

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DIASTÓLICO DO VENTRÍCULO ESQUERDO MEDIANTE TÉCNICA ECOCARDIOGRÁFICA COMPUTADORIZADA

JOSÉ ANTÔNIO MARIN-NETO*, ANTÔNIO CARLOS SOBRAL SOUSA**

A insuficiência cardíaca, levando aos quadros clínicos de congestão pulmonar e sistêmica, pode decorrer de alterações tanto da função sistólica como da diastólica, do miocárdio ventricular. Entretanto, ao passo que a detecção da disfunção sistólica, e conseqüente adoção de medidas terapêuticas destinadas a corrigi-la, pode ser considerada clássica no contexto da literatura médica^{1,2}, reconhecimento da anormalidade diastólica, às vezes predominante, é de mais recente aquisição³. Isso se deve, indiscutivelmente, a que métodos apropriados para a análise da função diastólica ventricular esquerda (VE) tenham, só recentemente, recebido o devido desenvolvimento e destaque.

De fato, o estudo do desempenho diastólico do VE no homem foi relativamente negligenciado até pouco tempo atrás, quando Gibson e Brown⁴ desenvolveram método de análise da variação contínua da dimensão ventricular esquerda, utilizando um sistema computadorizado, de aproveitamento de traçado ecocardiográfico. Trata-se, portanto, de um método de certa forma simples, não invasivo, o que justifica o recente interesse na sua aplicação para avaliação sobretudo de coronariopatias^{5,6}, de portadores de hipertrofia ventricular⁷⁻⁹ e de miocardiopatias^{10,11}. Nota-se, contudo, na maioria dos trabalhos a respeito, certa confusão conceitual quanto ao significado preciso da função diastólica.

Na conceituação clínica mais usualmente empregada¹², a fase diastólica do ciclo cardíaco, iniciando-se com o fechamento das valvas semilunares, compreende a maior parte do relaxamento ventricular ativo, com os períodos isovolumétrico e de enchimento ventricular rápido, assim como a diástase ou enchimento passivo e, finalmente, o período que envolve a contração atrial. Assim, os métodos que avaliam o desempenho diastólico do VE, baseados na sua variação de dimensão ou de volume durante o relaxamento, se referem essencialmente à fase de enchimento ventricular, no contexto da definição clínica de diástole. Isto ocorre precipuamente com o emprego da ecocardiografia digitalizada para análise da função diastólica

ventricular. A ilustração gráfica desse conceito pode ser apreciada na figura 1.

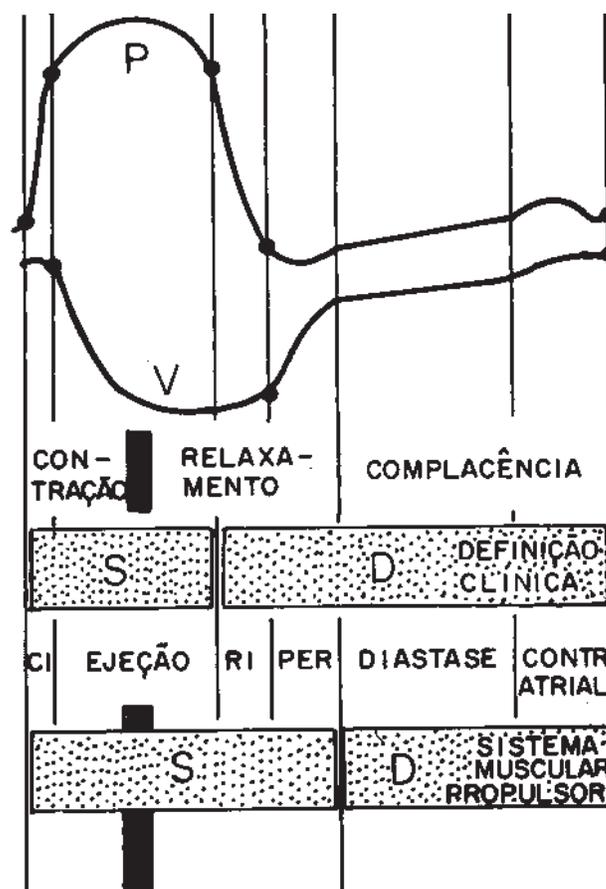


Fig. 1—Divisão do ciclo cardíaco em períodos temporais correspondentes à definição clínica e à concepção do coração como sistema muscular-propulsor, dos eventos sistólico (S) e diastólico (D). P e V designam, respectivamente, as curvas de pressão e volume ventricular. C_i = contração isométrica—RI = relaxamento isométrico. PER = período de enchimento ventricular rápido. Notar que na concepção mecânica do coração a sístole engloba não somente as fases de contração e ejeção, como, precipuamente, abrange todo o período de relaxamento ativo, incluindo até o enchimento ventricular rápido. (Adaptado de Brutsaert, D. L. e al¹²).

