

---

## PARTE 2: OUTRAS DOENÇAS CARDIOVASCULARES

### ECOCARDIOGRAFIA NAS DOENÇAS NÃO-CORONÁRIAS

MARCELO LUIZ CAMPOS VIEIRA<sup>1,2</sup>, JORGE EDUARDO ASSEF<sup>3</sup>, ORLANDO CAMPOS FILHO<sup>4,5</sup>

Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. 2009;19(3):321-33  
RSCESP (72594)-1795

A ecocardiografia representa hoje técnica não-invasiva de investigação diagnóstica amplamente empregada na avaliação de pacientes portadores de valvopatias, de cardiomiopatias não relacionadas a doença arterial coronária, assim como de indivíduos apresentando doenças do pericárdio. A ecocardiografia caracteriza-se por ser método de investigação cardíaca anatômica não-invasiva, não-radioativa, apresentando alta reprodutibilidade, fácil acesso, baixo custo e grande correlação com métodos invasivos hemodinâmicos de aferição de pressões cardíacas. A ecocardiografia, em suas diversas modalidades, deve ser utilizada de forma integrada com as equipes de cardiologia clínica, hemodinâmica e cirúrgica na intenção do melhor atendimento ao paciente, proporcionando, de forma não-invasiva, grandes possibilidades de diagnóstico, de entendimento da fisiopatogenia das diversas cardiopatias, e de seu seguimento evolutivo após a terapêutica determinada.

**Descritores:** Ecocardiografia. Doenças das valvas cardíacas. Cardiomiopatias. Doenças do pericárdio.

#### ROLE OF ECHOCARDIOGRAPHY IN NONCORONARY DISEASES

Echocardiography is currently considered a non-invasive diagnostic technique broadly used for the evaluation of patients with valvular heart diseases, cardiomyopathies non-related to coronary artery diseases as well as to pericardial diseases. Echocardiography is a highly reproducible, low-cost, non-invasive, non-radioactive anatomical diagnostic technique, —highly correlated with invasive hemodynamic techniques to measure cardiac pressure. Echocardiography and its different modalities must be combined to clinical, hemodynamic and surgical cardiac teams to provide better patient care, using non-invasive diagnostic techniques to better understand the physiopathogeny of different heart diseases and their follow-up.

**Key words:** Echocardiography. Valvular heart diseases. Cardiomyopathy. Pericardial diseases.

---

<sup>1</sup> Setor de Ecocardiografia – Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor/HC-FMUSP) – São Paulo, SP.

<sup>2</sup> Serviço de Ecocardiografia – Hospital Israelita Albert Einstein – São Paulo, SP.

<sup>3</sup> Setor de Ecocardiografia – Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo, SP.

<sup>4</sup> Setor de Ecocardiografia – Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo, SP.

<sup>5</sup> Serviço de Ecocardiografia – Hospital Sírio-Libanês – São Paulo, SP.

Endereço para correspondência:

Marcelo Luiz Campos Vieira – Rua Cardoso de Melo, 463 – ap. 21 – Vila Olímpia – São Paulo, SP – CEP 04548-002

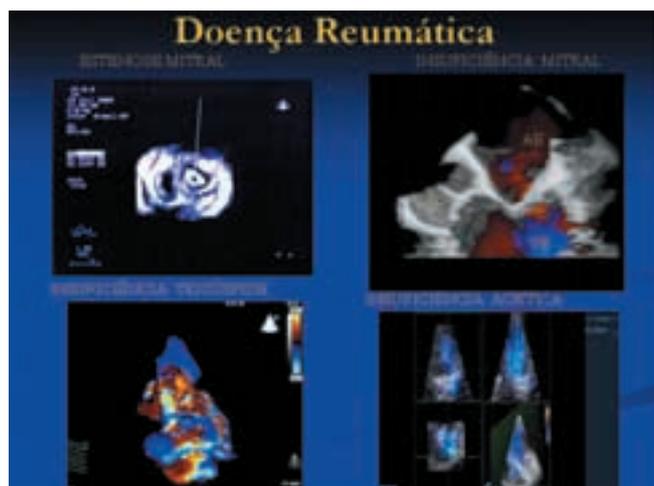
---

## INTRODUÇÃO

Desde as primeiras apresentações de exames ecocardiográficos no congresso da Sociedade Europeia de Cardiologia realizado em Roma, em 1953, a ecocardiografia tem sido empregada de forma decisiva na prática clínica diária<sup>1-6</sup>. A ecocardiografia ao longo dessas décadas passou por importante evolução técnica e metodológica,<sup>1-6</sup> caracterizando-se por ser método de investigação cardíaca anatômica não-invasiva, não-radioativa, apresentando alta reprodutibilidade, fácil acesso, baixo custo e grande correlação com métodos invasivos hemodinâmicos de aferição de pressões cardíacas.

A ecocardiografia apresenta hoje diferentes modalidades para a análise estrutural cardíaca (Figuras 1 a 5). Dispomos atualmente desde a técnica inicial conhecida como ecocardiografia em modo-M até as análises bidimensional, tridimensional, e transesofágica biplanar e multiplanar, a análise de fluxos cardíacos pelos métodos de Doppler pulsado, contínuo e em mapeamento de fluxos em cores, e a ecocardiografia de estresse<sup>1-6</sup>.

A ecocardiografia transtorácica em modo-M é empregada desde a década de 60 como método de investigação anatômica não-invasiva<sup>1-6</sup>. Possibilita a aferição dos diâmetros cavitários e das medidas do septo interventricular e da parede posterior do ventrículo esquerdo para a avaliação da massa ventricular. A ecocardiografia bidimensional foi desenvolvida a partir das décadas de 70 e 80, ocasionando grande



**Figura 1.** Ilustração de imagens em ecocardiografia transtorácica e transesofágica (insuficiência mitral) tridimensional de valvopatias (estenose mitral, insuficiência mitral, insuficiência tricúspide e insuficiência aórtica) decorrentes de lesão valvar por doença reumática. AE = átrio esquerdo; AO = aorta; VE = ventrículo esquerdo; seta = estenose valvar mitral.



**Figura 2.** Demonstração por ecocardiografia transtorácica (Figura 2A), ecocardiografia transesofágica bidimensional (Figura 2B), e por ecocardiografia transesofágica tridimensional (Figura 2D) de doença valvar mitral (prolapso), acometendo principalmente seu *scalop* P2 (posterior mediano). Na Figura 2D, demonstração dos *scalops* anteriores (A) e posteriores das cúspides da valvar mitral, observados a partir de visão atrial esquerda. Essa imagem originou a demonstração conceitual do anel valvar mitral (Figura 2C) e de sua relação espacial com os músculos papilares e com a cordoalha tendínea. A = hemianel anterior da valva mitral; AO = aorta; LA = átrio esquerdo; LAA = apêndice atrial esquerdo; LV = ventrículo esquerdo; P = hemianel posterior da valva mitral; RV = ventrículo direito.

