

Roque Marcos Savioli *

CINEVENTRICULOGRAFIA RADIOISOTÓPICA: MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA EM REPOUSO E DURANTE ESFORÇO

A avaliação funcional do ventrículo esquerdo (VE) tem sido objeto de várias estudos¹⁻⁷, não existindo ainda um método ideal^{1,2} capaz de refletir sensível e especificamente todas as variações do estado inotrópico do coração e do mecanismo de Frank-Starling, principais determinantes do desempenho da referida câmara cardíaca¹⁻⁷.

Vários métodos têm sido propostos para a análise das variações do desempenho miocárdico, baseados tanto em procedimentos invasivos como não-invasivos^{2,3,6,7}. Como princípio de controle, tem-se utilizado a cineventriculografia obtida através do cateterismo cardíaco, que fornece diretamente dados objetivos e significativos sobre o desempenho segmentar e global do VE.

Procedimentos não-invasivos como a ecocardiografia e a determinação dos intervalos sistólicos fonomecanocardiográficos do VE também têm sido empregados com essa finalidade, embora não haja consenso geral quanto à sensibilidade e especificidade desses métodos.

A medicina nuclear, recentemente incorporada ao arsenal diagnóstico da cardiologia, tem-se mostrado extremamente importante para a avaliação funcional do VE, dada a fidedignidade dos resultados e o caráter “não-invasivo”.

Os primeiros passos dessa metodologia foram dados em 1927, quando Blumgart e Yens preconizaram o uso de radiofármacos para avaliar a velocidade do fluxo sanguíneo em “anima nobile”¹⁰. Após essas observações, somente na última década é que, com o desenvolvimento tecnológico da metodologia radioisotópica, novas perspectivas se abriram para a utilização da medicina nuclear na avaliação funcional do VE¹¹⁻¹⁴. O advento de novos radiofármacos e de técnicas radioisotópicas e cibernéticas mais avançadas permitiu melhor definição das imagens cintilográficas, de modo que a comprovação experimental desse método possibilitou o seu uso em clínica¹¹⁻¹⁴.

A denominada cineventriculografia radioisotópica, obtida a partir da administração intravenosa de tecnésio-99 m

marcando soro-albumina humana ou hemácias, vem sendo admitida como método importante para a detecção das anormalidades da contração ventricular esquerda, pois fornece dados sobre a fração de ejeção do VE e sua contratilidade regional, bem como sobre os valores do volume e índice sistólico, débito e índice cardíaco¹¹⁻¹⁹.

A determinação da fração de ejeção do VE através de metodologia radioisotópica pode ser realizada por meio do cálculo planimétrico das áreas ventriculares, baseando-se no princípio de Dodge e col.²⁰⁻²³, ou ainda através da contagem das modificações da quantidade das radiações detectáveis no sangue cintido no VE no final da diástole e da sístole, de modo a se obter uma curva de volume ventricular^{11-19,24}.

Vários estudos têm comprovado a eficácia do método radioisotópico para a avaliação funcional do VE, principalmente por sua excelente correlação com os dados fornecidos pelo cateterismo cardíaco. Assim, foram encontrados coeficientes de correlação de 0,87 a 0,93, comparando-se os valores da fração de ejeção do VE obtidos pelos dois métodos¹¹⁻¹⁹.

Do mesmo modo que na cineventriculografia obtida pelo cateterismo cardíaco, a determinação da fração de ejeção por meio do método radioisotópico, através de cálculo planimétrico das regiões ventriculares, pode estar sujeita às mesmas críticas impostas a Dodge e col., que admitem ser o ventrículo esquerdo um elipsóide em revolução²⁰⁻²³, situação que nem sempre ocorreu nos aumentos das câmaras ventriculares. Ao obter-se a fração do VE por meio da diferença de contagem radioativa, entretanto, há uma relativa independência da curva atividade-tempo, ou seja, da curva de volume ventricular, em relação às formas geométricas assumidas pelos ventrículos. Dessa forma, o valor obtido estaria teoricamente mais próximo do da real fração de ejeção do VE^{11-19,24,25}.

Deve ressaltar-se ainda que a determinação da contratilidade miocárdica regional é de suma importância no reconhecimento e avaliação

* Médico-supervisor da Equipe Clínica de Fonomecanocardiografia da Divisão de Métodos Gráficos do Instituto do Coração João Paulo II, HC da FMUSP.

das cardiopatias isquêmicas, pois embora em certos casos possa haver normalidade do desempenho global da câmara ventricular, esse pode ocorrer às custas de hipercinesias vicariantes a áreas hipocinéticas ou acinéticas. Assim, a análise quantitativa e qualitativa do desempenho segmentar miocárdico, obtida por meio da cineventriculografia radioisotópica, é muito importante para o diagnóstico, prognóstico e avaliação terapêutica das cardiopatias isquêmicas agudas e crônicas^{24,25}.

