

## O Eletrocardiograma de Alta Resolução da Ativação Atrial em Pacientes com ou sem Fibrilação Atrial Paroxística

*The Signal-Averaged Electrocardiogram of Atrial Activation in Patients with or without Paroxysmal Atrial Fibrillation*

José Osvaldo Moreira, Paulo Jorge Moffa, Augusto Hiroshi Uchida, Nancy Maria Martins de Oliveira Tobias, César José Grupi, Bráulio Luna Filho, Flávio Tarasoutchi

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas – FMUSP, São Paulo, SP

**Objetivo:** Analisar os parâmetros do eletrocardiograma de alta resolução da onda P no domínio do tempo (ECCAR-P) e compará-los com: a duração da onda P no eletrocardiograma clássico (P no ECG), o diâmetro atrial esquerdo (AE) e a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FE) obtidos no ecocardiograma, para avaliar pacientes com fibrilação atrial paroxística (FAP).

**Métodos:** Foram estudados 181 pacientes: 117 com FAP comprovada e 64 sem FAP. Os parâmetros do ECCAR-P foram: a duração da onda P filtrada (DPF), as voltagens da raiz quadrada média dos últimos 40, 30 e 20 ms da onda P filtrada (RMS 40, RMS 30 e RMS 20), a voltagem da raiz quadrada média dos potenciais da onda P filtrada (RMS P), a integral dos potenciais da onda P filtrada (Integral P) e a duração dos potenciais tardios da onda P filtrada abaixo de 3  $\mu\text{V}$  ( $PT < 3$ ).

**Resultados:** Os parâmetros que apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos foram: DPF, RMS 40, 30 e 20,  $PT < 3$ , P no ECG e AE. Os cálculos pela curva ROC mostraram, para cada parâmetro, o melhor valor de corte e os estimadores de desempenho: sensibilidade, especificidade, área sob a curva e *p-value* (*p*) ou nível descritivo.

**Conclusão:** O ECCAR-P no domínio do tempo mostrou-se melhor que o eletrocardiograma clássico e o ecocardiograma para identificar pacientes com fibrilação atrial paroxística.

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma de alta resolução da onda P, ativação atrial, fibrilação atrial paroxística.

**Objective:** To analyze the parameters of the time domain P-wave signal-averaged electrocardiogram (P-SAECG) and compare them with the P-wave duration on the conventional electrocardiogram (P on ECG) as well as the left atrium diameter (LAD) and left ventricular ejection fraction (EF) obtained on the echocardiogram in order to evaluate patients with paroxysmal atrial fibrillation (PAF).

**Methods:** One hundred and eighty-one patients were included in the study: 117 with confirmed PAF and 64 without PAF. The P-SAECG parameters used were: the filtered P-wave duration (FPD), the root mean square (RMS) voltages in the last 40, 30 and 20 ms of the filtered P-wave (RMS 40, RMS 30 and RMS 20), the root mean square voltage of the filtered P-wave potentials (RMS P), the integral of the potentials during the filtered P-wave (Integral P) and the filtered P-wave late potential durations below 3  $\mu\text{V}$  ( $PL < 3$ ).

**Results:** The parameters that presented significant statistical differences between the groups were: FPD, RMS 40, 30 and 20,  $PL < 3$ , P on ECG and LAD. The ROC curve calculations demonstrated the best cut-off points and performance estimates for each parameter: sensitivity, specificity, area under the curve and *p-value* (*p*).

**Conclusion:** The time domain P-SAECG proved to be a superior method to identify patients with paroxysmal atrial fibrillation than the conventional electrocardiogram and echocardiogram.

**Key words:** P-wave signal averaged electrocardiogram, atrial activation, paroxysmal atrial fibrillation.

**Correspondência:** Paulo Jorge Moffa •

Rua São Firmo, 155 - 05454-060 – São Paulo, SP

E-mail: [pjmoffa@cardiol.br](mailto:pjmoffa@cardiol.br)

Recebido em 07/07/05; revisado recebido em 07/10/05; aceito em 07/10/05.