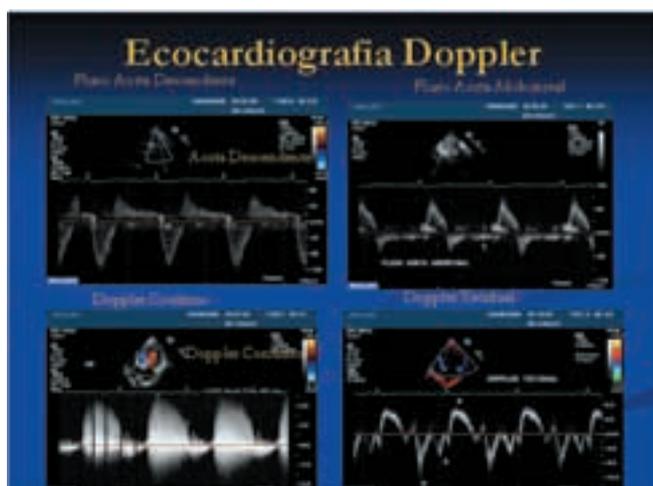
avanco para a análise das estruturas cardíacas. Atualmente, essa ainda é a técnica ecocardiográfica mais empregada na investigação clínica diária<sup>1-7</sup>. Nas décadas de 70 e 80, foram desenvolvidos a ecocardiografia Doppler e o mapeamento de fluxos em cores, o que possibilitou obter informações a respeito do débito cardíaco, das áreas dos orifícios valvares, dos *shunts* intracardíacos, da quantificação dos refluxos valvares, como também do cálculo dos gradientes de pressão intracavitários, proporcionando grande avanço ao entendimento e à avaliação das cardiopatias valvares e das cardiopatias congênitas<sup>1-6</sup>.

O primeiro estudo ecocardiográfico transesofágico foi realizado em 1976, por meio da visualização de imagens obtidas a partir de transdutor localizado no esôfago e no terço proximal do estômago<sup>6</sup>. Essa modalidade ecocardiográfica permite melhor detalhamento espacial pela maior proximidade do transdutor em relação à estrutura analisada, e pela ausência de interposição de tecidos como planos musculares e tecido subcutâneo entre a fonte do ultrassom e a estrutura a



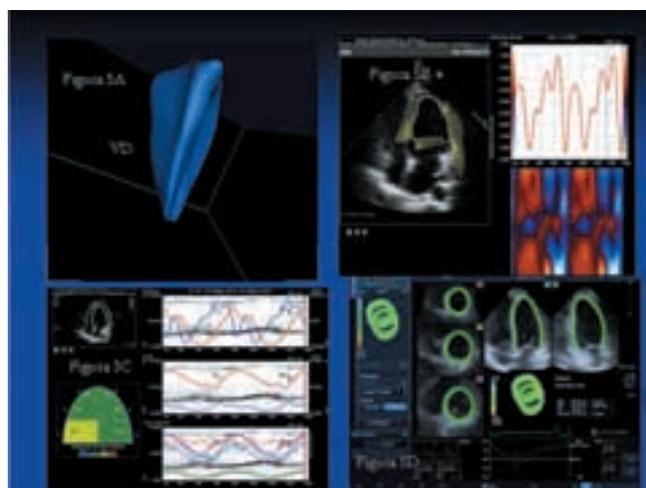
**Figura 3.** Imagens obtidas por ecocardiografia transtorácica bidimensional, transesofágica bidimensional, transtorácica tridimensional e transesofágica tridimensional de prótese biológica em posição aórtica normofuncionante. VD = ventrículo direito; VE = ventrículo esquerdo; PBAO = prótese biológica em posição aórtica.

ser estudada. Suas indicações se fazem na avaliação de pacientes portadores de próteses valvares cardíacas, na pesquisa de fonte cardioembólica, na estratificação de risco para cardioversão elétrica, na avaliação pré-valvoplastia mitral por cateter-balão, na investigação de dissecação de aorta, como



**Figura 4.** Exemplos ilustrativos das diversas modalidades de ecocardiografia Doppler (Doppler pulsado, Doppler contínuo, Doppler tecidual) em paciente portador de insuficiência valvar aórtica acentuada. Observa-se fluxo reverso em análise de Doppler pulsado em aorta abdominal (seta).

monitoração intraoperatória da função ventricular esquerda e das plástias valvares e em cardiopatias congênitas. Apresenta também indicação importante na investigação de pacientes com suspeita de endocardite infecciosa, especialmente, e em situações de maior dificuldade diagnóstica, como em portadores de próteses valvares cardíacas, em período pós-operatório imediato, em portadores de marca-passo cardíaco artificial, em pacientes com uso prévio de antimicrobianos, e naqueles em que o agente etiológico foi indeterminado<sup>1-6,8</sup>. Apresenta ainda indicação quando a análise eco-



**Figura 5.** Demonstração de novas modalidades de investigação ecocardiográfica (análise tridimensional transtorácica do ventrículo direito, Figura 5A); estudo da sincronia cardíaca por meio da análise vetorial do ventrículo esquerdo (*strain* bidimensional, Figura 5B, demonstrando grande dessincronização do segmento basal septal); aferição da fração de ejeção regional (Figura 5C) do ventrículo esquerdo após estudo vetorial por *strain* bidimensional (caso da Figura 5B), em que se observa diminuição da fração de ejeção do segmento septal (fração de ejeção, 22%) em relação aos demais segmentos do ventrículo esquerdo (Figura 5D); demonstração da análise da rotação ventricular esquerda em indivíduo normal. VD = ventrículo direito.

cardiográfica transtorácica é considerada insatisfatória, como em deformidades torácicas apresentadas pelo paciente, em pacientes obesos e em pacientes apresentando doença pulmonar obstrutiva crônica com grande hiperinsuflação pulmonar<sup>1-5</sup>.

Na década de 70, houve o desenvolvimento das primeiras ideias a respeito da ecocardiografia tridimensional<sup>9-11</sup>. A

ecocardiografia tridimensional, do ponto de vista teórico, representa avanço em relação à ecocardiografia bidimensional, porque não necessita de inferências geométricas assumidas para o cálculo dos volumes das câmaras cardíacas, da massa ventricular e da fração de ejeção do ventrículo esquerdo a partir da análise de limitado número de planos de observação<sup>9-11</sup>. Essas inadequações matemáticas são ainda maiores quando as câmaras cardíacas apresentam-se dilatadas (como durante a evolução temporal de algumas cardiomiopatias e valvopatias), não se enquadrando em modelos geométricos específicos. A ecocardiografia tridimensional permite a observação morfológica e leva em consideração múltiplos planos de detalhamento anatômico, proporcionando maior realidade à investigação não-invasiva das estruturas cardíacas. Suas aplicações clínicas são direcionadas à análise de afecções congênitas e adquiridas, e é empregada na mensuração dos volumes ventriculares e da massa do ventrículo esquerdo, na mensuração dos volumes atriais, no estudo do remodelamento atrial, assim como na análise segmentar da contratilidade ventricular<sup>9-11</sup>. Outra aplicação de possível impacto clínico está relacionada à indicação e ao seguimento clínico dos pacientes portadores de insuficiência cardíaca classe funcional III e IV da *New York Heart Association* (NYHA), que sejam submetidos a terapia de ressincronização cardíaca com marca-passo biventricular. Estudos na literatura demonstram que a ressincronização cardíaca permite obtenção do incremento da fração de ejeção do ventrículo esquerdo, diminuição dos volumes sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo (remodelamento negativo), diminuição do grau de insuficiência mitral, diminuição da duração do complexo QRS, assim como melhora da qualidade de vida e diminuição do número de internações do paciente<sup>12-14</sup>. No entanto, existe hoje grande discussão mundial com relação à determinação da dessincronização elétrica evidenciada pela análise do eletrocardiograma. Nesse cenário de investigação, a ecocardiografia permite determinar a presença de dessincronização eletromecânica atrioventricular, intra-ventricular e interventricular. A dessincronização eletromecânica pode ser observada pelo emprego de técnicas ecocardiográficas convencionais (modo-M e Doppler pulsado), mas é determinada de forma mais global utilizando-se técnicas mais atuais, como o Doppler tecidual e a ecocardiografia tridimensional. A ecocardiografia tridimensional possibilita detalhar o percentual de dessincronização cardíaca por meio da aferição do índice de dessincronização cardíaca. Nesse método, o ventrículo esquerdo é estudado em modelo de 17 segmentos cardíacos, sendo analisada a contração sistólica tanto regional como global. O índice de dessincronização representa o desvio padrão do tempo de contração sistólica

final de cada um dos segmentos cardíacos, comparado com a contração sistólica final global (menor índice determina menor dessincronização). O índice de dessincronização cardíaca permite discriminar pacientes que irão responder à terapia de ressincronização<sup>15,16</sup>, assim como indicar o melhor sítio para o implante do eletrodo biventricular (implantado no segmento de maior dessincronização).