* Professor-doutor, livre-docente e Adjunto, Departamento de Clínica Médica, FMRP-USP.

** Doutor em Medicina, Departamento de Clínica Médica, FMRP-USP.

O relaxamento do coração é o de terminante fundamental do enchimento ventricular rápido¹³. Trata-se de um processo dependente de energia, que corresponde à seqüestração ativa, contra-gradiente, do íon cálcio liberado da troponina durante a ativação contrátil¹⁴. Têm sido documentados distúrbios neste processo de captação do cálcio pelo retículo sarcoplasmático, tanto em modelos animais de insuficiência cardíaca congestiva¹⁵, como em humanos com falência do VE¹⁶. Por outro lado, também existem relatos de alterações do relaxamento ventricular em corações intactos, submetidos a condições especiais como hipóxia, isquemia, hipertireoidismo, etc.^{14,17}.

Pelo exposto, fica patente que o estudo dinâmico do alongamento do VE, correspondente à fase de enchimento ventricular, reflete, em última análise, suas propriedades de relaxamento. Isto possibilita melhor compreensão da fisiopatologia de certas cardiopatias, bem como das respectivas orientações terapêuticas logicamente delineadas.

Na avaliação do desempenho diastólico do VE, são utilizados basicamente, os seguintes índices de desempenho: velocidade máxima (VMA), velocidade máxima normalizada (VMNA) e tempo para velocidade máxima (TVMA) de alongamento da dimensão transversal ventricular esquerda. Não são, geralmente, utilizados índices derivados de variações volumétricas por serem elas mais suscetíveis de erro, já que o seu cálculo com o método ecocardiográfico é baseado no cubo da dimensão medida. Por outro lado, a velocidade máxima de incremento da dimensão ventricular consistentemente precede à do volume em aproximadamente 40-60 milésimos de segundos (ms), provavelmente refletindo modificações no formato da cavidade do VE para uma configuração mais esférica, durante a fase de enchimento rápido, e implicando aumento preferencial instantâneo do eixo menor¹⁸. Estas variáveis dependem não somente da velocidade de relaxamento do VE como também das suas propriedades de contratilidade e complacência, da pressão atrial esquerda e da própria frequência cardíaca^{19,20}.

Como utilizado em nosso Laboratório, o método envolve obtenção de traçados ecocardiográficos da cavidade ventricular esquerda em modo-M, com o indivíduo na posição de decúbito lateral esquerdo a 45°, ou com obliquidade adequada à obtenção de imagens satisfatórias²¹ (Ultrasound Imaging System, HP 77020). Em seguida, estes traçados são fotografados em filme de 35 mm (Kodak Ektachrome 71403-B).

Em etapa posterior, o filme é projetado em um analisador digital de imagens (Vanguard Motion Analyser M-35C) e procede-se ao delineamento manual do endocárdio do VE, através de um cursor sônico. O sistema de computação (HP-1000-M) converte esta informação analógica em coordenadas digitais (conversor AD, HP-2313-B), equivalentes a um ponto a cada 5 ms (aproximadamente 100 pontos para cada traçado ecocardiográfico, durante cada ciclo cardíaco) que são armazenadas em disco magnético (HP-7908). Através de

um programa específico, as coordenadas dos pontos representando os ecos da parede posterior do VE são subtraídos dos do septo interventricular, gerando assim uma curva da variação instantânea das dimensões transversais da cavidade ventricular esquerda. Em seguida, esta curva é derivada, permitindo-se assim a obtenção da VMA (dD/dt), que, dividida pela dimensão instantânea do VE gera o valor da VMNA ($dD/dt.1/D$). É possível, também, a medida do tempo para a VMA, que corresponde ao intervalo desde a dimensão ventricular esquerda mínima, até o momento em que se registra a máxima velocidade de aumento ventricular (em dimensão transversal).

Antes do estudo de cada traçado ecocardiográfico, torna-se imprescindível a calibração do sistema em intervalo de tempo (meio segundo) e em profundidade (10 mm). As informações resultantes contêm ruídos de alta frequência, devido ao processo analógico/digital. Utiliza-se um filtro digital auto-regressivo de médias móveis²² com amortecimento apropriado, de forma a produzir efeito negligenciável nas frequências de interesse para as medidas realizadas.