Trabalhos científicos têm demonstrado que potenciais tardios atriais significam risco de ocorrência de fibrilação atrial<sup>1-4</sup>. São sinais elétricos de baixa amplitude e alta frequência no final da ativação atrial, gerados por condução lenta e fragmentada, registráveis somente por meio do eletrocardiograma de alta resolução da onda P (ECGAR-P).

O objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros do ECGAR-P no domínio do tempo, comparar com a duração da maior onda P no eletrocardiograma (ECG) clássico, com o diâmetro atrial esquerdo e a fração de ejeção do ventrículo esquerdo obtidos no ecocardiograma, em pacientes com ou sem fibrilação atrial paroxística (FAP).

## Métodos

Foram estudados 181 pacientes, divididos em dois grupos: grupo I = com FAP comprovada, composto por 117 pacientes, homogeneizados quanto a presença ou ausência de cardiopatia estrutural, sendo 73 do sexo masculino e 44 do sexo feminino, com idade entre 18 e 85 anos, média de 57,50 anos  $\pm$  15,13; grupo II = sem FAP, composto por 64 pacientes, sendo 40 do sexo masculino, com idade entre 23 e 83 anos, média de 55,47 anos  $\pm$  16,34.

Nos grupos I = com FAP e II = sem FAP, por ocasião do registro do ECGAR-P, 79,5% e 26,6% dos pacientes, respectivamente, tomavam medicamento antiarrítmico.

O método específico do nosso estudo foi o ECGAR-P, na procura pela identificação e quantificação de potenciais elétricos de baixa amplitude e alta frequência na parte terminal da onda P, chamados potenciais tardios atriais, que indicam condução lenta e fragmentada no final da despolarização atrial, a qual constitui substrato arritmogênico para FA.

O registro de potenciais elétricos a nível de  $\mu$ V utiliza a técnica de promediação de sinais, por meio da qual o nível de ruído é inversamente proporcional ao número de sinais captados. O ECGAR-P deflagrado pelas próprias ondas P elimina o efeito dos batimentos ectópicos atriais e das variações do intervalo PR.

O equipamento utilizado foi o *Marquette Medical Systems' Signal-Averaged High Resolution P-wave* (P Hi-Res). Tal equipamento detecta as ondas P, que são correlacionadas a uma onda P padrão e somente aquelas com correlação de 95% ou mais são aceitas e promediadas. O alinhamento e a promediação continuam até um número alvo de batimentos, por exemplo 250, ou preferencialmente até que um baixo nível desejado de ruído elétrico (inferior a 1  $\mu$ V) seja alcançado.

As ondas P das derivações ortogonais X, Y e Z são combinadas em uma resultante espacial denominada vetor magnitude

(VM) – através da fórmula  $VM = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ , que é amplificada e filtrada, utilizando os seguintes padrões: no eixo vertical 1 mm = 1  $\mu$ V e no eixo horizontal 1 mm = 5 ms. O equipamento posiciona automaticamente os cursores que marcam o início e o final da onda P na resultante amplificada e nas três derivações, raramente necessitando ajustes manuais; quando necessários, os ajustes foram feitos por dois pesquisadores, que chegavam a um consenso. O

início e o final da onda P foram definidos como sinais com nível persistente de 1  $\mu$ V.

Os parâmetros do ECGAR-P são medidos instantânea e automaticamente, pelo equipamento, no VM, exceto o parâmetro referente à duração dos potenciais tardios da onda P abaixo de 3  $\mu$ V (PT < 3), que foi medido manualmente por dois observadores, com o objetivo de estabelecer consenso.

Para o registro do ECG clássico, foi utilizado o eletrocardiógrafo Hewlett-Packard HP 708, com filtro 0,5 Hz - 40 Hz, velocidade de 25 mm/s (1 mm = 40 ms) e calibração de 10 mm/mV. A medida da duração da onda P no ECG foi auxiliada por uso de lupa, em todas as derivações, sendo escolhida a maior.