Hoje a ecocardiografia tridimensional pode ser obtida tanto com transdutores de análise transtorácica como com transdutores transesofágicos. A análise do aparato valvar mitral e do melhor detalhamento estrutural da valva aórtica pode ser especialmente mais bem definido com o emprego da ecocardiografia transesofágica tridimensional.

A ecocardiografia evoluiu no terceiro milênio para a análise ultraestrutural cardíaca por meio da observação da disposição espacial das fibras miocárdicas, trazendo à prática clínica conceitos físicos mecânicos tais como torção cardíaca, rotação cardíaca, deslocamento cardíaco tridimensional, e deformação cardíaca (*strain*). Esses conceitos mecânicos associados à ideia do deslocamento vetorial dos pontos de ultrassom (*speckle tracking*) trazem hoje a identidade da vetomecanoecocardiografia. Nesse conceito, há a possibilidade do estudo dos comportamentos vetorial e temporal das fibras miocárdicas, avaliadas à luz da reflexão ultrassonográfica dos pontos miocárdicos, quando ocorre a incidência de ultrassom sobre determinada estrutura cardíaca. Essas técnicas novas apresentam grande possibilidade de trazer informações adicionais ao conhecimento da fisiopatologia das cardiopatias, sobretudo no estudo de alterações subclínicas da função miocárdica regional em cardiopatias latentes.

## DOENÇAS VALVARES

### Estenose mitral

Como para todos os indivíduos portadores de valvopatias, nos pacientes que apresentam estenose mitral o emprego da ecocardiografia permite determinar a avaliação anatômica da lesão valvar mitral, traz informações para o melhor conhecimento da fisiopatologia da doença assim como contribui para a indicação terapêutica<sup>17-19</sup>. A ecocardiografia deve ser empregada durante a monitoração intraoperatória e também durante o seguimento clínico do paciente<sup>17-19</sup>. Os achados ecocardiográficos possibilitam sugerir a etiologia (doença reumática) da estenose valvar mitral. A estenose mitral pode ser derivada da agressão valvar reumática e menos comumente decorrente de lúpus eritematoso sistêmico, artrite reumatoide, amiloidose, por calcificação do anel valvar, e estenose mitral congênita<sup>1,2,4,5,16,17,19</sup>. Na lesão reumática, ob-

serva-se, habitualmente, lesão associada em outras valvas, como a valva aórtica ou a valva tricúspide. É mais frequente a ocorrência de dupla lesão valvar mitral (estenose e insuficiência) que a estenose isolada. Na agressão mitral pela doença reumática, pode-se observar fusão comissural, espessamento e calcificação das cúspides e do aparato subvalvar, resultando em acentuado encurtamento da cordoalha. Observa-se redução da abertura valvar, com a característica abertura em “cúpula”, apresentando a cúspide anterior o formato de “bastão de hóquei”, e aumento do átrio esquerdo.

A área valvar mitral normal varia de 4 cm<sup>2</sup> a 6 cm<sup>2</sup>, podendo ser determinada por diferentes métodos ecocardiográficos, como planimetria do orifício valvar, determinação do tempo de decaimento de meia pressão ou *pressure half-time* (PHT), equação de continuidade ou, ainda, cálculo das isovelocidades ou *proximal isovelocity surface area* (PISA), e também pela planimetria tridimensional<sup>18-20</sup>. O método de planimetria do orifício valvar apresenta limitações quando a imagem ecocardiográfica não permite o adequado delineamento das bordas internas das cúspides valvares (quando há calcificação acentuada das cúspides e das comissuras valvares), e também após comissurotomia mitral (pode ocorrer superestimação da área valvar). O método do PHT utiliza a técnica do Doppler contínuo para a aferição da área da valva mitral. Esse é o método mais empregado na prática clínica diária. O emprego da ecocardiografia Doppler possibilita também a aferição dos gradientes transvalvares mitrais (médio e máximo). Habitualmente observa-se estenose valvar mitral de grau importante (grave) quando o gradiente transvalvar diastólico médio é > 10 mmHg e a área valvar é < 1,0 cm<sup>2</sup>.<sup>17</sup> Em pacientes portadores de fibrilação atrial há a necessidade de realizar medidas consecutivas seriadas da área valvar para que possa ser utilizada a média dessas medidas. Em pacientes apresentando frequência cardíaca baixa ou em situações de baixo débito cardíaco pode ocorrer a subestimação da avaliação dos gradientes transvalvares, mesmo na vigência de estenose valvar acentuada. Em pacientes apresentando insuficiência aórtica acentuada ou diminuição do relaxamento ventricular esquerdo pode também ocorrer a subestimação do cálculo da área valvar mitral. No entanto, em pacientes apresentando situações de alto débito cardíaco ou frequência cardíaca elevada pode ocorrer a superestimação dos gradientes valvares e da área valvar mitral. A análise crítica do momento clínico do paciente é, portanto, fundamental para a valorização dos resultados obtidos com a investigação ecocardiográfica.

No cálculo da área valvar empregando-se o método da equação de continuidade é levado em consideração o con-

ceito da conservação da massa e, dessa forma, do fluxo sanguíneo. É medido o fluxo sanguíneo que passa por duas valvas cardíacas (exemplo: mitral e aórtica), que deve apresentar valores iguais. Como o fluxo sanguíneo que passa por determinada valva é calculado a partir da multiplicação da velocidade do fluxo pela área valvar, determina-se o fluxo que passa pela valva aórtica e a velocidade do fluxo que passa pela valva mitral, calculando-se dessa forma a área valvar mitral. Assim:

$$\text{área valvar mitral} = \frac{A \text{ VSVE (cm}^2\text{)} \times \text{VTI VSVE (cm)}}{\text{VTI VMI (cm)}}$$

em que VSVE = área da via de saída do ventrículo esquerdo; VTI VSVE = integral da velocidade e tempo da via de saída do ventrículo esquerdo (fluxo que passa pela valva aórtica); e VTI VMI = integral da velocidade e tempo do fluxo através da valva mitral.

Esse método de cálculo da área valvar mitral requer mais tempo para sua realização, devendo ser efetuado quando há dúvidas com relação à área mensurada pelos métodos de planimetria ou do PHT. O método da medida das isovelocidades (PISA) para o cálculo da área valvar mitral não é realizado rotineiramente na prática clínica, sendo também reservado para situações em que há dúvida diagnóstica ou discordância na aferição da área valvar por métodos diferentes (PHT e equação de continuidade).

