

Pedro J. N. Andrade \*  
Mário Sales Neto \*\*  
Edson A. Saad \*\*\*

## ÍNDICES DE CONTRATILIDADE DA FASE ISOVOLUMÉTRICA ANTES E DEPOIS DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO EM INDIVÍDUOS NORMAIS E MIOCARDIOPATAS

*Índices de contratilidade miocárdica da fase isovolumétrica (pico  $dp/dt$ ,  $V_{pm}$ ,  $V_{max}$  e  $dp/dt$  corrigida) foram medidos antes e depois de 2 minutos de exercício sustentado do tipo "handgrip" em 23 pacientes, 10 sem miocardiopatia (grupo I) e 13 com miocardiopatia (grupo II).*

*Os valores individuais dos dois grupos apresentaram uma certa superposição. Durante o "handgrip", os índices de contratilidade da fase isovolumétrica aumentaram nos pacientes normais mas não nos miocardiopatas, enquanto a pressão final do ventrículo esquerdo ( $PD_2$ ) aumentou significativamente nos pacientes do grupo II, mas não nos normais. A superposição entre os índices dos grupos I e II tendeu a desaparecer durante o "handgrip", particularmente em relação à  $V_{max}$ ,  $V_{pm}$  e  $dp/dt$  corrigida.*

*Conclui-se que os índices de contratilidade da fase isovolumétrica podem separar os normais de pacientes com miocardiopatia, se medidos antes e depois do "handgrip", especialmente se analisamos conjuntamente as alterações de  $V_{max}$  e  $PD_2$ .*

No início da década de 1970, a partir dos trabalhos pioneiros de Mason<sup>1,3</sup> e Sonnemblick<sup>4</sup>, grande interesse foi despertado para os índices de contratilidade miocárdica da fase isovolumétrica. Ao tentar porém, a aplicação clínica desses índices, os hemodinamicistas enfrentaram vários problemas. Em primeiro lugar, não parecia haver concordância entre os valores "normais" de  $V_{max}$  reportados na literatura: esses variavam amplamente com o tipo de cateter utilizado<sup>5-7</sup>, com uso de pressão total ou pressão desenvolvida<sup>8</sup>, com a forma de extrapolação<sup>9,10</sup> e mesmo com os critérios adotados na escolha do grupo normal<sup>17,11,12</sup>. Além disso, a franca superposição dos valores reportados em indivíduos "normais" e "anormais" parecia invalidá-los com índices de contratilidade úteis clinicamente<sup>7,13</sup>. Isso levou a uma ampla tendência, nos laboratórios de hemodinâmica, para a não utilização desses índices em estudos rotineiros. Alguns autores, entretanto, têm sugerido a possibilidade da utilização do exercício isométrico do tipo "handgrip" na melhoria da sensibilidade desses e de outras variáveis<sup>13-15</sup>.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a capacidade dos índices da fase isovolumétrica de separar indivíduos normais de indivíduos com disfunção miocárdica comprovada (miocardiopatas) quando medidos antes e

durante o exercício isométrico.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 23 pacientes submetidos a cateterismo cardíaco no laboratório de hemodinâmica da UFRJ, divididos em 2 grupos. O grupo I, considerado controle, era constituído de 8 indivíduos normais submetidos à angiografia abdominal e 2 portadores de estenose mitral pura e cineventriculograma esquerdo normal; a idade variou de 23 a 49 anos (média 32 anos) e 6 eram do sexo masculino. O grupo II, constituído de 3 indivíduos com diagnóstico clínico de miocardiopatia confirmado no estudo hemodinâmico e cineventriculográfico. A idade variou de 20 a 63 anos (média 37 anos) e 4 eram do sexo masculino; 2 pertenciam à classe funcional I, (NYHA); 5, à classe II; 4, à classe III e 2 à classe funcional IV. Durante o cateterismo cardíaco, alguns dos pacientes estavam em uso de digital, mas nenhum deles fazia uso de betabloqueadores.

