *Cardiac Pacing*. Proceeding of the VII World Symposium on Cardiac Pacing, Steinkopff Verlag, Darmstadt, p. 259-64, 1983.
6. HUMEN, D. P.; KOSTUK, W. J.; KLEIN, G. J. — Activity-sensing, rate-responsive pacing. Improvement in myocardial performance with exercise. *PACE*, 8: 52-9, 1985.
7. KRISTENSSON, B. E.; ARNMAN, K.; RYDEN, L. — "The hemodynamic importance of AV synchrony and rate increase at rest and during exercise". *PACE*, 8 (11): A 75, 1985.
8. LAU, C.; LEIGH JONES, M.; KINGWELL, S.; WARD, D.; CAMM, J. — Comparative evaluation of two respiratory sensing responsive pacemakers (abstract). *PACE*, 11: 487, 1988.
9. LINDERMANS, F.; RANKIN, I. R.; MURTAUGH, R.; CHEVALIER, P. A. — Clinical experience with an activity sensing pacemaker. *PACE*, 9: 978-86, 1986.
10. LORGA, A. M.; DE PAOLA, A. A. V.; SOSA, E. A.; MAIA, I. J.; PIMENTA, J.; GIZZI, J. C. — Diretrizes para implante de marcapasso cardíaco definitivo. *Arq. Bras. Cardiol.*, (50) (3): 209-12, 1988.
11. McELROY, P. A.; JANICKI, J. S.; WEBER, K. T. — Physiologic correlates of the heart response to upright isotonic exercise: Relevance to rate-responsive pacemakers. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 11: 94-100, 1988.
12. RICKARDS, A. F. — "Non atrial synchronous rate-responsive pacing". In: Gomes F. P. *Cardiac Pacing*, Madrid, Editorial Grouz, 1985. p. 755-64.
13. SANT'ANNA, J. R.; LUCCHESI, F. A.; KALIL, R. A.; ARDITO, R.; GRECO, O.; BRAILE, D.; BROFMAN, P.; ROSSI, P.; PEREIRA, R.; ANDRADE, J. C.; PESARINI, A.; GAUCH, P. — Marcapasso de única câmara com biossensor para ajuste automático de frequência: estudo multicêntrico. *Arq. Bras. Cardiol.*, 49 (1): 31-6, 1987.
14. VIDDEN, J. S.; HUANG, S. K.; AZGAN, I. D.; MECHLING, E.; PATTON, D. D. — Hemodynamic comparison of ventricular pacing, atrioventricular sequential pacing, and atrial synchronous ventricular pacing using radionuclide ventriculography. *Am. J. Cardiol.*, 57 (15): 1305-8, 1986.