

Paulo Yazbek Jr.  
Ermelindo Del Nero Jr.  
Juarez Ortiz  
Alfonso Julio Guedes Barbato  
Roberto Guimarães Alfieri  
Maria Cândida C. Borges  
Hess Heinrich Kedor  
Maria Augusta P. Del Molin Kiss  
Luis Gastão do Serro Azul  
Fúlvio Pileggi

## Avaliação ergométrica da função ventricular esquerda. Valor da pressão arterial sistólica e da tolerância ao exercício

Os autores, utilizando a variação da pressão arterial sistólica ( $\Delta PS$ ) entre o repouso e a carga máxima do teste ergométrico com registro contínuo, estudaram três grupos de indivíduos do sexo masculino: grupo I, composto por 41 pacientes (média etária de 53 anos) com infarto do miocárdio (IM) e teste positivo, apresentando  $\Delta PS = 35,00 \pm 20,31$  mm Hg; grupo II, formado por 9 pacientes (média etária de 47 anos) com IM e teste negativo, com  $\Delta PS = 26,95 \pm 14,79$  mm Hg, grupo III, integrado por 21 pacientes hígidos (média etária 45 anos), apresentando  $\Delta PS = 80,47 \pm 19,79$  mm Hg.

A análise estatística evidenciou diferenças significativas para PS entre os grupos I e III e entre os grupos II e III, não havendo diferença significativa entre os grupos I e II.

Além da  $\Delta PS$ , que mostrou ser um índice valioso para caracterizar os indivíduos normais e os portadores de M, estudou-se o trabalho total - somatória dos potenciais multiplicados pelos respectivos tempos - medido em quilogramas (Kgm) - realizado nos três grupos, evidenciando-se diferença estatística na tolerância ao exercício entre o grupo III (média de 8555 Kgm) e os grupos I e II (com média de 5015 Kgm e 6340 Kgm, respectivamente).

Esta investigação vem demonstrar que outras variáveis, além das alterações do segmento ST, devem ser valorizadas na análise dos resultados da prova ergométrica, principalmente a  $\Delta PS$  e a tolerância ao exercício.

A possibilidade de avaliação da função miocárdica por meios não invasivos ganhou impulso nos últimos anos, com o advento de técnicas como a ultrassonografia do coração, o uso de radioisótopos em cardiologia e em provas ergométricas

Nesse sentido, os que se dedicam a esse último método têm modificado o raciocínio incipiente de avaliação pura e simples do segmento ST durante o exercício. Outras variáveis, como a resposta cronotrópica e a amplitude da onda R e Q, estudadas por Ellestad<sup>1</sup>, bem como o trabalho total<sup>2</sup> e a variação da pressão arterial sistólica ( $\Delta PS$ )<sup>3,4</sup>, vieram aumentar os subsídios para avaliar a função contrátil do ventrículo esquerdo (VE) durante o exercício físico.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo entre um grupo de indivíduos hígidos e dois grupos de pacientes: um com infarto do miocárdio (IM) e com respostas positivas ao teste ergométrico e outro, portador de IM, com resposta negativa ao mesmo procedimento

A  $\Delta PS$ , a tolerância ao exercício e a resposta cronotrópica foram as variáveis principais deste estudo comparativo, visando a valorizar e ampliar a importância

dos dados tidos anteriormente como secundários, bem como possibilitar a interpretação de provas ergométricas rotuladas como ineficazes e/ou inconclusivas.

### Material e métodos

Foram estudados três grupos de indivíduos do sexo masculino: grupo I, composto de 41 pacientes, com idade média de 53 anos, portadores de IM e teste com resposta isquêmica ao exercício; grupo II, formado por 9 pacientes com média etária de 47 anos, portadores de IM e teste negativo; grupo III, integrado por 21 indivíduos hígidos, com média etária de 45 anos.

Os testes foram realizados em bicicleta ergométrica, utilizando-se monitor eletrocardiográfico 4-1 CN, monitor de frequência cardíaca 4-FH, eletrocardiógrafo S-4, todos de fabricação FUNBEC. Optou-se pelo teste do tipo contínuo com 4 min em cada fase, que foi interrompido quando ocorreu estafa ou quando se alcançou a frequência cardíaca máxima (FC máx) para a idade, de acordo com a fórmula de Lange e Anderson =  $FC_{máx} = 210 - idade \times 0,65$ .

Durante o exercício os pacientes foram monitorizados, usando-se as derivações CM5 e V5. As pressões arteriais “sistêmicas” foram obtidas de minuto em minuto, através de esfigmomanômetro de mercúrio.