Para medida da pressão ventricular, através de cateterismo esquerdo por via braquial, foram empregados cateteres NIH, n.º 7 ou 8, conectados diretamente com um transdutor Statham P-23 db. O sinal de pressão ventricular era eletronicamente diferenciado para fornecer a 1.ª derivada de pressão ventricu-

\* Professor Assistente de Cardiologia UFC. Mestre em cardiologia UFRJ.

\*\* Professor Assistente de Cardiologia UFRJ.

\*\*\* Professor Titular de Cardiologia UFRJ.

lar, sendo os registros feitos em um aparelho Mingograph M-34 Elema-Schoemander, com jato de tinta para inscrição direta. A frequência natural do sistema transdutor-cateter era próxima de 26 ciclos/s, adequada portanto, para estudos desse tipo. O registro foi feito a uma velocidade de 250 mm/s. A velocidade do elemento contrário (Vce) foi calculada conforme a fórmula sugerida por Mason <sup>2</sup>:

$$Vce = \frac{dp/dt}{K.P} \text{ onde } K = 28.$$

No cálculo de Vpm não foi incluída a constante K, sendo aquela considerada como correspondente ao pico de dp/dt/P. A Vmax foi estimada através da extrapolação manual linear da curva descendente de Vce. Foi calculada também a dp/dt corrigida (dp/dt C), a partir da fórmula proposta por Gottshall e col.<sup>\*</sup>:

$$dp/dt C = \frac{\text{pico } dp/dt}{dp/dt} \times 1000$$

sendo dp/dt esperada (dp/dt e) = (0,10 x frequência e cardíaca x pressão sistólica) + 474.

Após o registro da pressão ventricular e de sua 1.<sup>a</sup> derivada em estado basal, o paciente era solicitado a realizar, em um dinamômetro de pressão, uma contração voluntária máxima. A contração era mantida durante 2 min, ao fim dos quais se realizava novo registro. A comparação entre as médias das variáveis correspondentes aos grupos foi feita utilizando-se a distribuição t de Student.

### RESULTADOS

A comparação dos valores individuais dos dois grupos e suas variações com o exercício isométrico podem ser apreciadas nas figuras 1 a 4.

Na figura 1, vemos que, embora existam diferenças significativas (t = 3,38) entre os valores médios do pico dp/dt em repouso (1591 ± 465 mm Hg/s no grupo I e 1080 ± 262 mm Hg/s no grupo II), os valores exibem importante superposição. Após a realização do exercício isométrico, as diferenças entre os valores médios (2290 ± 673 mm Hg/s no grupo I e 1351 ± 324 mm Hg/s no grupo II) se tornaram mais importantes (t = 4,47). A superposição, apesar de diminuída, continuou a existir.

Pela figura 2 percebemos que as diferenças entre os valores médios de Vpm em repouso (31,4 ± 7,9 s<sup>-1</sup> no grupo I e 18,6 ± 6,0 no grupo II) foram significantes, (t = 4,54), entretanto, houve pequeno grau de superposição. Após o exercício isométrico os valores médios de Vpm aumentaram no grupo I (38,2 ± 8,8s<sup>-1</sup>) não se alterando ou mesmo diminuindo no grupo II (17,4 ± 7,6s<sup>-1</sup>). A superposição entre os valores individuais tendeu a desaparecer persistindo uma diferença significativa entre as médias (t = 6,15).

Pela figura 3, nota-se que, em repouso, os valores médios de Vmax foram significativamente maiores (t

\* Gottschall, C. A. M. ; Miller, V.; Yordi, L. M. - Comportamento da dp/dt corrigida na avaliação da junção nventricular esquerda. II Congresso Brasileiro de hemodinâmica. resumo dos Trabalhos, 28, 1977.