Estudos comparativos têm demonstrado que a sensibilidade da metodologia radioisotópica na detecção, localização e quantificação das discinesias ventriculares, principalmente no reconhecimento dos aneurismas do VE, apresenta a mesma significância da cineventriculografia obtida pelo cateterismo cardíaco^{14,26}.

Tem-se demonstrado que uma das primeiras manifestações da hipoperfusão coronária é a anormalidade contrátil que pode ocorrer no segmento miocárdico isquêmico, fenômeno que aparece mesmo antes dos sinais eletrocardiográficos habitualmente detectáveis²⁷.

A maioria dos pacientes com lesões significativas do leito vascular coronário apresenta anomalias do desempenho miocárdico segmentar em repouso¹⁴. Cerca de 30 a 40% dos coronariopatas, no entanto, podem apresentar normalidade do desempenho miocárdico global e segmentar em repouso, desde que nessa situação o índice de oxigenação miocárdica seja normal. Durante o exercício, entretanto, ao estabelecer-se uma desproporção entre a oferta e o consumo de oxigênio, podem ocorrer alterações segmentares isoladas, como do desempenho global do VE^{14,27}.

Nesse sentido, alguns autores têm preconizado a realização da ventriculografia radioisotópica durante o exercício físico padronizado, com o objetivo de analisar o comportamento da fração de ejeção do VE e da mobilidade de suas paredes durante o estresse, principalmente para a detecção de lesões coronarianas incipientes. Esse mesmo procedimento serve também para a avaliação da gravidade da repercussão hemodinâmica da hipoperfusão coronariana e dos resultados dos procedimentos terapêuticos²⁸⁻³¹.

Borer e col.³¹, determinando a fração de ejeção do VE e a mobilidade dos segmentos miocárdicos em repouso e durante exercício físico isotônico em bicicleta ergométrica, encontraram, em indivíduos normais, aumento dos valores dessas variáveis até atingir-se a frequência cardíaca máxima preconizada em cada caso. Analisando coronariopatas, notaram diminuição ou manutenção dos valores da fração de ejeção do VE e da mobilidade segmentar durante esforço. Resultados semelhantes são descritos na literatura a respeito, admitindo-se que a sensibilidade da metodologia na detecção de coronariopatias pode atingir valores ao redor de 95%^{28,31}.

Tem-se preconizado, também, a utilização do exercício isométrico como determinante do estresse miocárdico durante a ventriculografia radioisotópica¹⁴. Admite-se que esse procedimento determine alterações agudas em resposta à elevação dos níveis de pós-carga impostos ao VE, com conseqüentes desvios do índice de oxigenação miocárdica, ocasionando

alterações do desempenho miocárdico global e/ou segmentar^{14,32}.

Embora teoricamente esse tipo de exercício apresente vantagens sobre o isotônico, pela maior facilidade de execução e menor incidência de artefatos, está provado que, durante o esforço isométrico, há menor incremento do consumo de oxigênio pela fibra miocárdica do que quando se realiza prova isotônica^{27,32}. Deve frisar-se ainda que, durante o procedimento do esforço isométrico, o trabalho muscular imposto ao membro superior atuante pode não ser suportado pelos pacientes, principalmente quando portadores de seqüelas vasculares decorrentes, às vezes, do exame cineangiocoronariográfico.

Alguns autores têm preconizado durante a realização da cineventriculografia radioisotópica, em repouso e durante o esforço, a administração de vasodilatadores para a detecção, em regiões miocárdicas hipocinéticas, da presença de fibras viáveis, isto é, que após melhor irrigação, mostra aumento do desempenho segmentar e/ou global do VE¹⁴.

A cineventriculografia radioisotópica durante exercício isotônico em bicicleta ergométrica especialmente adaptada à mesa habitual de exame, de modo que o paciente realize o esforço em decúbito dorsal horizontal, foi recentemente por nós adotada. Temos observado que, durante o esforço, portadores de coronariopatia obstrutiva crônica, mesmo sem acometimento importante do desempenho miocárdico global, mostraram redução significativa dos valores da fração de ejeção do VE e da mobilidade segmentar dessa câmara. Outrossim, a administração de diferentes doses de dinitrato de isosorbitol a esses pacientes por via sublingual tem ocasionado aumento dos valores dessas variáveis em relação às condições basais. Provavelmente, a desproporcionalidade do índice de oxigenação miocárdica induzida pelo exercício, desaparece após melhor irrigação coronariana, indicando a existência de possíveis porções miocárdicas viáveis, isto é, ainda não necrosadas e, portanto, dotadas de poder contrátil³³.