Considerou-se a  $\Delta PS$  como a diferença entre a pressão arterial sistólica antes do exercício e ao final da carga máxima tolerada.

A tolerância ao exercício foi avaliada através do trabalho total (T total), tendo esse sido calculado pela soma dos potenciais realizados em watts (W) multiplicados pela duração de cada fase do protocolo empregado ( $w t_1 + w t_2 + \dots + w t_n$ ).

O resultado final assim obtido foi multiplicado por 6 para se obter o T total em quilogrâmetros (Kgm).

O índice tensão-tempo (ITT), também conhecido como duplo-produto, é o resultado da multiplicação da frequência cardíaca (FC) pela pressão sistólica (PS) num determinado momento. A resposta cronotrópica foi facilmente avaliada pelos monitores. Os resultados foram apresentados como intervalos de confiança das médias.

## Resultados

O grupo I apresentou  $\Delta PS$  média =  $35,00 \pm 20,31$  mm Hg (tab. I) e T total médio = 5015 Kgm (gráf. I).

O grupo II mostrou  $\Delta PS$  média =  $25,95 \pm 14,79$  mm Hg (tab. I) e T total médio = 6340 Kgm (gráf. I).

O grupo III apresentou  $\Delta PS$  média  $80,47 \pm 19,79$  mm Hg (tab. I) e T total médio 8555 Kgm (gráf. I).

A relação entre os valores do ITT e FC em repouso, na carga de pico, para os indivíduos do grupo III e, em conjunto, para os portadores de coronariopatia, está expressa no gráf. II.

## Comentários

Algumas considerações sobre o comportamento da PS durante o exercício devem ser feitas, antes de se atentar para os pormenores sobre os estudos comparativos entre pacientes normais e com IM.

Há controvérsias entre alguns autores<sup>5-7</sup> em relação às alterações da PS durante a fase inicial do exercício, embora haja consenso sobre a reduzida diferença entre a PS de repouso e a do momento do esforço máximo em indivíduos com restrição ventricular esquerda.

Do ponto de vista fisiológico, a PS, durante a fase inicial do exercício, pode ser considerada como o reflexo da resistência periférica e do desempenho cardíaco. Embora não especificamente, nessa circunstância a PS é determinada pelo rendimento do ventrículo esquerdo.

Nos indivíduos aos normais, um incremento da PS na fase inicial do exercício é comumente observado, indicando que a influência dos fatores que aumentam o retomo venoso e a capacidade de bomba do coração precedem a dos que diminuem a resistência periférica total. Deve-se frisar que o

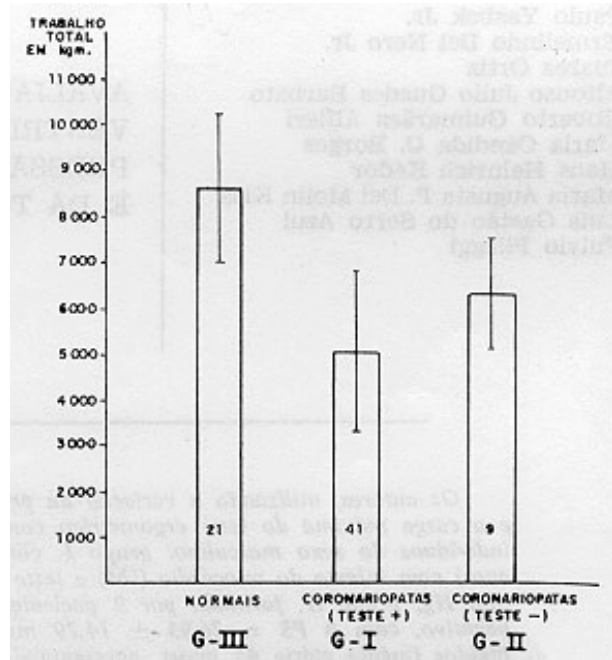


Gráfico I - Medidas e intervalos de confiança das médias do trabalho total realizado em indivíduos normais (G III), em coronariopatas com teste ergométrico positivo (G-I) e em coronariopatas com teste ergométrico negativo (G-II).