A ecocardiografia também fornece informações sobre outros aspectos relevantes para a avaliação da estenose mitral, como a possibilidade de aferição não-invasiva da pressão sistólica da artéria pulmonar a partir do cálculo do gradiente máximo de velocidade do jato de regurgitação tricúspide (situação em que ocorra insuficiência valvar tricúspide secundária a estenose valvar mitral), assim como a observação da presença de trombos intracavitários (principalmente localizados em apêndice atrial esquerdo ou em átrio esquerdo). A pressão sistólica em artéria pulmonar é estimada pelo emprego da equação simplificada de Bernoulli:

$$P = 4 V^2$$

em que P = pressão estimada e V = velocidade do fluxo, e

$$\text{PSAP (mmHg)} = 4 V^2 + \text{PAD}$$

em que PSAP = pressão sistólica em artéria pulmonar, V = velocidade máxima do jato de regurgitação da valva tricúspide, e PAD = pressão em átrio direito (varia de 5 mmHg a 20 mmHg, de acordo com a dilatação da veia cava inferior e da alteração de diâmetro durante o ciclo respiratório).

Na estenose mitral grave, os níveis de pressão sistólica arterial pulmonar em repouso são superiores a 50 mmHg<sup>17</sup>.

Com relação à escolha da terapêutica mais adequada para o tratamento dos pacientes portadores de estenose mitral, a

ecocardiografia fornece informações sobre a possibilidade de realização de valvoplastia percutânea por cateter-balão. Os aspectos morfológicos relacionados ao conjunto de características da valva mitral ecocardiográficas são descritos pela análise do escore ecocardiográfico anatômico da valva mitral (escore de Wilkins-Block). Nesse escore são somados pontos de 1 a 4 para 4 parâmetros analisados (o escore, portanto, varia de 4 a 16 pontos)<sup>20</sup>. Os parâmetros analisados são: calcificação da valva mitral; espessamento valvar; mobilidade valvar; e fusão do aparato subvalvar mitral. Os melhores resultados após valvoplastia por cateter-balão são obtidos quando o escore atinge valores de até 8 pontos, e quando há pequeno comprometimento do aparato subvalvar mitral e pequeno grau de calcificação valvar.

Em pacientes pouco sintomáticos ao repouso e que apresentem estenose mitral significativa (situação de dissociação entre os achados clínicos e a análise anatômica), pode-se estudar o comportamento da pressão arterial pulmonar e dos gradientes transvalvares por meio do estudo durante a ecocardiografia de esforço. Nesse sentido, teremos uma avaliação mais detalhada da hemodinâmica do paciente, com o objetivo de determinar o momento mais adequado para a indicação da correção cirúrgica da afecção.

### **Insuficiência mitral**

O uso da ecocardiografia possibilita demonstrar o mecanismo envolvido na gênese da insuficiência mitral e determinar sua implicação hemodinâmica<sup>17,18</sup>, à semelhança da análise da estenose valvar. Na gênese da insuficiência mitral, pode ocorrer dilatação do anel valvar (como nas cardiomiopatias dilatadas), como também alterações estruturais ou funcionais do aparato subvalvar mitral (presente na degeneração mixomatosa por prolapso valvar, na rotura de cordão-lha pós-infarto do miocárdio ou retração do aparato subvalvar na doença reumática, após endocardite infecciosa ou secundária a doenças do colágeno).

Atualmente, a análise ecocardiográfica da insuficiência mitral pode ser realizada com o emprego de diferentes técnicas ecocardiográficas, tanto por métodos qualitativos como por técnicas quantitativas<sup>1-5,17,19,21,22</sup>. Dessa forma, a gravidade da insuficiência mitral pode ser determinada pela análise da extensão do jato regurgitante em relação ao átrio esquerdo, pela planimetria do jato regurgitante no interior do átrio esquerdo, pela relação entre a área do jato regurgitante e a área do átrio esquerdo, pelo método das isovelocidades (PISA), pelo cálculo do volume regurgitante e da fração regurgitante, pela análise da *vena contracta* (local de convergência do fluxo regurgitante), e pelo cálculo da conservação do *momentum* do fluxo sanguíneo (referente à teoria da con-

servação da massa e ao fluxo sanguíneo em diferentes câmaras cardíacas). Na ausência de coaptação às cúspides valvares, a insuficiência caracteriza-se por ser de grau importante.

Na análise ecocardiográfica habitual, os métodos mais empregados para a categorização do grau de insuficiência mitral são a extensão do jato regurgitante observada pelo mapeamento de fluxo em cores, o cálculo da área do jato regurgitante e a análise da relação entre a área do jato regurgitante e a área do átrio esquerdo. No que se refere à extensão do jato, considera-se insuficiência mitral importante quando o jato atinge o teto do átrio esquerdo ou quando ocupa o terceiro terço do átrio esquerdo quando este é dividido em três grandes segmentos. Na ocorrência da observação da extensão do jato regurgitante até as veias pulmonares, em geral, a insuficiência também se caracteriza por ser significativa (exceção quando o jato for quase que exclusivamente direcionado a um dos óstios de veias pulmonares). O método das isovelocidades (PISA) possibilita o cálculo da área do orifício regurgitante assim como do volume regurgitante. Esse método, porém, apresenta limitações quando o jato da insuficiência mitral é excêntrico (efeito Coanda) ou composto por dois ou mais jatos. É fundamental que se levem sempre em consideração as limitações de cada método e que a conclusão da análise contemple o conjunto de informações ecocardiográficas e clínicas.

### **Insuficiência aórtica**

A ecocardiografia também permite analisar de forma detalhada a anatomia da valva aórtica, inferir a respeito da etiologia da regurgitação, determinar a gravidade da regurgitação com as consequentes modificações do ventrículo esquerdo relacionadas ao remodelamento ventricular e também determinar outras valvopatias associadas<sup>1,2,4,5,17,18,22</sup>. Como etiologia da regurgitação aórtica podem-se observar desde cardiopatias congênitas (como na valva aórtica bicúspide) até afecções adquiridas, como quando secundária a valvopatia reumática, após envolvimento valvar decorrente da endocardite infecciosa, secundária a doenças sistêmicas (sífilis) e do colágeno (artrite reumatoide), por anomalias da raiz da aorta (dilatação ânulo-aórtica como na síndrome de Marfan, dissecação da aorta, por doença hipertensiva), e também após trauma (insuficiência aórtica aguda). A ecocardiografia permite ainda demonstrar a cronicidade da regurgitação aórtica. Na vigência de insuficiência aórtica aguda, o ventrículo esquerdo apresenta-se com dimensões normais, podendo ser evidenciado o fechamento precoce da valva mitral (secundária a grande sobrecarga pressórica no ventrículo esquerdo). Por outro lado, na ocorrência de insuficiência aórtica

crônica, o ventrículo esquerdo apresenta-se dilatado, podendo exibir hipertrofia ventricular do tipo excêntrico. De forma semelhante à insuficiência mitral, a observação da ausência de coaptação dos folhetos aórticos caracteriza regurgitação valvar de grau importante. A dilatação ventricular esquerda também é importante parâmetro para a caracterização da gravidade da insuficiência aórtica. Na presença de insuficiência aórtica, a evidência de diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo  $> 7$  cm e  $> 4,5$  cm, respectivamente, demonstra insuficiência valvar de grau importante.

De forma semelhante à insuficiência mitral, existem vários métodos empregados para a caracterização da gravidade da regurgitação valvar aórtica, incluindo desde técnicas semiquantitativas (mapeamento de fluxo em cores, intensidade do sinal do fluxo regurgitante pelo Doppler contínuo, análise do fluxo reverso em segmentos da aorta torácica e na aorta abdominal) até métodos quantitativos (medida do fluxo regurgitante, medida da integral de velocidade e tempo do fluxo regurgitante na aorta descendente, medida do PHT do fluxo regurgitante, medida do orifício regurgitante efetivo pelo PISA, medida da *vena contracta* e do *momentum* do fluxo regurgitante). Na análise mais habitual são mais utilizados para a caracterização da gravidade da regurgitação aórtica: a extensão do jato regurgitante; o cálculo do tempo de decaimento de meia pressão do fluxo regurgitante, da *vena contracta* e da velocidade final da curva do jato regurgitante; e a relação entre a largura do jato regurgitante e a largura da via de saída do ventrículo esquerdo. Em situações de dúvida diagnóstica ou em que ocorra discrepância de resultados nos métodos anteriores, pode ser calculado o volume regurgitante (insuficiência grave quando este volume é  $> 60$  ml) ou a fração de regurgitação aórtica (insuficiência grave quando  $> 50\%$ ).