Para a realização do ecocardiograma (ECO) foram utilizados os equipamentos HDI 3000 ou HDI 5000 da *Philips Ultrasound*. O diâmetro do átrio esquerdo foi medido pela ecocardiografia unidimensional, guiada pela bidimensional, através do plano paraesternal longitudinal, durante o final da sístole ventricular de acordo com as recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia; a fração de ejeção do ventrículo esquerdo foi medida pela técnica de Teichholz.

Durante ritmo sinusal, os pacientes foram avaliados através de ECGAR-P, ECG e ECO, tendo sido estudados dez parâmetros:

No ECGAR-P – 1) DPF = duração da onda P filtrada (em ms). 2) RMS 40 = voltagem da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 40 ms da onda P filtrada (em  $\mu$ V). A sigla RMS refere-se às iniciais em inglês de *root-mean-square*, seguindo o padrão internacional. 3) RMS 30 = voltagem da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 30 ms da onda P filtrada (em  $\mu$ V). 4) RMS 20 = voltagem da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 20 ms da onda P filtrada (em  $\mu$ V). 5) RMS P = voltagem da raiz quadrada média dos potenciais da onda P filtrada (em  $\mu$ V). 6) Integral P = integral dos potenciais da onda P filtrada (em  $\mu$ V.s). 7) PT < 3 = duração dos potenciais tardios da onda P filtrada menores que 3  $\mu$ V (medidos retrogradamente, a partir do final da onda P em ms).

No ECG – 8) P no ECG = duração máxima da onda P no ECG clássico (em ms).

No ECO – 9) AE = diâmetro do átrio esquerdo (em mm). 10) FE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo (em fração da unidade).

*Tratamento estatístico* - As análises foram subdivididas em quatro etapas:

Etapa 1 - Estatística descritiva e testes para identificação da normalidade dos resultados das variáveis em estudo, utilizando-se os seguintes testes: *Boxplot* e *Cook's Distance*, para identificação de valores extremos (*outliers*), *Kolmogorov-Smirnov* com correção de *Lilliefors*, para análise de normalidade das amostras e análise de resíduo pelo teste *Normal Q-Q Plot*, também utilizado para análise de normalidade das amostras.

Etapa 2 - Estatística descritiva pós-análise de normalidade das variáveis e exclusão de valores extremos (*outliers*), análise das variáveis (Parâmetros do ECGAR-P, ECG e ECO) em estudo

## Artigo Original

e estimativa dos intervalos de confiança (95%).

Etapa 3 - Testes de hipóteses. A hipótese principal testada neste trabalho refere-se à detecção de diferença nos parâmetros estudados, entre pacientes portadores ou não de FAP. Entretanto, sabendo-se que existem vários fatores que podem interferir ou mesmo interagir no comportamento dos resultados, e da dificuldade em se controlar os fatores que causam tais interferências, optou-se antes pelo controle dos fatores idade, sexo, diâmetro atrial esquerdo e uso de antiarrítmico, de modo a possibilitar a verificação de possíveis interações destes com os grupos. No modelo adotado, idade e AE foram utilizados como covariáveis e os fatores sexo e uso de antiarrítmico foram empregados na análise de interação com o fator grupo. Adotou-se a análise de variância *Simple Factorial Anova* para as variáveis nas quais a pressuposição de normalidade das amostras foi aceita. O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para as variáveis nas quais a pressuposição de normalidade das amostras não foi aceita; nesse caso, foi testada apenas a hipótese de diferença entre os grupos, não associando ao modelo nenhuma covariável ou mesmo a verificação de interação entre fatores.

Etapa 4 - Com a finalidade de analisar os estimadores de desempenho dos parâmetros que apresentaram diferença

significante entre os grupos I e II, adotou-se a curva ROC para a determinação do ponto de corte entre os padrões de normalidade e anormalidade dos resultados, a qual fornece também os dados de sensibilidade, especificidade, área sob a curva e o nível descritivo (*p-value*) de cada parâmetro.