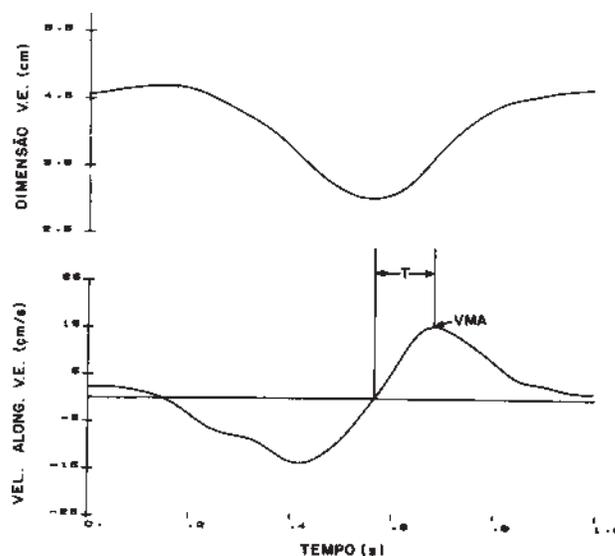


Fig. 2—Curva da variação instantânea da dimensão ventricular esquerda e sua respectiva derivada temporal, obtidas em indivíduo normal. VMA = velocidade máxima de alongamento; T = tempo para VMA.

A figura 2 exemplifica o método de avaliação da função diastólica em indivíduo normal, em condição basal.

Em nosso Laboratório, o valor normal da VMA é $15,8 \pm 3,6$ cm/s (média \pm desvio-padrão), variando de 12,0 -19,5 cm/s, obtido em 14 voluntários hígidos, assintomáticos, com avaliação clínica exclusiva de alterações físicas, eletrocardiográficas, radiológicas, ecocardiográficas e sanguíneas. Este valor é discretamente mais elevado do que o obtido por Gibson e Brown⁴ e Friedman e col⁷: $11,0 \pm 3,9$ cm/s e $11,6 \pm 3,0$ cm/s respectivamente; contudo, estão em concordância

com o valor de aproximadamente 16,0 cm/s obtido por Combellas e col.¹⁰, também em grupo de normais.

Na literatura encontramos considerável variação dos valores da normalidade da VMNA: $2,5 \pm 1,1$, $5,2 \pm 0,6$ e $6,5 \text{ s}^{-1}$, encontrados, respectivamente, por Gibson e Brown⁴, Suwa e col.⁸ e Combellas e col.¹⁰. Nosso grupo de voluntários normais apresentou o valor de $4,1 \pm 1,0 \text{ s}^{-1}$, variando de $3,0 - 5,3 \text{ s}^{-1}$.

A variação normal, em nosso serviço, do TVMA é de 98 - 123 ms ($109,5 \pm 8,9$ ms), o que está em concordância com o valor de 110 ± 33 ms, encontrado por Gibson e Brown⁴ e mais elevado que o valor de 87 ± 26 ms, obtido por Suwa e col.⁸.

A validade desse método de análise de função diastólica do VE já foi estabelecida anteriormente por Gibson e Brown²³. Em nosso Laboratório, foi testada a reprodutibilidade intra-observador, seguindo as recomendações de Altman e Bland²⁴ para comparações de métodos. Para este fim, foram utilizados 20 registros ecocardiográficos de diferentes indivíduos, obtendo-se para cada registro um par de medidas da mesma variável, em épocas diferentes, feitas pelo mesmo observador. Em seguida, para cada variável construiu-se um diagrama de dispersão entre as duas observações e um gráfico relacionando o desvio-padrão e a média derivada de cada conjunto de medidas. Como, para cada variável, encontrou-se uma aparente concordância entre as observações, e como o erro parece independer do valor médio, procedeu-se à medida da variabilidade tanto entre os indivíduos, como para o mesmo indivíduo. Para isto, aplicou-se a técnica da análise de variância para uma classificação simples²⁵, onde os grupos correspondem aos indivíduos. A proporção utilizada foi a da variância total devida aos distintos observadores. Os resultados encontrados (VMA: quociente $F = 46,4$ e proporção = 95,8%; VNMA: quociente $F = 72,7$ e proporção = 95,7%; TVMA: quociente $F = 128,1$ e proporção = 94,4%) mostram que a variância entre indivíduos é significativamente ($p < 0,001$) diferente de zero e aproximadamente dez vezes maior do que a variabilidade devido ao método. A figura 3 ilustra o diagrama de dispersão dos 20 pares de medidas efetuadas em ocasiões diversas, pelo mesmo observador, quanto à VMA do VE, e a correspondente correlação, entre as médias de cada par de observações e seus respectivos desvios-padrão (fig. 3).