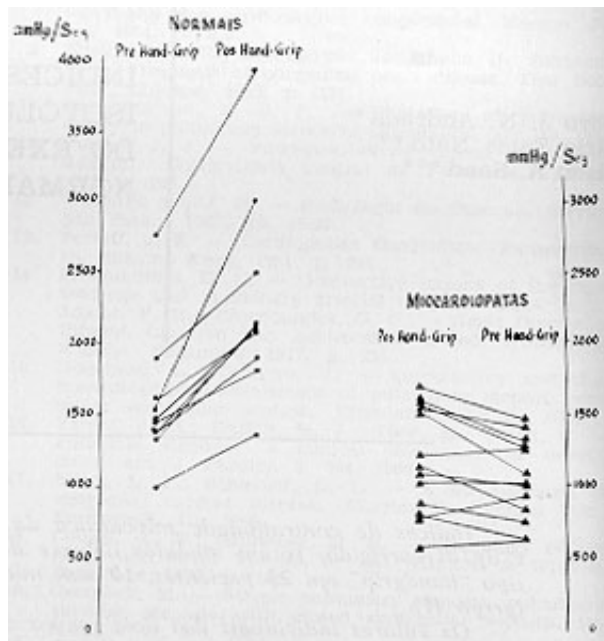


Fig. 1 - Valores do pico de dp/dt antes e depois do exercício isométrico nos indivíduos normais e nos portadores de miocardiopatia.

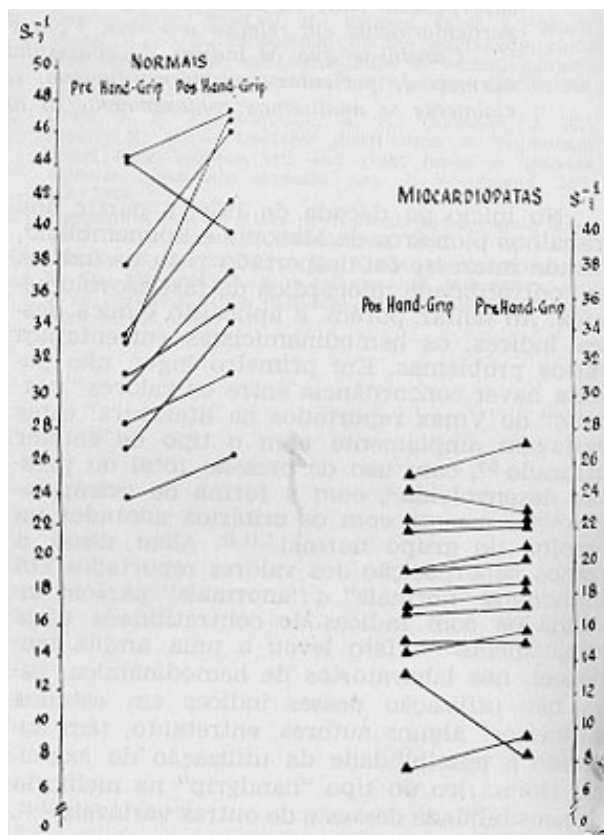


Fig. 2 - Valores da Vpm antes e depois do exercício isométrico nos indivíduos normais e nos portadores de miocardiopatia (K = 1).

= 6,32) no grupo I (1,60 ± 0,31 s<sup>-1</sup>) do que no grupo II (0,87 ± 0,25 s<sup>-1</sup>). Apesar disso, houve pequena superposição entre os dois grupos. Durante o exercício isométrico aumentaram as diferenças (t ± 7,67) entre os valores médios (1,94 ± 0,41 s<sup>-1</sup> no grupo I