## Resultados

Os resultados encontrados nos grupos I e II, para cada parâmetro, constam na tabela 1 e foram expressos em: média, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo e nível descritivo (p).

Os parâmetros que apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos I e II foram: DPF, RMS 40, RMS 30, RMS 20, PT < 3, P no ECG e AE; e não apresentaram diferença significativa os parâmetros RMS P, Integral P e FE.

Pela análise de variância não foi constatada a existência de interação entre os fatores uso de antiarrítmico ou sexo dos pacientes, assim como as covariáveis idade e AE, com o fator grupo, para nenhum dos parâmetros estudados, o que indica que tais fatores devem ser tratados e analisados de forma independente, não provocando efeitos diversos significativos quando estudados somente os resultados por grupo.

Quanto ao fator uso de antiarrítmico, foi detectada

Parâmetro	Grupo	Média	DP	Mínimo	Máximo	p
Duração P	Com FAP	139,79	16,63	104,00	196,00	0,000*
	Sem FAP	121,36	10,77	95,00	144,00	
RMS 40	Com FAP	5,26	2,15	2,00	11,00	0,005*
	Sem FAP	6,23	2,27	3,00	12,00	
RMS 30	Com FAP	4,40	2,00	1,00	9,00	0,003*
	Sem FAP	5,33	1,97	2,00	11,00	
RMS 20	Com FAP	3,95	1,89	1,00	9,00	0,001*
	Sem FAP	4,97	1,94	2,00	10,00	
RMS P	Com FAP	6,91	2,33	3,00	13,00	0,588
	Sem FAP	7,09	2,02	4,00	13,00	
Integral P	Com FAP	728,40	267,68	256,00	1.529,00	0,150
	Sem FAP	672,47	210,75	318,00	1.300,00	
PT < 3	Com FAP	14,70	10,29	0,00	40,00	0,000*
	Sem FAP	7,58	3,23	0,00	15,00	
P no ECG	Com FAP	100,00	20,00	80,00	160,00	0,000*
	Sem FAP	80,00	10,00	60,00	120,00	
AE	Com FAP	38,30	5,71	26,00	53,00	0,000*
	Sem FAP	34,70	3,82	27,00	44,00	
FE	Com FAP	0,69	0,10	0,32	0,83	0,603
	Sem FAP	0,68	0,11	0,32	0,81	

No ECGAR- P: DPF = duração da onda P filtrada; RMS 40, 30, 20 ou RMS P = voltagem da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 40, 30, 20 ms de P, ou da onda P inteira; integral P = integral dos potenciais da onda P; PT < 3 = duração dos potenciais tardios da onda P abaixo de 3µV. No eletrocardiograma clássico: P no ECG = duração da maior onda P no ECG clássico. No ecocardiograma: AE = diâmetro do átrio esquerdo; FE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo. DP = desvio padrão. p = nível descritivo. FAP = fibrilação atrial paroxística. \* = diferença estatisticamente significativa.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos parâmetros nos grupos I (com FAP) e II (sem FAP)

diferença estatisticamente significativa apenas no parâmetro DPF. O fator sexo mostrou diferença significativa unicamente no parâmetro PT<3. As covariáveis idade e AE apresentaram diferença significativa somente nos parâmetros AE e DPF.

Para calcular os estimadores de desempenho do método – que são a sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo (VPP) e o valor preditivo negativo (VPN) – foi utilizado um modo uniforme para determinar os valores de corte em cada parâmetro, equivalente à média aritmética entre os limites inferior e superior dos intervalos de confiança de 95% para a média dos valores encontrados nesta pesquisa, nos grupos com e sem FAP.