Em síntese, é factível a análise do desempenho diastólico do VE utilizando metodologia computadorizada para aproveitamento de traçados ecocardiográficos, de modo relativamente simples e reprodutível.

Com o emprego cada vez mais facultado de técnicas informáticas por laboratórios cardiológicos, podese antever a obtenção, em breve, de relevantes informações sobre a fisiopatologia de muitas entidades mórbidas²⁶. Por exemplo, em nosso meio, a moléstia de Chagas, em suas fases indeterminada e digestiva, pode caracterizar-se por disfunção diastólica precedendo a instalação de alterações sistólicas¹¹.

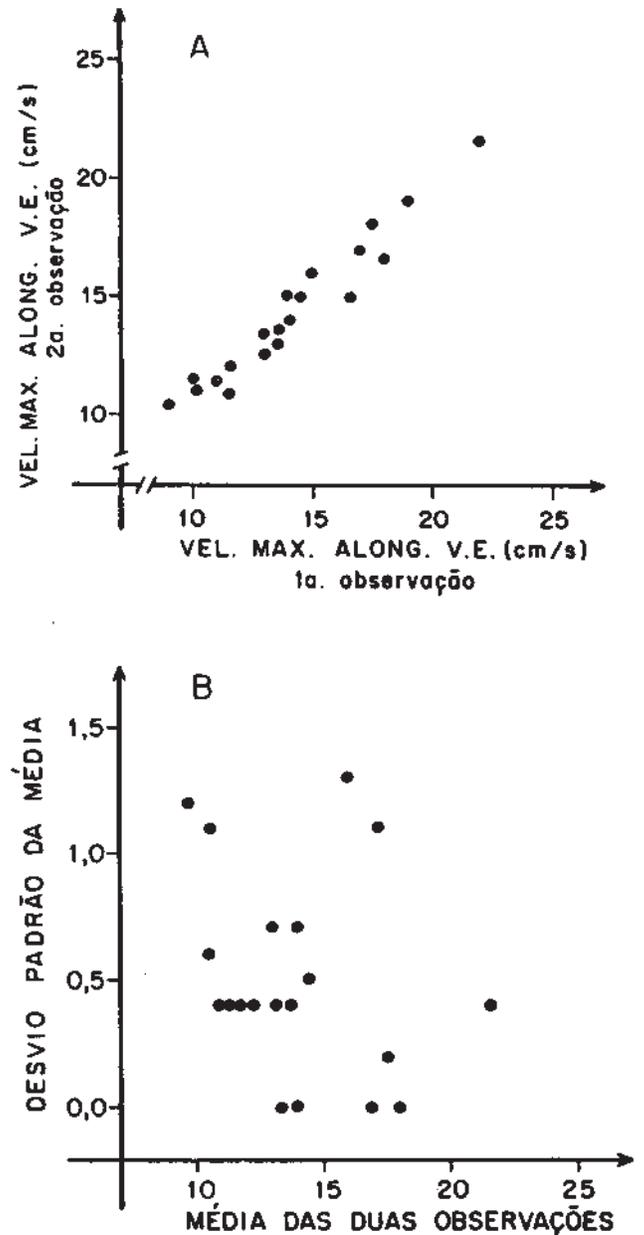


Fig. 3—Diagrama de dispersão das duas medidas (A), com a correspondente correlação entre as médias de cada par de observações e seus respectivos desvios-padrão (B), para avaliação da reprodutibilidade intra-observador da velocidade máxima normalizada de relaxamento do ventrículo esquerdo.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Luiz Eduardo Barreto Martins e Benedito Carlos Maciel pela contribuição prestada e ao Professor Armando Infante pela análise estatística dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Weber, K. T.; Janicki, S.—The heart as a muscle-pump system and the concept of heart failure. *Am. Heart J.* 98: 371, 1979.