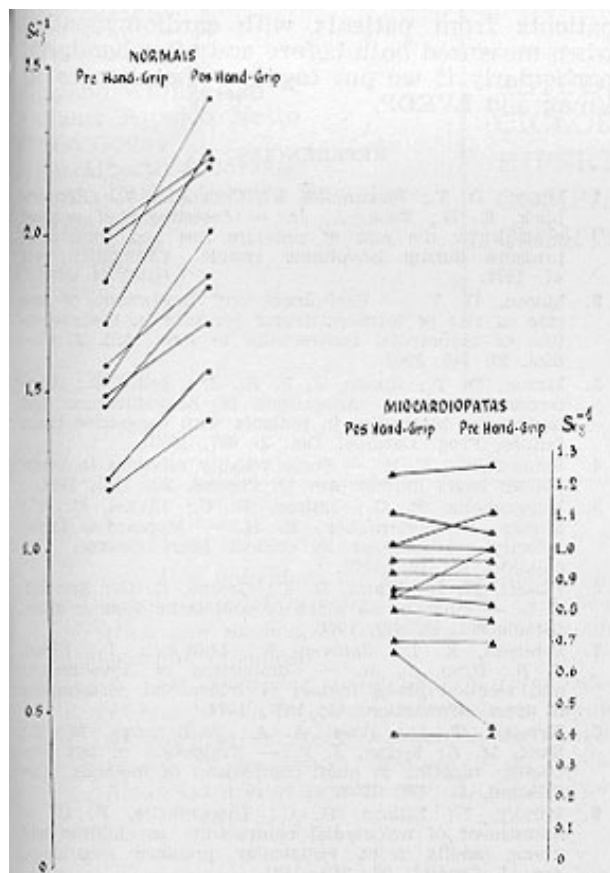


Fig. 3 - Valores da Vmax antes e depois do exercício isométrico nos indivíduos normais e nos portadores de miocardiopatia (K = 28).

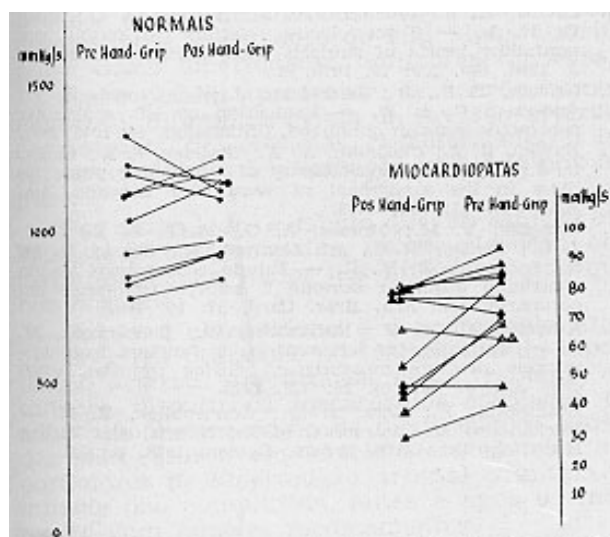


Fig. 4 - Valores de dp/dt C antes e depois do exercício isométrico nos indivíduos normais e nos portadores de miocardiopatia.

0,88 ± 0,26 s<sup>-1</sup> no grupo II ). Notou-se também a tendência ao desaparecimento da superposição entre os dois grupos.

Na figura 4, vemos que, em repouso, os valores médios de dp/dt C foram significativamente maiores (t = 3,74) no grupo I (1040 ± 180 mm Hg/s) do que no grupo II (730 ± 210 mm Hg/s). Apesar disso, notou-se também certa superposição entre os valores individuais. Durante o exercício isométrico, embora o aumento no grupo I tenha

sido menos uniforme que o obtido nos outros índices, notou-se uma tendência bastante nítida à diminuição no grupo II. A diferença entre os valores médios durante o exercício isométrico (1080 ± 210 mm Hg/s no grupo I e 630 ± 130 mm Hg/s no grupo II) continuou significativa, (t = 6,6) tendendo a desaparecer a superposição entre os dois grupos.

A figura 5 relaciona as alterações de Vmax (Δ Vmax) com as de PD (Δ PD ). Chama a atenção um comportamento nitidamente verticalizado no grupo I, devido às alterações de Vmax sem mudanças importantes de PD . Em contraste, no grupo II, nota-se um comportamento nitidamente horizontalizado devido às importantes alterações de PD , sem aumentos expressivos de Vmax.