Os valores de corte, assim obtidos, foram: DPF  $\geq 130,40$  ms; RMS 40  $\leq 5,67 \mu V$ ; RMS 30  $\leq 4,81 \mu V$ ; RMS 20  $\leq 4,40 \mu V$ ; PT<3  $\geq 10,61$  ms; P no ECG  $\geq 89,75$  ms; e AE  $\geq 36,45$  mm, conforme mostra a tabela 2.

### Discussão

A confrontação dos valores obtidos nesta pesquisa, nos dez parâmetros, entre os grupos I e II, mostrou que no grupo I os parâmetros que incluem medidas de tempo (DPF, Integral P, PT<3 e P no ECG) ou de dimensão (AE) foram maiores, e os parâmetros que medem voltagens (RMS 40, RMS 30, RMS 20 e RMS P) foram menores. FE era praticamente igual nos dois grupos, sugerindo que a fração de ejeção do ventrículo esquerdo não influi na presença de FAP.

O cálculo de p (nível descritivo  $\leq 5\%$ ) demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos I e II nos parâmetros: DPF, RMS 40, RMS 30, RMS 20, PT<3, P no ECG e AE. Os parâmetros RMS P, Integral P e FE não

apresentaram diferenças significantes entre os grupos.

Nota-se ainda que AE influiu de modo significativo sobre a DPF, confirmando que a dilatação do átrio esquerdo é um fator que aumenta este parâmetro.

No cálculo dos estimadores de desempenho dos parâmetros pelo intervalo de confiança das médias, nota-se que o parâmetro mais sensível para captar diferenças entre os pacientes com FAP e sem FAP foi o DPF (72,65%), sendo P no ECG o menos sensível (33,33%). O parâmetro mais específico foi P no ECG (98,44%), sendo RMS 20 o menos específico (50%).

Os parâmetros que mostraram melhor atuação, nos quatro estimadores de desempenho em conjunto, para identificar os casos com e sem FAP foram: DPF e PT<3.

Através da curva ROC, o melhor parâmetro para diferenciar os grupos com e sem FAP foi a DPF (0,83), seguido por P no ECG (0,72), AE (0,69), PT<3 (0,67), RMS 40 (0,39), RMS 30 (0,37) e RMS 20 (0,35), conforme mostra a tabela 3.

Um trabalho pioneiro referente ao valor do ECGAR-P para identificar pacientes em risco para o início de FAP<sup>2</sup> propôs a captação dos sinais do ECGAR-P deflagrando-os pelas próprias ondas P, em vez da deflagração pelos complexos QRS; utilizaram-se filtros com alta passagem de 40 Hz e com baixa passagem de 300 Hz; e pesquisaram-se os parâmetros: DPF (duração da onda P filtrada), RMS 10, RMS 20 e RMS 30 (voltagens da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 10, 20 ou 30 ms da magnitude espacial da onda P filtrada).

Os parâmetros DPF, RMS 10 e RMS 20 mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com FAP e sem FAP, e os valores encontrados foram, respectivamente: DPF

Parâmetro	G	Média	I C 95 %		Valor corte	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)
			Inferior	Superior					
DPF	I	139,79	136,75	142,84	$\geq 130,40$	72,65	82,81	88,54	62,35
	II	121,36	118,67	124,05					
RMS 40	I	5,26	4,86	5,66	$\leq 5,67$	62,28	53,13	70,30	44,16
	II	6,23	5,67	6,80					
RMS 30	I	4,40	4,04	4,77	$\leq 4,81$	43,59	60,94	67,11	37,14
	II	5,33	4,84	5,82					
RMS 20	I	3,95	3,60	4,30	$\leq 4,40$	68,38	50,00	71,43	46,38
	II	4,97	4,49	5,45					
PT<3	I	14,70	12,82	16,59	$\geq 10,61$	52,14	87,10	88,41	49,09
	II	7,58	6,76	8,40					
P no ECG	I	97,90	94,40	101,30	$\geq 89,75$	33,33	98,44	97,50	44,68
	II	82,80	80,50	85,10					
AE	I	38,30	37,24	39,35	$\geq 36,45$	56,97	71,88	79,31	48,94