Nossa experiência em 40 casos tem demonstrado que a cineventriculografia radioisotópica em repouso e durante esforço isotônico pode ser considerada método de grande importância para a avaliação do desempenho do VE em coronariopatias, pela sua apreciável correlação com os dados obtidos no cateterismo cardíaco. Além disso, por tratar-se de procedimento não-invasivo, pode ser facilmente repetido, o que o torna valioso sobremaneira na prática, para o reconhecimento, avaliação e acompanhamento das repercussões funcionais do desempenho miocárdico decorrentes das cardiopatias isquêmicas, bem como para a verificação dos resultados terapêuticos, prognóstico da afecção, avaliação dos programas de condicionamento físico e princípio de controle em ensaios farmacológicos.

Agradecimentos

Agradecemos aos Drs. Wilson Antonio Federico, Luiz Roberto Fernandes Martins, Gilberto Alonso, aos Professores Drs. Ermelindo Del Nero Junior e Fulvio Pileggi pela orientação científica.

REFERÊNCIAS

1. Parmley, W. W.; Chuck, L.; Yeatman, L. - Comparative evaluation of the specificity and sensibility of isometric indices of contractility. *Am. J. Physiol.* 228: 500, 1975.
2. Escudero, E.; Moreyra, A.; Ivel, C.; Fardani, H.; Cincolani, H. E. - Contractilidad miocárdica: Análisis experimental de diversos índices propuestos. *Acta physiol. Amer.* 23: 295, 1973.
3. Sonnenblik, H.; Parmley, W. W.; Urschel, C. W.; Brutsaert, D. L. - Ventricular function: Evaluation of myocardial contractility in health and disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 12: 449, 1970.
4. Ross Jr., J.; Sobel, B. E. - Regulation of cardiac contraction. *Ann. Rev. Physiol.* 34: 47, 1972.
5. Karliner, J. S.; Ross Jr., J. - Evaluation of myocardial contractility in man. *G. Ital. Cardiol.* 2: 595, 1972.
6. Bauereisen, E. - Corazón. In: Keidel, W. D. *Fisiologia*, Barcelona, Salvat, 1971, p. 105.
7. Braunwald, E.; Sonnenblik, E. H.; Ross Jr., J. - Contraction of the normal heart. In: *Heart Disease - A Textbook of Cardiovascular Medicine* - W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1980, p. 413.
8. Nassif, M.; Savioli, R. M.; Armonia, P.; Haebish, H.; Del Nero Jr., E.; Pileggi, F. - Estudo da sensibilidade e especificidade do quociente sistólico em coração isolado e perfundido de sapo. *Arq. Bras. Cardiol.* - 1981 (aceito para publicação).
9. Lewis, R. P.; Rittgers, S. E.; Forestier, W. F.; Boudoles, H. - A critical review of the systolic time intervals. *Circulation*, 56: 146, 1977.
10. Teichholz, L. E.; Kreulen, T.; Herman, M.; Gorlin, R. - Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiography, angiographic correlations in presence of asynergy. *Am. J. Cardiol.* 37: 7, 1976.
11. Blumgart, H. L.; Yens, O. C. - Studies on the velocity of blood flow. I. The method utilized. *J. Clin. Invest.* 4: 1, 1927.
12. Van Dyke, D.; Anger, H. O.; Sullivan, R. W.; Vetter, W. R.; Yano, Y.; Parker, H. G. - Cardiac evaluation from radioisotopic dynamics. *J. Nucl. Med.* 13: 585, 1972.
13. Zaret, B. L.; Strauss, H. W.; Hurley, P. J.; Natarajan, T. K.; Pitt, B. - A noninvasive scintiphotographic method for detecting regional ventricular dysfunction in man. *N. Engl. J. Med.* 284: 1165, 1971.
14. Strauss, H. W.; Zaret, B. L.; Hurley, P. J.; Natarajan, T. K.; Pitt, B. - A scintilographic method for measuring left ventricular ejection fraction in man without cardiac catheterization. *Am. J. Cardiol.* 28: 575, 1971.
15. Bodenheimer, M. M.; Banka, V. S.; Helfant, R. H. - Nuclear Cardiology. I. Radionuclide angiographic assessment of left ventricular contraction: Uses, limitations and future directions. *Am. J. Cardiol.* 45: 661, 1981.