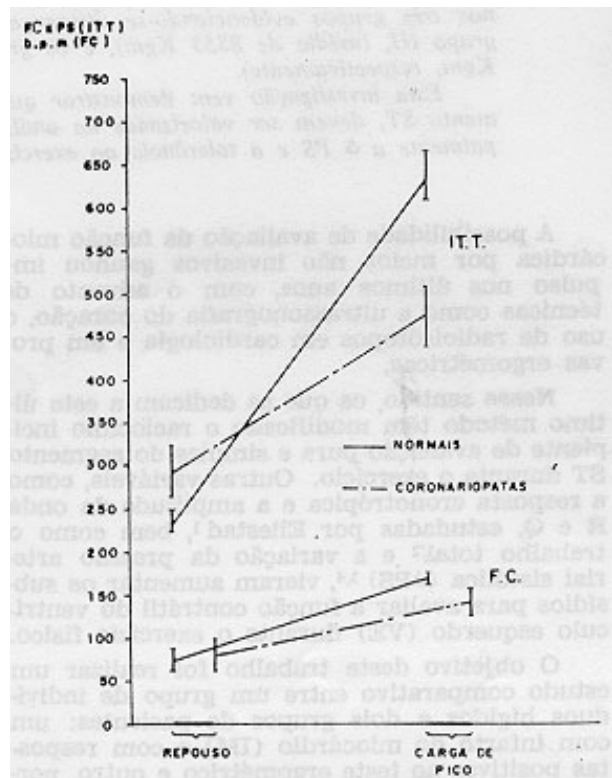


Gráfico II - Médias e intervalos de confiança das médias da frequência cardíaca (FC) e do índice tensão-tempo (ITT) em indivíduos normais e coronariopatas, nas condições de repouso e de carga de pico.

aumento da PS durante os primeiros 10 a 15s do exercício<sup>16</sup> é normalmente discreto (em média 10 mm Hg). Um decréscimo da pressão do início do exercício, entretanto, é

**Tabela I - Médias, desvios-padrão e Intervalos de confiança das médias das variáveis estudadas nos indivíduos normais (G III), nos coronariopatas com teste positivo (G I) e nos coronariopatas com teste negativo (G II).**

	G-III	G-I	G-II	
	Normais	Coronariopatas Testes (+)	Coronariopatas Testes (-)	
Pressão sistólica repouso	$\bar{X}$	120,48	132,20	132,78
	S =	10,23	17,36	13,02
	ICM	125,13 115,83	123,60 140,80	126,08 139,48
Pressão sistólica pico	$\bar{X}$	200,15	163,37	165,56
	S =	19,53	17,21	11,30
	ICM	192,06 209,84	171,97 154,67	159,91 171,21
$\Delta$ PS	$\bar{X}$	80,47	35,00	26,95
	S	19,79	20,31	14,79
	ICM	71,46 89,48	28,78 41,22	15,58 38,32

$\bar{X}$  = Média; S = Desvio padrão; ICM = Intervalo de confiança da média.

considerado como indicativo de condição patológica<sup>6</sup>. Esse achado pode ser atribuído ao decréscimo da resistência periférica ser mais rápido que a modificação do rendimento do VE. Outros fatores também têm importância para explicar esse evento, como a resposta simpatomimética, o retorno venoso e a ação do sistema renina-angiotensina-aldosterona. O papel de cada um deles na gênese da queda da PS ainda é motivo de discussão.

Tendo em vista a importância da diferença de PS, os trabalhos de Irving e col.<sup>8</sup> e de Bruce e col.<sup>2</sup> devem ser interpretados como um novo marco na avaliação da função ventricular esquerda por meio do teste ergométrico. De fato, Bruce e col., apurando a incapacidade de alguns indivíduos em aumentar a PS durante o teste ergométrico e a baixa tolerância ao exercício, relatam mortalidade de 948/1000 no ano ulterior ao exame, nesses mesmos casos.

No presente estudo, analisando a tabela I, pode-se verificar que o diferencial da pressão arterial sistólica (PAS) no grupo III foi expressivamente maior que nos dois grupos estudados, demonstrando que os portadores de infarto cicatrizado apresentam dificuldade em aumentar a função contrátil do VE, durante o exercício físico ou em outras circunstâncias que incrementam a atividade cardíaca.

Em relação à pressão arterial diastólica, existem controvérsias<sup>6,9,10</sup>, mas acredita-se que seu comportamento refletiria também a função miocárdica, admitindo-se até 20 mm Hg de diferença como o máximo em grupos normais.

Incluimos, em nossa pesquisa, dois grupos de coronariopatas (com teste positivo e negativo) porque acreditamos que as alterações eletrocardiográficas isoladas são

muitas vezes de difícil avaliação, constituindo apenas mais um dado na análise da eletrocardiografia de esforço. Comparando-se os grupos I e II com o grupo III, através das variáveis estudadas ( $\Delta$ PS, T total, ITT e FC), verifica-se nítida diferença. Dentre elas, chamou-nos a atenção (gráf. I) a tolerância ao exercício pois o estudo do T total revelou nítida diferença entre as médias dos grupos, demonstrando que o trabalho de Bruce<sup>2</sup> sobre a incapacidade para a realização do teste dos pacientes com comprometimento miocárdico é de integral validade.