G = Grupo. I = Grupo com FAP. II = Grupo sem FAP. S = Sensibilidade. E = Especificidade. VPP = Valor preditivo positivo. VPN = Valor preditivo negativo. No ECGAR-P: DPF = Duração da onda P filtrada; RMS 40, 30, 20 = Voltagem da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 40, 30, 20 ms da onda P filtrada; PT<3 = Duração dos potenciais tardios da onda P abaixo de 3  $\mu V$ . No ECG clássico: P no ECG = Duração da onda P. No ecocardiograma: AE = Diâmetro do átrio esquerdo.

**Tabela 2 - Estimadores de desempenho pelo intervalo de confiança**

## Artigo Original

Parâmetros	VC	S %	E %	ASC %	p
DPF	131,50 ms	73	86	0,83	< 0,0001
RMS 40	5,50 $\mu$ V	39	47	0,39	< 0,01
RMS 30	4,50 $\mu$ V	44	40	0,37	< 0,04
RMS 20	4,50 $\mu$ V	32	50	0,35	< 0,001
PT < 3	9,00 ms	62	68	0,67	< 0,0001
P no ECG	90,00 ms	54	85	0,72	< 0,0001
AE	36,50 mm	59	62	0,69	< 0,0001

VC = Melhor valor de corte. S = Sensibilidade. E = Especificidade. ASC = Área sob a curva.

p (p-value) = nível descritivo. DPF = duração da onda P filtrada; RMS 40, 30, 20 = voltagem da raiz quadrada média dos potenciais dos últimos 40, 30, 20 ms da onda P filtrada; PT < 3 = duração dos potenciais tardios da onda P filtrada abaixo de 3  $\mu$ V. P no ECG = duração da maior onda P no eletrocardiograma clássico. AE = diâmetro do átrio esquerdo, no ecocardiograma.

Tabela 3 - Valores de corte e estimadores de desempenho calculados pela curva ROC

=  $137,0 \pm 14,3$  e  $118,6 \pm 11,3$  ms,  $p < 0,001$ ; RMS 10 =  $1,92 \pm 0,58$  e  $2,49 \pm 0,78$   $\mu$ V,  $p < 0,001$ ; RMS 20 =  $2,47 \pm 0,78$  e  $3,46 \pm 1,20$   $\mu$ V,  $p < 0,0001$ ; RMS 30 não mostrou diferença entre os grupos.

Resultados semelhantes aos do nosso estudo, no qual foi usada a mesma metodologia, foram, portanto, observados em relação à DPF e RMS 20. Entretanto, em nossa pesquisa, RMS 30 também mostrou diferença entre os grupos, e não foi analisado o parâmetro RMS 10.

Em 1995, outros autores<sup>4</sup> descreveram que o melhor critério para discriminação entre pacientes com e sem FAP seria PT < 3 (duração dos potenciais tardios da onda P abaixo de 3  $\mu$ V), tendo verificado que PT < 5 não seria critério apropriado para afirmar a presença de potenciais tardios, porque nos casos em que a onda P tivesse amplitude pequena (6 a 7  $\mu$ V), PT < 5 certamente incluiria porções normais da mesma. Também PT < 2 poderia mostrar falsos resultados, pois o final da onda P é definido como o retorno à linha de base abaixo de 1  $\mu$ V e o limite de 2  $\mu$ V causaria superposição dos valores nos grupos com FAP e sem FAP. Para o parâmetro PT < 3 encontraram, no grupo com FAP, em média o valor de  $24,7 \pm 8,4$  ms e adotando o valor anormal como > 15 ms, obtiveram sensibilidade e especificidade de 100%. Os parâmetros RMS 20 e DPF também apresentaram diferença significativa entre os grupos, porém adotando DPF > 120 ms, aqueles autores encontraram sensibilidade e especificidade de 85%.