### Estenose aórtica

A utilização da ecocardiografia para a análise da estenose valvar aórtica possibilita a definição etiológica (com consequente exclusão de outras situações envolvidas na obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo), assim como a determinação da gravidade da estenose e da repercussão hemodinâmica da obstrução valvar<sup>1,2,16-18,22</sup>. Em situações em que não haja necessidade da investigação anatômica das artérias coronárias (suspeita de doença arterial coronária associada), a análise ecocardiográfica (em suas várias modalidades) é suficiente como investigação pré-operatória das afecções da valva aórtica.

As principais etiologias de estenose valvar aórtica são as cardiopatias congênitas (valva bicúspide), as valvopatias secundárias à cardiopatia reumática e as afecções decorren-

tes de processo degenerativo valvar. A doença valvar aórtica pode ainda ser decorrente de endocardite infecciosa, de doenças do colágeno ou de pequenos tumores cardíacos (fibroelastoma papilar). Na análise da gravidade da estenose valvar aórtica devem ser determinados os gradientes do fluxo através da valva aórtica (gradientes médio e máximo), as velocidades dos jatos pré ( $V_1$ ) e pós-valvar ( $V_2$ ), e a área valvar aórtica (pelo método da equação de continuidade). Nessa análise deve-se ainda determinar a função contrátil do ventrículo esquerdo, o grau de hipertrofia ventricular, o relaxamento ventricular esquerdo pela análise da função diastólica, e o grau de insuficiência valvar aórtica. De acordo com as mais recentes diretrizes do *American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA)*<sup>17</sup>, a estenose aórtica é considerada importante (grave) quando a área valvar é  $< 1,0$  cm<sup>2</sup> ( $< 0,6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de superfície corporal) e o gradiente transvalvar sistólico médio é  $> 40$  mmHg (em vigência de função ventricular esquerda normal, na ausência de insuficiência significativa associada). Adicionalmente, pode ser utilizada a relação  $V_1/V_2$ , também denominada índice Doppler de velocidade da via de saída do ventrículo esquerdo em relação à velocidade transaórtica máxima, que não utiliza elementos geométricos em seu cálculo, e pode ser útil em situações tanto de baixo débito (disfunção ventricular esquerda) como de alto fluxo (refluxo aórtico importante, gravidez, hipertireoidismo, anemia, febre). Considera-se estenose aórtica crítica os casos em que esse índice apresenta valores  $< 0,25$ <sup>1,2</sup>. Quando o gradiente transvalvar máximo for  $> 64$  mmHg ou quando a velocidade máxima em via de saída do ventrículo esquerdo for  $> 4$  m/s, observam-se também implicações prognósticas na evolução clínica do paciente<sup>2</sup>.

Em situações em que a imagem ecocardiográfica transtorácica é insatisfatória à análise da valva aórtica ou em que o alinhamento do fluxo transvalvar não é adequado, deve-se realizar investigação ecocardiográfica transesofágica. A ecocardiografia transesofágica permite o detalhamento morfológico mais adequado da valva, possibilitando sua planimetria e a consequente mensuração da área valvar. Pode-se ainda mensurar a área da valva aórtica com o emprego da ecocardiografia tridimensional, seja pela planimetria direta (ecocardiografia tridimensional transtorácica ou transesofágica) seja pela medida da relação entre *stroke volume* (volume sistólico) do ventrículo esquerdo dividido pelo VTI (integral da velocidade e tempo) do fluxo aórtico, ou seja:

$$\text{área valvar aórtica} = \frac{\text{stroke volume (cm}^3\text{)}}{\text{VTI (valva aórtica) (cm)}}$$

Na ocorrência de disfunção ventricular esquerda signifi-

cativa e baixos gradientes através da valva aórtica, pode-se utilizar o ecocardiograma de estresse farmacológico (em geral com o emprego de dobutamina em doses de até 20 µg/kg/min) para a discriminação de pacientes com estenose valvar grave daqueles com baixos gradientes decorrentes de disfunção ventricular acentuada e ausência de reserva contrátil. Com essa técnica, procura-se comparar a área valvar e o gradiente (máximo) ao repouso e durante estresse. Naqueles pacientes em que ocorre baixo gradiente por disfunção ventricular acentuada e presença de reserva contrátil sem estenose significativa, observa-se aumento tanto do gradiente como da área valvar. Nos pacientes em que realmente existe estenose valvar aórtica acentuada, observa-se aumento do gradiente, porém sem aumento da área valvar. Pode-se também observar ausência da elevação do gradiente transvalvar, demonstrando situação de grave disfunção ventricular esquerda sem reserva contrátil.

### **Doença valvar tricúspide**

A ecocardiografia permite também inferir a etiologia e demonstrar as implicações hemodinâmicas tanto da estenose como da insuficiência tricúspide. Como etiologia mais frequente das afecções da valva tricúspide observa-se a doença reumática<sup>1,2,23</sup>. Na estenose tricúspide, as alterações anatómicas são semelhantes à agressão reumática evidenciada na valva mitral, podendo ocorrer fusão comissural, espessamento valvar e subvalvar, calcificação e retração do aparato subvalvar. É frequente a associação com a insuficiência tricúspide e a valvopatia mitro-aórtica. Com relação à insuficiência tricúspide, apresentam-se como etiologia, além da doença reumática, a anomalia de Ebstein e várias cardiopatias congênitas, a síndrome carcinoide, a hipertensão pulmonar primária ou secundária, e as afecções em que haja dilatação do anel valvar tricúspide ou secundária a rotura de cordão-lha (por exemplo, após biópsia cardíaca).

Para a quantificação da gravidade da estenose valvar tricúspide, pode-se aferir o gradiente diastólico médio do fluxo que passa através da valva tricúspide, sendo considerada estenose valvar grave quando o gradiente é  $\geq 7$  mmHg<sup>1,2</sup>. A medida direta da área valvar tricúspide também pode ser realizada com o emprego do método do PHT, havendo, no entanto, grande variação nessa medida. Para a quantificação do grau de regurgitação da valva tricúspide pode-se empregar o método da extensão do jato regurgitante (de forma semelhante à regurgitação mitral) em relação ao átrio direito e o mapeamento do fluxo regurgitante pelo Doppler em cores. Pode-se ainda encontrar fluxo reverso em veias hepáticas na ocorrência de regurgitação tricúspide de grau importante. As câmaras cardíacas direitas podem estar aumentadas na insu-

ficiência tricúspide grave, assim como o átrio direito na vigência de estenose tricúspide importante.

O reflexo da evidência de regurgitação tricúspide de grau importante é observado no sistema venoso supra-hepático e em veia cava inferior. Frequentemente observa-se veia cava inferior dilatada (pletórica), apresentando pequena variação fásica respiratória, dilatação das veias supra-hepáticas e inversão de seus componentes fásicos respiratórios.