O estudo da relação entre os valores do ITT e da FC (gráf. II) mostrou evidente diferença entre o grupo de indivíduos normais e o conjunto de portadores de coronariopatia. Há muito, existe a tendência de diversos autores<sup>1,5,8,10</sup>, em valorizar o comportamento da frequência cardíaca durante o exercício, a ponto de Ellestad considerar a diminuição da reserva cronotrópica como prognóstico sombrio em relação a eventos coronários<sup>1</sup>.

O ITT reflete, de uma forma ou de outra, o consumo de oxigênio do miocárdio, embora esse dado seja mais útil na análise da evolução de um mesmo indivíduo. O ITT parece ser uma variável útil, pois seu comportamento foi diferente no grupo em que se pode aceitar que a redução de perfusão nas coronárias está presente; por conseguinte, comprometidas as propriedades fundamentais da fibra miocárdica, ou seja, cronotropismo e inotropismo (gráf. II).

Pode-se afirmar que as condições que comprometem a função contrátil do VE estão intimamente relacionadas com o comportamento da PS durante o exercício. Do mesmo modo a resposta cronotrópica, achado significativo associada à duração ou tolerância ao teste ergométrico (avaliada pelo trabalho total em Kgm) e às alterações eletrocardiográficas forma pelo menos na atualidade, a tríade ideal de avaliação da função do VE.

O presente estudo sugere que a prova de esforço, método incruento, seguro e facilmente reprodutível, poderá ser útil para o seguimento e avaliação prognóstica dos coronariopatas.

## Summary

The authors using the changes of systolic blood pressure (PAS) between rest and the maximum heart rate obtained in the maximum load with a continuous record, studied three groups of male patients: group I - 41 patients, with mean age of 53 years, previous myocardial infarction (IM) and ischemic response to exercise test, demonstrating  $\Delta$  PS = 35.00 ± 20.31 mmHg and endurance of 5015 Kgm; group II - nine patients, with a mean age of 47 years, with previous myocardial infarction and  $\Delta$  PS = 26.95 ± 14.79 mmHg and endurance of 6340 Kgm; with normal response to stress test; group III - 21 normal individuals, with a mean age of 44 years, demonstrating  $\Delta$  PS = 80.47 ± 19.79 mmHg, and endurance of 8555 Kgm.

The statistical analysis shows a significant difference of PAS between group I and III and between group II and III, with no significant difference between group I and II.

Besides the PS wich demonstrated and index of value to differentiate normal and pathological work (endurance of exercise) the results were statistically significant.

This investigation demonstrated that hemodynamic studies may evaluated stress testing.

### Referência

1. Ellestad, M. H. - Stress Testing Principles and Practice . P. A. Davis, Philadelphia, 1976.
2. Astrand, P. O.; Pfyrring, I. H. - Nomogram for calculation of aerobic capacity from pulse rate during maximal work. Appl. Physiol. 7: 218, 1954.
3. Yazbek, P., Jr. Godoy, M.; Pereira, M. A. S. R; Ranieri, A. M. O.; Tranchesi, J.; Macruz, R.; Décourt, L. V. Importância da variação da pressão arterial sistólica. Arq. Bras. Cardiol. 31 (Supl. 2): 263, 1978.
4. Alfieri, R. G.; Godoy, M.; Yazbek, P., Jr.; Oliveira, S, F.; Carvalho, V. B.; Tranchesi, J.; Pileggin, F. - Importância do registro do múltiplas derivações. Arq. Bras. Cardiol. 3 (Supl. 2): 262, 1978.
5. Noughten, J. P. - Physiologic and normal response to exercise. In: Chung, E. K. - Exercise electrocardiography. Gle, Baltimore, 1979.
6. Sonnenblick, M. D.; Lesch, M. D. - Exercise and heart disease. Grune and Stratton, N.Y. 1977.
7. Blomqvist, C. G. - Exercise physiology: Clinical aspects. In: Wenger W. K. - Exercise and heart . F. S. Davis, Philadelphia, 1978.
8. Irving, J. B.; Bruce, R. A.; De Rauen, T. S. - Variations and significance of systolic pressure during maximal exercise testing. Circulation. 39: 841. 1977
9. Bruce, R. A.; De Rauen, T. A. - Exercise testing on predictor of heart disease and sudden death. Hospital Practice. 296: 671, 1977.
10. Bruce, R. A.; Mc Do Nough, J. R. - Stress testing in screening for cardiovascular disease. Bull. N. Y. Acad. Med. 45: 1288, 1969.