Em nosso estudo, PT < 3 mostrou, para o valor de corte de 10,61 ms, sensibilidade de 52,14%, especificidade de 87,10%, valor preditivo do teste positivo de 88,41% e, do teste negativo, de 49,09%. Utilizando o valor de corte de 15 ms preconizado por Gondo e cols.<sup>4</sup>, encontramos especificidade de 100%, como a desses autores, mas sensibilidade de apenas 40,17%.

A explicação para essa diferença é que, na presente pesquisa, foi considerado como final da onda P simplesmente o retorno dos sinais atriais à linha de base, abaixo de 1  $\mu$ V; distinta da utilizada por Gondo e cols.<sup>4</sup>

Outra observação a ser feita é que em nossa casuística foram incluídos também pacientes que apresentaram uma única crise de FAP, enquanto aqueles autores admitiram

somente pacientes com mais de uma crise e duração maior que 30 segundos.

Os pesquisadores da equipe de Yamada e cols.<sup>5</sup> analisaram 132 pessoas normais (66 de cada sexo), com idade de 14 a 80 – média de  $38 \pm 17$  anos, com o mesmo modo de aquisição dos sinais e o mesmo tipo de filtro acima descritos (semelhantes ao do presente estudo), tendo encontrado valores para DPF de  $118 \pm 10$  ms e para RMS 20 de  $3,2 \pm 0,9$   $\mu$ V (semelhantes aos de nosso estudo). Calculando pelo percentil 90, foi definido como ECGAR-P anormal quando DPF > 132 ms e RMS 20 < 2,3  $\mu$ V. Da casuística de 132 pessoas sem FAP e sem cardiopatia, observaram, aqueles autores, ECGAR-P anormal somente em três pacientes (2,3%).

Aplicando esses critérios ao nosso estudo – DPF  $\geq 132$  ms e RMS 20  $\leq 2,3$   $\mu$ V – foram obtidos os seguintes estimadores de desempenho: sensibilidade = 20,51%, especificidade = 100%, valor preditivo do teste positivo = 100%, e valor preditivo do teste negativo = 40,76%.

Klein e cols.<sup>6</sup> estudaram 45 pacientes antes de cirurgia de revascularização miocárdica, tendo constatado que nos dezesseis que apresentaram FA no período pós-operatório a DPF no ECGAR-P era, em média, de  $163 \pm 19$  ms, significativamente maior que no grupo de 29 pacientes que não apresentaram a arritmia ( $p = 0,005$ ). O aumento atrial esquerdo, pelo eletrocardiograma clássico, mostrou correlação fraca ( $p = 0,04$ ) em ambos os grupos. As variáveis duração da onda P na derivação D2, hipertrofia ventricular esquerda, idade, sexo, hipertensão arterial e fração de ejeção ventricular esquerda não foram significativamente diferentes entre os grupos. Concluíram que o ECGAR-P em pacientes antes de cirurgia de artérias coronárias constitui um efetivo preditor de fibrilação atrial pós-operatória. As correlações foram semelhantes ao nosso estudo, porém o valor encontrado por aqueles autores para DPF no grupo com FAP foi de  $163 \pm 19$  ms, enquanto o nosso foi de  $139,79 \pm 16,63$  ms. As diferenças nos valores encontrados no ECGAR-P nos diversos trabalhos<sup>6-12</sup> podem ser explicadas por peculiaridades nos substratos arritmogênicos dos pacientes. Adicionalmente, deve-se também considerar que a metodologia utilizada não tem sido uniforme, principalmente quanto ao modo de deflagração para captação dos sinais e quanto aos filtros dos

equipamentos, o que pode contribuir para a obtenção de diferentes resultados.

#### *Limitações do estudo:*

*Uso de medicamentos antiarrítmicos* - Em nosso estudo, 79,5% dos pacientes com FAP e 26,6% dos sem FAP estavam em uso de antiarrítmicos na ocasião do registro do ECGAR-P. Entretanto, os resultados mostraram que o uso de antiarrítmicos não impacta, de forma significativa, a análise dos diversos parâmetros.