16. Berman, D. S.; Salel, A. F.; De Nardo, G. L.; Bogren, H. G.; Mason, D. T. - Clinical assessment of left ventricular regional contraction patterns and ejection fraction by high resolution gated scintigraphy. *J. Nucl. Med.* 16: 865, 1976.
17. Secker-Walker, R. H.; Resnick, L.; Kunz, H.; Parker, J. A.; Hill, R. L.; Potchen, E. J. - Measurement of left ventricular ejection fraction. *J. Nucl. Med.* 14: 798, 1973.
18. Wackers, F. J. Th.; Berger, J. H.; Johnstone, D. E.; Goldmen, L. A.; Reduto, L. A.; Langon, R. A.; Gottschalk, A.; Zaret, B. L. - Multiple gated cardiac blood pool imaging for left ventricular ejection fraction: validation of technique and assessment of variability. *Am. J. Cardiol.* 43: 1159, 1979.
19. Buron, R. D.; Strauss, H. W.; Smegleton, R.; Pond, M.; Rehn, T.; Barley, I. K.; Griffith, L. C.; Nickoloff, E.; Pitt, B. - Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging. *Circulation*, 56: 1024, 1977.
20. Schelbert, H. R.; Verba, J. W.; Johnson, A. D.; Brock, G. W.; Alazraki, N. P.; Rose, F. J.; Ashburn, W. L. - Nontraumatic determination of left ventricular ejection fraction by radionuclide angiocardigraphy. *Circulation*, 51: 902, 1975.
21. Dodge, H. T. - Angiographic evaluation of ventricular function. *N. Engl. J. Med.* 296: 551, 1977.
22. Sandeer, H.; Dodge, H. T. - Use of single plane angiocardiograms for the calculation of left ventricular volume in man. *Am. Heart J.* 75: 325, 1968.
23. Greene, D.; Carlisle, M. B.; Grant, B.; Bunnele, J. L. - Estimation of left ventricular volume by one plane cineangiography. *Circulation*, 35: 61, 1967.
24. Kennedy, J. W.; Trenholme, S. E.; Kasser, I. S. - Left ventricular volume and mass from single plane cineangiogram. A comparison of anteroposterior and right anterior oblique methods. *Am. Heart J.* 80: 343, 1970.
25. Dehmer, J.; Lewis, S. E.; Hellis, L. D.; Twieg, D.; Falkoff, M.; Parkey, R. W.; Willerson, J. T. - Nongeometric determination of left ventricular volumes from equilibrium blood pool scans. *Am. J. Cardiol.* 45: 295, 1981.
26. Papapietro, S. E.; Yester, M. V.; Logic, J. R.; Tauxe, W. N.; Mantle, J. A.; Rogers, W. J.; Russel Jr., R. O.; Rackley, C. - Method for quantitative analysis of regional left ventricular function with first pass and gated blood pool scintigraphy. *Am. J. Cardiol.* 47: 618, 1981.
27. Winzelberg, G. G.; Strauss, H. W.; Bingham, J. B.; Makusick, K. A. - Scintigraphic evaluation of left ventricular aneurysm. *Am. J. Cardiol.* 46: 1138, 1980.
28. Braunwald, E.; Sobel, B. E. - Coronary blood flow and myocardial ischemic - In: *Heart disease - A textbook of cardiovascular medicine*, Philadelphia, 1980, p. 1279.
29. Okada, R. D.; Boucher, C. A.; Strauss, H. W.; Pohost, G. M. - Exercise radionuclide imaging approaches to coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 46: 1188.
30. Schoomeester, W. L.; Simpson, A.; Jamerbrunn, B. J.; Fletcher, R. D. - Radionuclide angiographic assessment of left ventricular function during exercise in patients with a severely reduced ejection fraction. *Am. J. Cardiol.* 47: 804, 1981.
31. Upton, M. T.; Stephen, K. R.; Roebach Jr., J. R.; Newman, G. E.; Douglas, J. M.; Wallace, A.; Jones, R. H. - Effect of brief and prolonged exercise on left ventricular function. *Am. J. Cardiol.* 45: 1154, 1980.
32. Borer, J. S.; Bacharach, S. L.; Green, M. V.; Kent, K. M.; Epstein, J. E.; Johnston, G. S. - Real-time radionuclide cineangiography in the noninvasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 296: 839, 1977.
33. Amsterdam, E. A.; Willmore, J. H.; De Maria, A. N. - Symposium on exercise in cardiovascular health and disease. *Am. J. Cardiol.* 33: 713, 1974.
34. Savioli, R. M. - Observações pessoais, 1981.