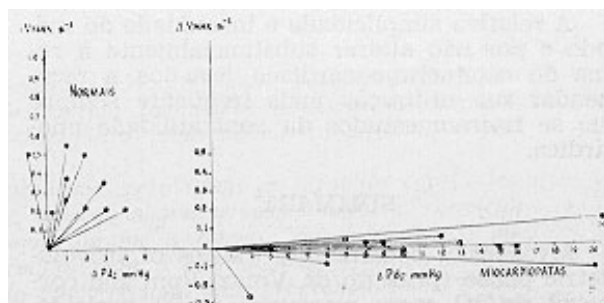


Fig. 5 - Variações de Vmax (nas ordenadas) e variações de PD2 (nas abscissas) durante o exercício isométrico. Note-se o comportamento horizontalizado dos miocardiopatas contrastando com o comportamento verticalizado dos indivíduos normais

## DISCUSSÃO

Uma simples visão das célebres curvas de função ventricular de Sarnoff ou mesmo das curvas de velocidade x carga de Sonnemblick<sup>4</sup> permite compreender que a própria contratilidade miocárdica não é uma medida estática. Ela não depende apenas da integridade anátomo-funcional das estruturas miocárdicas, pois é também afetada pelo tono do sistema nervoso autônomo, pela frequência cardíaca, pelo nível sérico de catecolaminas, por medicamentos e pela concentração plasmática de cálcio.

Assim, ao medirmos a contratilidade miocárdica em um paciente em repouso, estamos obtendo uma avaliação, de certa forma, limitada de sua curva de velocidade do elemento contrátil. Esta pode estar momentaneamente elevada, em função do maior tono simpático ou deprimida, em função de uma baixa frequência cardíaca ou maior tono parassimpático. O aspecto crucial é que não obtemos, assim, nenhuma informação de quanto essa curva pode ainda subir em face de estímulos fisiológicos.

Sendo o tono simpático altamente variável de um indivíduo para outro e, no mesmo indivíduo, de um momento para o outro, é bem provável ser esse um dos fatores que contribuem para as limitações práticas das medidas dos índices da fase isovolumétrica. Essa hipótese torna-se mais verossímil lembrando que o tono simpático costuma estar elevado em cardiopatas assim como o nível sérico de catecolaminas<sup>16</sup>. Seria, pois, de esperar que, diferentemente dos indivíduos normais, os miocardio-

patas não aumentassem a sua contratilidade miocárdica em resposta à estimulação simpática endógena gerada pelo exercício isométrico.

No presente estudo, isso realmente aconteceu. Em decorrência disso, a superposição entre os valores individuais dos índices de contratilidade estudados tendeu a desaparecer durante o exercício isométrico, aumentando consideravelmente o poder discriminativo dos mesmos, particularmente da  $V_{max}$ ,  $V_{pm}$  e da  $dp/dt C$ . Esse último pode vir a ser particularmente importante nesses casos devido à extrema simplicidade de sua estimativa. Vale acrescentar que a análise conjunta das alterações de  $V_{max}$  e  $PD$ , ao mostrar um comportamento diametralmente oposto nos dois grupos, pode vir a ser de grande utilidade na detecção mais precoce de alterações da contratilidade miocárdica<sup>13,18</sup>.

A relativa simplicidade e inocuidade do método e por não alterar substancialmente a rotina do cateterismo cardíaco leva-nos a recomendar sua utilização mais freqüente, sempre que se fizerem estudos da contratilidade miocárdica.

#### SUMMARY

Myocardial contractility indices of isovolumetric phase (peak  $dp/dt$ ,  $V_{max}$ ,  $V_{pm}$ , and corrected  $dp/dt$ ) were measured in 23 patients, before and after 2 minutes of sustained hand-grip exercise.

Group I (control subjects) consisted of ten normal patients, group II consisted of 13 patients with cardiomyopathy. The measurements of peak  $dp/dt$ ,  $V_{max}$  (from total pressure and linear extrapolation),  $V_{pm}$  and corrected  $dp/dt$  served to separate the normal population and the population with cardiomyopathy as a group but individual values in the two groups showed some overlap. During handgrip, contractility indices of isovolumetric phase increased significantly in normal patients but not in patients with cardiomyopathy, while left ventricular end diastolic pressure increased significantly in group II patients but not in the normal patients.

The overlap between this isovolumetric phase indices in groups I and II tended to disappear during the handgrip, particularly in relation to  $V_{max}$ ,  $V_{pm}$  and corrected  $dp/dt$ .