*Ajustes e medidas manuais* - Ocasionalmente, foram necessários ajustes manuais dos cursores para delimitar o início e o final da onda P amplificada; além de que em todos os registros do ECGAR-P, as medidas da duração dos potenciais tardios abaixo de  $3 \mu V$  eram feitas manualmente. Para diminuir essa limitação, os ajustes e medidas foram feitos por dois observadores, e cada detalhe foi discutido até haver consenso.

## Referências

- Engel TR, Vallone N, Windle SJ. Signal-averaged electrocardiogram in patients with atrial fibrillation or flutter. *Am Heart J* 1988; 155: 592-7.
- Yamada T, Fukunami M, Ohmori M, et al. Clinical significance of atrial signal-averaged electrocardiogram for detection of patients with paroxysmal atrial fibrillation during sinus rhythm (abstract). *Circulation* 1989; 80(suppl II): 636.
- Fukunami M, Yamada T, Ohmori M, et al. Detection of patients at risk for paroxysmal atrial fibrillation during sinus rhythm by P wave-triggered signal-averaged electrocardiogram. *Circulation* 1991; 83: 162-9.
- Gondo N, Kumagai K, Matsuo K, et al. The best criterion for discrimination between patients with and without paroxysmal atrial fibrillation on signal-averaged electrocardiogram. *Am J Cardiol* 1995; 75: 93-5.
- Yamada T, Fukunami M, Shimonagata T, et al. Prediction of paroxysmal atrial fibrillation in patients with congestive heart failure: a prospective study. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 405-13.
- Klein M, Evans SJL, Blumberg S, Cataldo L, Bodenheimer MM. Use of P-wave triggered, P-wave signal-averaged electrocardiogram to predict atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery. *Am Heart J* 1995; 129: 895-901.
- Ehrlich JR, Zhang GQ, Israel CW, Hohnloser SH. P-wave signal-averaging ECG: normal values and reproducibility. *Z Kardiol* 2001; 90: 170-6.
- Dhala A, Underwood D, Leman R, et al. Signal-averaged P-wave analysis of normal controls and patients with paroxysmal atrial fibrillation: a study in gender differences, age dependence, and reproducibility. *Clin Cardiol* 2002; 25: 525-31.
- Budeus M, Hennesdorf M, Perings C, et al. Detection of atrial late potentials with P wave signal averaged electrocardiogram among patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Z Kardiol* 2003; 92: 362-9.
- Ishimoto N, Ito M, Kinoshita M. Signal-averaged P-wave abnormalities and atrial size in patients with and without idiopathic atrial fibrillation. *Am Heart J* 2000; 139: 684-9.
- Ehrlich JR, Steul K, Schadow K, et al. Relationship between clinical and echocardiography-derived parameters and atrial activation as measured by the P-wave signal-averaged electrocardiogram. *Z Kardiol* 2002; 91: 404-9.
- Santoni-Rugiu F, Verma R, Mehta D, et al. Signal-averaged P-wave ECG discriminates between persistent and paroxysmal atrial fibrillation. *J Electrocardiol* 2001; 34: 189-95.

## Conclusões

O ECGAR-P no domínio do tempo mostrou-se melhor que o ECG clássico e o ecocardiograma, para o objetivo proposto, através do estudo dos estimadores de desempenho.

Os parâmetros que melhor discriminaram os pacientes, com ou sem fibrilação atrial paroxística, foram a duração da onda P filtrada e a duração dos potenciais tardios da onda P abaixo de  $3 \mu V$ .

## Agradecimentos

Aos senhores Adriano Mandelli, Drs. César José Grupi, Nancy Maria Martins de Oliveira Tobias, Flávio Tarasoutchi, Wilmes Roberto Gonçalves Teixeira e Bráulio Luna Filho, pela colaboração em diversas fases da pesquisa.

Ao Funcor, da Sociedade Brasileira de Cardiologia, pela bolsa concedida.