2. Cohn, J. N.; Franciosa, J. A.—Selection of vasodilator, inotropic or combined therapy for the management of heart failure. 65: 181, 1978.
 3. Soufer, R.; Wohgelernter, D.; Vita, N. A.; Amuchestegui, M.; Sostman, D.; Berger, H. J.; Zaret, B. L.—Intact systolic left ventricular function in clinical congestive heart failure- Am J Cardiol, 55: 1032, 1985.
 4. Gibson, D. G.; Brown, D.—Measurement of instantaneous left ventricular dimension and filling rate in man, using echocardiography. Br Heart J. 35: 1141, 1973.
 5. Upton, M. T.; Gibson, D. G.; Brown, D. J.—Echocardiographic assessment of abnormal left ventricular relaxation in man. Br. Heart J. 38: 1001, 1976.
 6. Gibson, D. G.; Traill, T. A.; Brown, D. J.—Changes in left ventricular free wall thickness in patients with ischaemic heart disease. Br Heart J. 39: 1312, 1977.
 7. Friedman, M. J.; Sahn, D. J.; Burriss, H. A.; Allen, H. D.; Goldberg, S. J.—Computerized echocardiographic analysis to detect abnormal systolic and diastolic left ventricular function in children with aortic stenosis. Am J Cardiol, 44: 478, 1979.
 8. Suwa, M.; Hirota, Y.; Kawamura, K.—Effects of nifedipine on left ventricular systolic and diastolic function in hypertrophic nonobstructive cardiomyopathy: an echocardiographic observation. J Cardiovasc Ultrasonog, 2: 9, 1983.
 9. Suwa, M.; Hirota, Y.; Kawamura, K.—Improvement in left ventricular diastolic function during intravenous and oral diltiazem therapy in patients with hypertrophic cardiomyopathy: an echocardiographic study. Am J Cardiol, 54: 1047, 1984.
 10. Combellas, J.; Puigbó, J. J.; Acquatella, H.; Tortoledo, F.; Gomez, J. R.—Echocardiographic features of impaired left ventricular diastolic function in Chagas' heart disease. Br Heart J. 53: 298, 1985.
 11. Sousa, A. C. S.; Marin-Neto, J. A.; Maciel, B. C.; Gallo Jr., L.; Amorim, D. S.; Barreto-Martins, L. E.—Disfunção sistólica e diastólica nas formas indeterminada, cardíaca crônica e digestiva da moléstia de Chagas. Arq Bras Cardiol (Aceitação para publicação).
 12. Brutsaert, D. L.; Rademakers, F. E. Sys, S. U.; Gillebert, T. C.; Housmans, P. R.—Analysis of relaxation in the evaluation of ventricular function of the heart. Prog Cardiovasc Dis, 28: 143, 1985.
 13. Grossman, W.; McLaurin, L. P.—Diastolic properties of the left ventricle. Ann Int Med. 84: 316, 1976.
 14. Hirota, Y.—A clinical study of left ventricular relaxation. Circulation, 62: 756, 1980.
 15. Suko, J.; Vogel, J. H. K.; Chidsey, C. A.—Intracellular calcium and myocardial contractility. Reduced calcium uptake and ATPase of the sarcoplasmic reticular fraction prepared from chronically failing calf heart. Circ Res, 27: 235, 1970.
 16. Harigaya, S.; Schwartz, A.—A rate of calcium binding and uptake in normal animal and failing human cardiac muscle. Membrane vesicles (relaxing system) and mitochondria. Circ Res, 25: 781, 1969.
 17. Ludbrook, P. A.; Byrne, J. D.; Reed, F. R.; Mcknight, R. C.—Modification of left ventricular diastolic behavior by isometric handgrip exercise. Circulation, 62: 357, 1980.
 18. Gibson, D. G.; Brown, D. J.—Continuous assessment of left ventricular shape in man. Br Heart J. 37: 904, 1975.
 19. Weisfeldt, M. L.; Scully, H. E.; Frederiksen, J.; Rubenstein, J. J.; Pohost, G. M.; Beierholm, E.; Bello, A. G.; Daggett, W. M.—Hemodynamic determinants of maximum negative dP/dt and periods of diastole. Am J Physiol, 227: 613, 1974.
 20. Bahler, R. C.; Vrobel, T. R.; Martin, P.—The relation of heart rate and shortening fraction to echocardiographic indexes of left ventricular relaxation in normal subjects. JACC, 2: 926, 1983.
 21. Feigenbaum, H.—Echocardiography, 4th ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1986. p. 662.
 22. Upton, M. T.; Gibson, D. G.—The study of left ventricular function from digitized echocardiograms. Progr Cardiovasc Dis, 20: 359, 1978.
 23. Gibson, D. G.; Brown, D. J.—Measurement of peak rates of left ventricular wall movement in man. Comparison of echocardiography with angiography. Br Heart J. 37: 677, 1975.
 24. Altman, D. G.; Bland, J. M.—Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. The Statistician, 32: 307, 1983.
 25. Armitage, P.—Statistical Methods in Medical Research. 3th ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1974. p. 504.
 26. Carvalho-Azevedo, A.—Insuficiência cardíaca com função sistólica normal: insuficiência cardíaca diastólica. Arq Bras Cardiol, 47: 157, 1986.
-