### **Suspeita de endocardite infecciosa**

A endocardite infecciosa permanece hoje como doença que pode representar desafio clínico. A partir das categorizações clínicas dos pacientes levando em consideração a possibilidade de diagnóstico, inicialmente realizadas por Pelletier e Petersdorf (1977), posteriormente por Von Reyn (1981) e em 1994 por Durack e colaboradores da Universidade de Duke, Carolina do Norte, Estados Unidos, incorporando, dessa feita, aspectos ecocardiográficos aos critérios de diagnóstico, a ecocardiografia tornou-se método auxiliar importante para o diagnóstico de endocardite infecciosa. São considerados critérios maiores ao diagnóstico de endocardite a evidência de imagens ecocardiográficas de: 1. vegetações; 2. abscessos perivalvares; e 3. deiscência parcial de prótese valvar cardíaca. Do ponto de vista clínico, importa a descrição das estruturas consideradas como vegetações, detalhando aspectos como: 1. local de implante da vegetação; 2. dimensão; 3. mobilidade; e 4. refringência da imagem de vegetação. A evidência de vegetações localizadas em valva mitral demonstra maior ocorrência de eventos embólicos; observa-se também que na vigência de vegetações > 10 mm há maior ocorrência de acidente vascular cerebral e de abscessos valvares cardíacos, que vegetações com grande mobilidade propiciam maior ocorrência de eventos embólicos, e que a refringência da vegetação pode estar relacionada à cronicidade da infecção (maior refringência relacionada a início mais longo do processo infeccioso)<sup>1,2,24</sup>. A determinação da repetição dos exames ecocardiográficos, transtorácicos ou transesofágicos, na vigência da suspeita clínica de endocardite infecciosa e quando o primeiro exame não trouxe informações diagnósticas, deve ser feita levando-se em consideração a probabilidade clínica pré-teste do exame. Habitualmente, quando o primeiro exame ecocardiográfico não traz informações conclusivas, o segundo exame deve ser realizado de 7 a 10 dias após o primeiro teste<sup>25,26</sup>, até o número máximo de três exames<sup>25</sup>.

### **CARDIOMIOPATIAS NÃO-ISQUÊMICAS**

O emprego da ecocardiografia possibilita demonstrar ca-

racterísticas anatômicas inerentes às diferentes cardiomiopatias, assim como determinar os diferentes mecanismos, a fisiopatogenia e os diversos momentos clínicos dentro da história natural da afecção e as complicações relacionadas à doença<sup>1-5</sup>. As cardiomiopatias não relacionadas à doença aterosclerótica podem ser decorrentes da doença de Chagas, por evolução da cardiomiopatia hipertrófica ou da doença hipertensiva, por doenças infiltrativas ou restritivas, por agentes químicos (cardiomiopatia tóxica), decorrentes das valvopatias ou de doenças sistêmicas ou secundárias a agentes não identificados (cardiomiopatia idiopática).

A análise ecocardiográfica da cardiomiopatia chagásica possibilita identificar pequenos aneurismas apicais e déficits contráteis mais pronunciados nas paredes inferior e posterior, representando alterações segmentares que podem ocorrer nessa afecção. A definição do grau de disfunção sistólica ventricular, do momento de disfunção diastólica e do grau de regurgitação valvar e a evidência e quantificação da hipertensão pulmonar também são aspectos relevantes para a análise da cardiomiopatia chagásica.

Com relação à cardiomiopatia hipertrófica, o emprego da ecocardiografia está relacionado tanto ao diagnóstico como ao seguimento clínico farmacológico, na terapêutica cirúrgica (em período pré-operatório, intra e pós-operatório), à possibilidade de alcoolização septal (no acompanhamento do procedimento na sala de hemodinâmica) e também ao seguimento clínico após implante de marca-passo (na observação da diminuição do gradiente intraventricular decorrente da dessincronização cardíaca mediada pelo marca-passo). Na cardiomiopatia hipertrófica pode-se observar hipertrofia ventricular de caráter assimétrico, evidenciando-se espessura parietal de pelo menos 15 mm, na ausência de doença cardíaca ou sistêmica que possa ser responsável por esse espessamento. A hipertrofia pode apresentar os mais diversos padrões, desde apresentações septal, lateral, anterior e inferior até expressões médio-apicais e mesmo restritas ao segmento apical ventricular. O uso da ecocardiografia permite a demonstração do movimento sistólico anterior da valva mitral e do fechamento mesossistólico da valva aórtica e do gradiente intraventricular, quando presentes.

As cardiomiopatias secundárias às síndromes infiltrativas ou restritivas podem apresentar diversas etiologias. As cardiomiopatias secundárias às síndromes infiltrativas ou restritivas podem ser decorrentes de doenças infiltrativas ou de depósito (amiloidose, hemocromatose, sarcoidose, doença de Gaucher), de doenças não-infiltrativas (esclerodermia, pseudoxantoma elástico), de endomiocardiofibrose após radiação, e, ainda, de síndrome carcinoide<sup>4,5</sup>. Os achados ecocardiográficos podem ser múltiplos e complexos, tais como au-

mento da espessura das paredes cardíacas, dilatação importante dos átrios, espessamento do septo interatrial (na amiloidose), derrame pericárdico, espessamento e insuficiência das valvas atrioventriculares, e disfunção tanto diastólica como sistólica em momento mais avançado da afecção.

Para todas as cardiomiopatias, a avaliação da função sistólica ventricular e das dimensões cavitárias representa aspecto fundamental com relação a diagnóstico, prognóstico, evolução e conhecimento da história natural<sup>1-4,15</sup>. A performance sistólica ventricular pode ser demonstrada tanto com técnicas mais antigas, como o modo-M, como em modos bidimensional e tridimensional. Da mesma forma, as medidas cavitárias cardíacas podem ser aferidas nessas três modalidades ecocardiográficas. A performance sistólica ventricular pode ser determinada a partir de diferentes métodos de análise: fração de ejeção por método do cubo; fração de ejeção por método de Teichholz; fração de encurtamento (delta D); fração de ejeção (método de Simpson e suas variações, método de área-comprimento); e índice de performance miocárdica (índice de Tei), em que são realizadas análises sistólica e diastólica ventricular. Os métodos do cubo, de Teichholz e da fração de encurtamento, embora mais antigos, ainda são muito empregados na prática clínica diária.

O cálculo da fração de ejeção empregando-se o método do cubo pode ser utilizado quando o indivíduo apresentar formato ventricular normal, sem alterações da contração segmentar ou da geometria ventricular (não deve ser utilizado em pacientes com insuficiência cardíaca ou cardiomiopatia isquêmica), apresentando, portanto, limitada aplicação clínica, embora ainda seja bastante realizado em nosso meio. O método de Teichholz para a aferição da fração de ejeção supõe que o ventrículo esquerdo apresenta formato elíptico, necessitando fator de correção em seu cálculo. É também bastante utilizado na prática clínica diária, com menor erro em relação à análise determinada pelo método do cubo, embora também tenha limitações em pacientes portadores de insuficiência coronária que frequentemente apresentam alterações contráteis segmentares.

A análise da fração de encurtamento do ventrículo esquerdo, delta D ( $\Delta D\%$ ), é realizada em modo-M, sendo também muito limitada em situações de disfunção contrátil segmentar e de remodelamento ventricular.

No cálculo da fração de ejeção empregando-se a regra de Simpson (método bidimensional), a medida é realizada a partir da aferição de pequenos cilindros de alturas semelhantes analisados nas projeções apicais 4 e 2 câmaras (projeções ortogonais). A fração de ejeção do ventrículo esquerdo é determinada a partir da integral das frações de ejeção dos pequenos cilindros<sup>1,2</sup>. O método de Simpson é o método bi-

dimensional que mais bem caracteriza a performance contrátil do ventrículo esquerdo, devendo ser empregado principalmente em pacientes portadores de cardiomiopatia isquêmica e que apresentem alterações anatômicas do ventrículo esquerdo.

