

Doppler-ecocardiografia na hipertensão arterial sistêmica

Oswaldo Cesar de Almeida Filho, Benedito Carlos Maciel

Resumo

A hipertensão arterial sistêmica, em função de sua elevada prevalência populacional, representa um fator de risco importante para o comprometimento cardíaco, provocando, principalmente, hipertrofia ventricular esquerda e associando-se a elevados índices de morbimortalidade entre os hipertensos. São discutidos aspectos diagnósticos da hipertrofia ventricular esquerda utilizando a Doppler-ecocardiografia, suas limitações técnicas e implicações clínicas. A importância do padrão geométrico da hipertrofia do ventrículo esquerdo e seu significado clínico também são analisados.

A avaliação da função diastólica do ventrículo esquerdo é revisada reforçando os conceitos fisiopatológicos e as limita-

ções da investigação não-invasiva, assim como a importância da correlação clínica e as dificuldades de sua interpretação.

Novas técnicas como Doppler tecidual, modo M colorido e caracterização tecidual ultra-sônica são consideradas como opções de investigação não-invasiva entre os hipertensos. Também é abordada a importância da Doppler-ecocardiografia para diagnosticar e quantificar lesões valvares e principalmente doença coronariana associada entre os pacientes hipertensos, considerando também o ecocardiograma sob estresse.

Concluindo, são apresentadas as indicações consensuais da Doppler-ecocardiografia na hipertensão arterial sistêmica segundo as recomendações do American College of Cardiology e da American Heart Association.

Palavras-chave: Doppler-ecocardiografia; Hipertensão; Hipertrofia do ventrículo esquerdo.

Recebido: 16/10/02 – Aceito: 13/12/02

Rev Bras Hipertens 10: 52-60, 2003

A hipertensão arterial sistêmica é a principal determinante de hipertrofia ventricular esquerda e esta a principal causa de insuficiência cardíaca congestiva em adultos¹⁻⁴. É consenso que a hipertrofia ventricular representa risco isolado independentemente de outros fatores associados (idade, sexo, peso, altura, níveis tensionais e patologias coexistentes), aumentando a morbimortalidade dos pacientes^{5,6,7}.

Mesmo indivíduos sem aumento do índice de massa, mas com o aumento relativo da espessura das paredes, considerados como portadores de remodelamento concêntrico, têm pior prognóstico⁶. A depressão da função sistólica ventricular também identifica pacientes com maiores índices de mortalidade. A ocorrência de disfunção diastólica pode ser um marcador precoce de envolvimento ventricular

na hipertensão arterial sistêmica, o que torna a sua identificação um elemento adicional importante na avaliação clínica desses pacientes. A associação com insuficiência coronariana também adiciona riscos e pode modificar a abordagem do paciente hipertenso.

A Doppler-ecocardiografia é a metodologia de investigação não-invasiva que reúne as melhores condições

Correspondência:

Oswaldo Cesar de Almeida Filho
Divisão de Cardiologia do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto
Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto, SP
Tel.: (16) 602-2599
Fax: (16) 633-0869
E-mail: ocafilho@uol.com.br

para uso clínico sistematizado na detecção das alterações na massa miocárdica, função sistólica e diastólica do ventrículo esquerdo⁶. Apesar de a eletrocardiografia apresentar boa especificidade para a detecção de hipertrofia ventricular, sua sensibilidade é menor. Não obstante a investigação da função diastólica do ventrículo esquerdo ainda encerrar vários dilemas, principalmente quanto a sua abordagem, interpretação e aplicabilidade clínica, certamente a Dopplerecografiografia representa a metodologia responsável por sua inserção de modo irreversível na rotina médica da investigação não-invasiva do coração. A ecocardiografia pode colaborar, ainda, na estratificação de risco entre hipertensos, em decisões terapêuticas ou mesmo em dúvidas diagnósticas em hipertensos limítrofes. Esta técnica permite, ainda, a identificação de doenças cardíacas associadas, tais como coronariopatias e lesões valvares associadas. Novos métodos de imagem, como a ressonância nuclear magnética, demonstram, graças à sua excepcional resolução espacial, capacidade superponível ou superior à ecocardiografia, não só para avaliação da massa miocárdica mas também da função ventricular. Entretanto, esta metodologia é de aplicação restrita devido a problemas operacionais e ao custo muito elevado, o que limita bastante sua aplicação clínica, uma vez que é inacessível para a maioria dos centros. Estudo comparativo entre as duas técnicas mostra que a ecocardiografia subestima a massa ventricular em média cerca de 14,3 gramas²⁰.