It is concluded that isovolumetric phase contractility indices are able to separate normal patients from patients

with cardiomyopathy, when measured both before and after handgrip, particularly if we put together the changes in  $V_{max}$  and  $LVEDP$ .

#### REFERÊNCIAS

1. Mason, D. T.; Braunwald, E.; Covell, J. W.; Sonnenblick, E. H.; Rose, J., Jr. - Assessment of cardiac contractility: the rate of pressure rise and ventricular pressure during isovolumic systole. *Circulation*, 44: 47, 1971.
2. Mason, D. T. - Usefulness and limitations of the rate of rise of intraventricular pressure in the evaluation of myocardial contractility in man. *Am J. Cardiol.* 23: 516, 1969.
3. Mason, D. T.; Spann, J. F. S., Jr.; Zellis, R.; Amsterdam, E. A. - Alterations of hemodynamics and myocardial mechanics in patients with congestive heart failure. *Prog. Cardio. Dis.* 2: 637, 1970.
4. Sonnenblick, E. H. - Force velocity relations in mammalian heart muscle. *Am. J. Physiol.* 202: 931, 1962.
5. Huggenholtz, P. G.; Ellison, R. C.; Urchel, C. W.; Mirsky, I.; Sonnenblick, E. H. - Myocardial force-velocity relationships in clinical heart disease. *Circulation*, 41: 191, 1970.
6. Falsset, H. L.; Mates, R. E.; Greene, D. G.; Bunnell, I. L. -  $V_{max}$  as an index of contractile state in man. *Circulation*, 43: 467, 1971.
7. Peterson, K. L.; Sklovan, D.; Ludbrock, P.; Uther, J. B.; Rose, J., Jr. - Comparison of isovolumetric and ejection phase indices of myocardial performance in man. *Circulation*, 49: 1088, 1974.
8. Kreulen, T. H.; Bove, A. A.; McDonough, M. T.; Sans, M. J.; Spann, J. F. - Evaluation of left ventricular function in man: comparison of methods. *Circulation*, 51: 677, 1975.
9. Mirsky, I.; Ellison, R. C.; Huggenholtz, P. G. - Assessment of myocardial contractility in children and young adults from ventricular pressure recordings. *Am. J. Cardiol.* 27: 359, 1971.
10. Simon, H.; Krayenbueh, H. P.; Rutishauer, W.; Preter, B. O. - The contractile state of hypertrofied left ventricular myocardium in aortic stenosis. *Am. Heart J.* 79: 587, 1970.
11. Levine, H. J.; McIntyre, K. M.; Pipana, J. G.; Bing, O. H. L. - Force-velocity relations in failing and nonfailing hearts of subjects with aortic stenosis. *Am. J. Med. Sci.* 259: 79, 1970.
12. Gahan, T. P., Jr.; Jarmakani, J. M.; Canent, R. V.; Anderson, P. A. W. - Evaluation of left ventricular contractile state in childhood. *Circulation*, 44: 1043, 1971.
13. Navqui, S. Z.; Chisholm, A. W.; Standen, J. R.; Shane, S. J. - Relative insensitivity of isovolumic phase indices in the assessment of ventricular function. *Am. Heart J.* 91: 577, 1976.
14. Gimenes, V. M.; Moraes, A. G.; Assis, S. F.; Gizzi, J. C.; Pontes, S. C., Jr.; Gorayeb, N.; Zacata, R. M. S.; Souza, J. E. M. R. - Estudo ecocardiográfico do ventrículo esquerdo durante o esforço isométrico em coronariopatas. *Arq. Bras. Card.* 37: 19, 1981.
15. Krayenbuehl, H. P.; Rutishauer, W.; Schoenbeck, M. A. - Evaluation of left ventricular function from isovolumic pressure measurement during isometric exercise. *Am. J. Cardiol.* 29: 323, 1972.
16. Braunwald, E.; Ross, J. Jr.; Sonnenblick, E. H. - Mechanisms of Contraction of the Normal and Failing Heart. 2.<sup>a</sup> Ed. Little Brown, Boston, 1976. p. 309.