O índice de performance miocárdica (índice de Tei) analisa, na mesma relação, eventos que ocorrem na sístole e na diástole. O índice de performance miocárdica é expresso como a seguir:

$$\text{IPM (índice de Tei)} = \frac{\text{TCI} + \text{TRI}}{\text{TEJ}}$$

em que IPM = índice de performance miocárdica, TCI = tempo de contração isovolumétrica, TRI = tempo de relaxamento isovolumétrico, e TEJ = tempo de ejeção ventricular.

O índice de Tei tem aplicação clínica para a análise de pacientes portadores de insuficiência cardíaca, valvopatias, cardiopatias congênitas, doenças sistêmicas (como no hipotireoidismo), e na observação de rejeição após transplante cardíaco. Apresenta como valor normal em indivíduos adultos  $0,39 \pm 0,5$ .

Outro aspecto fundamental na análise ecocardiográfica da cardiomiopatia é o estudo da função diastólica ventricular. O estudo da diástole apresenta importância prognóstica em várias cardiopatias e tem sido objeto de grande interesse para o entendimento das cardiomiopatias<sup>1,3-5</sup>. A análise da função diastólica pela ecocardiografia permite a qualificação e a quantificação da disfunção diastólica. A disfunção diastólica é classificada em quatro níveis: 1. alteração do relaxamento ventricular; 2. fluxo pseudonormal; 3. fluxo restritivo reversível; e 4. fluxo restritivo irreversível. Com a ecocardiografia, pode-se estudar a diástole por meio de diferentes técnicas: fluxo através da valva mitral com o Doppler pulsado; fluxo das veias pulmonares com o Doppler pulsado; movimento do anel valvar mitral e tricuspídeo com o Doppler tecidual; fluxo do enchimento ventricular com a técnica do *color M-mode*; índice de performance miocárdica (índice de Tei); e cálculo da deformidade ventricular (*strain* e *strain-rate*). Importante também observar que o aumento do átrio esquerdo está presente como reflexo de disfunção ventricular diastólica, sendo hoje considerado elemento importante para a caracterização de disfunção diastólica. A análise das dimensões do átrio esquerdo é atualmente bem demonstrada com o emprego também da ecocardiografia tridimensional<sup>26</sup>.

A análise da diástole com o estudo do fluxo mitral com Doppler pulsado é a investigação mais frequentemente realizada, em que são avaliados os seguintes parâmetros: medida da velocidade do fluxo protodiastólico (onda E); medida da velocidade do fluxo telediastólico (onda A); relação E/A;

medida do tempo de relaxamento isovolumétrico; medida do tempo de desaceleração; e medida da duração da telediástole (duração da onda A). Esse estudo apresenta grande influência das variações do enchimento ventricular (pré-carga dependentes) e não permite a análise da função diastólica regional. São medidas úteis na prática clínica, mas que devem ser complementadas com análise por técnicas mais modernas.

O estudo das veias pulmonares com a utilização do Doppler pulsado complementa a análise do fluxo transvalvar mitral. Pode-se acrescentar informações a respeito do padrão de enchimento ventricular (discriminação do fluxo pseudonormal), além de possibilitar a observação da pressão média em átrio esquerdo e da pressão diastólica final do ventrículo esquerdo. Apresenta os componentes sistólico (onda S), diastólico (onda D) e o correspondente à contração atrial (onda A). A pressão média em átrio esquerdo e a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo podem ser estimadas, como a seguir:

I.  $S/S+D < 55\%$  -  $\text{PMAE} \geq 15 \text{ mmHg}$  e

II. duração onda A pulmonar > duração onda A (mitral) -  $\text{PDFVE} > 15 \text{ mmHg}$

em que: S = componente sistólico (fluxo em veias pulmonares), D = componente diastólico (fluxo em veias pulmonares), onda A = fluxo telediastólico, PMAE = pressão média em átrio esquerdo, e PDFVE = pressão diastólica final do ventrículo esquerdo.

A evolução tecnológica permitiu a introdução de método (Doppler tecidual) que possibilita a análise regional da função diastólica, analisando o movimento do anel valvar mitral e do anel valvar tricuspídeo em relação ao ápex cardíaco. O emprego do Doppler tecidual trouxe amplitude de entendimento ao estudo da diástole. Essa técnica apresenta menor dependência da volemia (pré-carga), demonstra boa correlação inversa com a medida invasiva da diástole ventricular ("tau"), permite evidenciar o padrão pseudonormal, possibilita a diferenciação de situações de pericardite constritiva e de cardiomiopatia restritiva, e analisa déficits diastólicos regionais (como em doença arterial coronária, hipertensão arterial, cardiomiopatia hipertrófica assimétrica), podendo ser empregado como análise da suspeita de rejeição após transplante cardíaco e na análise dos intervalos eletromecânicos para a indicação de marca-passo biventricular em pacientes com insuficiência cardíaca avançada. O Doppler tecidual apresenta três componentes: onda Em ou E' (protodiástole); onda Am ou A' (telediástole); e onda Sm ou S' (sístole).

A análise associada da diástole com o Doppler tecidual e com o Doppler pulsado da valva mitral permite estimar a pressão de enchimento ventricular, a partir da relação entre a

onda Em e a onda E mitral<sup>27</sup>, como a seguir:

I.  $E/Em > 15 = PD_2 VE > 15$  mmHg e

II.  $E/Em < 8 = PD_2 VE$  – normal

em que:  $PD_2 VE$  = pressão diastólica final do ventrículo esquerdo.

A análise da diástole empregando-se a técnica do *color M-mode* observa a distribuição temporal das velocidades sanguíneas ao longo de linha vertical do orifício valvar mitral até o ápex cardíaco. É inversamente relacionada à medida invasiva da diástole ventricular (“tau”). Apresenta também menor dependência da pré-carga, e permite o diagnóstico diferencial entre situações de pericardite constritiva e cardiomiopatia restritiva. Seu principal componente é a  $V_p$  (velocidade de propagação do fluxo sanguíneo através da valva mitral em direção ao ápex ventricular), apresentando valores normais  $> 45$  cm/s.

A análise associada da diástole com o Doppler pulsado da valva mitral permite estimar a pressão média do átrio esquerdo, a partir da relação entre a onda E e a velocidade de propagação do fluxo sanguíneo, como a seguir:

$$PMAE = 5,27 (E/V_p) + 4,6 \text{ mmHg}$$

em que PMAE = pressão média em átrio esquerdo, E = velocidade de fluxo protodiastólico (Doppler pulsado), e  $V_p$  = velocidade de propagação (*color M-mode*).

O estudo da diástole com o emprego da técnica do *strain* e do *strain-rate* leva em conta a variação de deformação do miocárdio, considerando-se diferentes velocidades da fibra miocárdica em locais distintos, podendo ser útil nas doenças arteriais coronárias e nas cardiomiopatias. A análise da função diastólica com a técnica do *strain* e do *strain-rate* ainda é objeto de pesquisa, não sendo frequente seu uso na prática clínica diária.

## DOENÇAS DO PERICÁRDIO

A análise das afecções do pericárdio foi um dos primeiros focos de investigação da ecocardiografia. O uso da ecocardiografia permite realizar o diagnóstico das pericardiopatias, assim como determinar sua implicação hemodinâmica e observar o seguimento clínico dos pacientes que apresentam derrame pericárdico<sup>1-5</sup>. Pode-se ainda utilizar a ecocardiografia como auxílio para o direcionamento da pericardiocentese à beira do leito.

As doenças do pericárdio podem ser secundárias a agentes infecciosos (vírus, bactérias, fungos) e agentes parasitários, em decorrência de doenças sistêmicas (doenças do colágeno, febre reumática, doenças metabólicas, endocrinopatias), podendo ocorrer durante a gestação, na evolução do infarto do miocárdio, após miocardite e aneurisma da aorta, por lesão traumática, e mesmo secundárias a tumores primá-

rios cardíacos e metástase tumoral (principalmente em linfomas e leucemias, tumores do pulmão, melanoma, mama, gástrico, do cólon e em sarcomas)<sup>1,2,4,5</sup>.

Derrames pericárdicos podem ser considerados importantes pela análise ecocardiográfica quando apresentam diâmetro em seu maior eixo  $> 20$  mm durante a diástole<sup>2</sup>. No entanto, nem sempre derrames pericárdicos volumosos determinam implicação hemodinâmica. Pequenos derrames podem ocasionar grande modificação na mecânica cardíaca e mesmo tamponamento cardíaco. Dessa forma, importa a velocidade de instalação do derrame pericárdico. Essa situação é especialmente importante durante período pós-operatório de cirurgias cardíacas, quando pequenos derrames que estejam localizados em pequenos segmentos podem ter grande implicação hemodinâmica. Para a análise da restrição pericárdica decorrente de derrame pericárdico, pode-se observar pela ecocardiografia: colapso diastólico do átrio direito; colapso diastólico do ventrículo direito; exacerbação da diminuição inspiratória das velocidades de fluxos através das valvas mitral e aórtica; exacerbação do aumento inspiratório das velocidades de fluxos através das valvas tricúspide e pulmonar; e dilatação e ausência de variação fásica respiratória no diâmetro da veia cava inferior.

Na vigência de pericardite constritiva, a ecocardiografia pode demonstrar imagens de espessamento ou calcificação do pericárdio, acompanhadas de grande variação fásica respiratória das velocidades de fluxos através das valvas cardíacas, acompanhada de grande dilatação (pletora) e ausência de variação respiratória da veia cava inferior. Nessas situações, a utilização do Doppler tecidual pode auxiliar no diagnóstico diferencial de situações em que há pericardite constritiva daquelas em que há cardiomiopatia restritiva. Na situação de pericardite constritiva, observa-se a evidência de onda E' com alta amplitude ( $> 8$  cm/s), enquanto na ocorrência de cardiomiopatia restritiva observa-se a evidência de onda E' com amplitude baixa ( $< 8$  cm/s).

## CONCLUSÃO

A ecocardiografia é método de investigação diagnóstica que faz parte hoje da prática clínica diária da cardiologia. Em suas diversas modalidades, deve ser utilizada de forma integrada com as equipes de cardiologia clínica, hemodinâmica e cirúrgica na intenção do melhor atendimento ao paciente, proporcionando, de forma não-invasiva, grandes possibilidades de diagnóstico, de entendimento da fisiopatogenia das diversas cardiopatias e de seu seguimento evolutivo após a terapêutica determinada. Constantes aprimoramentos tecnológicos continuarão ocorrendo para atualizar e ampliar o alcance prático dessa versátil ferramenta diagnóstica.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Feigenbaum H. Echocardiography. 6<sup>th</sup> ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
2. Otto C. Textbook of clinical echocardiography. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2000.
3. Oh J, Seward JB, Tajik AJ. The Echo Manual. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
4. Weyman AE. Principles and practice of echocardiography. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1994.
5. Braunwald E. Heart Disease – A textbook of cardiovascular medicine. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1992.
6. Feigenbaum H. Evolution of echocardiography. *Circulation*. 1996;93:1321-7.
7. Henry WL, de Maria A, Gramiak R. Report of the American Society of Echocardiography Committee on Nomenclature and Standards in Two-Dimensional Echocardiography. *Circulation*. 1980;62:212-5.
8. Seward JB, Khandheria BK, Oh JK, Abel MD, Hughes RW Jr, Edwards WD, et al. Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlations, implementation, and clinical applications. *Mayo Clin Proc*. 1988;63:649-80.
9. Roelandt JRT, Yao J, Karsprzak JD. Three-dimensional echocardiography. *Curr Opin Cardiol*. 1998;13:386-98.
10. De Simone R, Glombitza G, Vahl CF, Menzer HP, Hagl S. Three-dimensional Doppler: techniques and clinical applications. *Eur Heart J*. 1999;20:619-27.
11. Kisslo J, Firek B, Ota T, Kang DH, Fleishman CE, Stetten G, et al. Real-time volumetric echocardiography: the technology and the possibilities. *Echocardiography*. 2000;17:773-9.
12. Cazeau S, Leclercq C, Lavergne T, Garrigue S, Lavergne T, Cazeau S, et al. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N Engl J Med*. 2001;344:873-80.
13. Abraham WT, Fisher WG, Smith AL, Delurgio DB, Leon AR, Loh EK, et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med*. 2002;346:1845-53.
14. Gregorates G, Abrams J, Epstein AE, Freedman RA, Hayes DL, Hlatky MA, et al. ACC-AHA-NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40:1703-19.
15. Soliman OI, van Dalen BM, Nemes A, Zwaan HB, Vletter WB, ten Cate FJ, et al. Quantification of left ventricular systolic dyssynchrony by real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(3):232-9.
16. Gimenes VM, Vieira ML, Andrade MM, Pinheiro J Jr, Hotta VT, Mathias W Jr. Standard values for real-time transthoracic three-dimensional echocardiographic dyssynchrony indexes in a normal population. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(11):1229-35.
17. Bonow RO, Carabello B, Chatterjee K, de Leon AC, Faxon DP, Freed ME, et al. ACC/AHA 2006 Guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(3):e1-148.
18. Quiñones MA, Otto CM, Stoddard M, Waggoner A, Zoghbi WA. Recommendations for quantitation of Doppler echocardiography: a report from the Doppler Quantitation Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2002;15:167-84.
19. Popovic AD, Stewart WJ. Echocardiographic evaluation of valvular stenosis. *Echocardiography*. 2001;18:59-63.
20. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF. Percutaneous mitral valvotomy: an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. *Br Heart J*. 1988;60:299-308.
21. Assef JE, Piegas LS, Pontes Junior SC, Barretto RBM, Maldonado M, Saleh MH, et al. [Doppler echocardiographic variables and the type of surgery to be performed in rheumatic mitral valve regurgitation]. *Arq Bras Cardiol*. 2004;83 (edição especial).
22. Campos Filho O, Zielinsky P, Ortiz J, Maciel BC, Andrade JL, Assef JE, et al. Brazilian Society of Cardiology. [Guideline for indication and utilization of echocardiography in clinical practice]. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82 Suppl 2:11-34.
23. Pontes SC Jr, Assef JE, Barretto RB, Chacur P, Moreira DA, Da S Nina VJ, et al. Estimation of right ventricular mass by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18(5):427-34.
24. Vieira MLC, Grinberg M, Pomerantzeff PMA, Andrade JL, Mansur AJ. Achados ecocardiográficos em pacientes com suspeita diagnóstica de endocardite infecciosa. *Arq Bras Cardiol*. 2004;83:191-6.
25. Vieira MLC, Grinberg M, Pomerantzeff PMA, Andrade JL, Mansur AJ. Repeated echocardiographic examinations of patients with suspected infective endocarditis. *Heart*. 2004;90(9):1020-4.
26. Oliveira W, Campos O, Bezerra Lira-Filho E, Cintra FD, Vieira M, Ponchiroli A, et al. Left atrial volume and func-

- tion in patients with obstructive sleep apnea assessed by real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21(12):1355-61.
27. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quiñones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol.* 1997;30(6):1527-33.
-