A Doppler-ecocardiografia tem alta sensibilidade para identificar a existência de envolvimento cardíaco em pacientes com hipertensão arterial sistêmica. Aspectos variados da adaptação estrutural e funcional do ventrículo esquerdo à hipertensão podem ser abordados adequadamente com

esta metodologia. Incluem-se: 1) a medida da espessura diastólica das paredes e a estimativa da massa ventricular, que, analisadas relativamente às dimensões desta cavidade, permitem caracterizar a ocorrência ou não de hipertrofia, bem como seu padrão geométrico; 2) a avaliação da função diastólica ventricular esquerda, a partir da análise das curvas de Doppler espectral do padrão de fluxo mitral no enchimento ventricular, do tempo de relaxamento isovolumétrico e das velocidades de fluxo das veias pulmonares; técnicas mais recentes envolvem a avaliação da função diastólica ventricular esquerdo através do Doppler tecidual e a avaliação do fluxo mitral pelo modo M colorido; 3) a caracterização da função sistólica ventricular esquerda, mediante utilização de índices da fase de ejeção ventricular, como a percentagem de encurtamento sistólico da dimensão do VE ($\Delta D\%$), a velocidade de encurtamento sistólico circunferencial corrigida (VCfc) e a fração de ejeção; 4) a estimativa do débito cardíaco e da resistência vascular sistêmica; 5) mais recentemente, a caracterização ultra-sônica tecidual (*backscatter*), uma técnica que identifica precocemente alterações na constituição do miocárdio, decorrente do teor de colágeno aumentado, mesmo em estágios iniciais de hipertrofia e, inclusive, redução da contratilidade intrínseca do miocárdio evidenciada pela atenuação da variação cíclica do *backscatter* antes que qualquer outro índice de função sistólica se modifique⁸⁻¹¹.

A avaliação quantitativa da massa do ventrículo esquerdo pela ecocardiografia é realizada através da medida direta das espessuras do septo interventricular e parede posterior no final da diástole assim como do diâmetro diastólico deste ventrículo através do modo M dirigido pelo bidimensional. Através de fórmulas

matemáticas, subtraindo o volume da cavidade do ventrículo esquerdo do volume total desta câmara encontra-se apenas o volume das paredes ventriculares que, multiplicado por um fator de correção relacionado à densidade do miocárdio e outros fatores de correção convencionados, permite estimar a massa ventricular em gramas. Uma das fórmulas mais testadas foi publicada por Devereux¹² em 1986 (massa do VE = $0,8 \times 1,04 [(dimensão\ diastólica\ do\ VE + espessura\ do\ septo\ ventricular + espessura\ da\ parede\ posterior\ do\ VE)^3 - (dimensão\ diastólica\ do\ VE)^3] + 0,6$). Todas as fórmulas utilizadas aplicam-se em ventrículos de conformação normal considerados como elipsóides de revolução com uma razão de 2:1 entre os comprimentos de seus eixos maior e menor que permitem extrapolar o volume pela fórmula do cubo (volume = diâmetro³), portanto nos corações dilatados que tendem ao formato globoso a estimativa da massa apresenta erro maior e deve ser evitada assim como em ventrículos com alterações morfológicas segmentares mais acentuadas, por exemplo grandes aneurismas ou hipertrofias ventriculares assimétricas. Outras fórmulas têm sido utilizadas na literatura de tal forma que também os valores considerados normais não são consensuais¹³. Em nosso serviço utilizamos 110 g/m² como limite superior para mulheres e 134 g/m² para homens assim como no estudo de Devereux. Além dos índices normalizados pela superfície corporal citados até agora, devemos considerar, principalmente nos indivíduos obesos, a normalização pela estatura elevada à potência de 2,7 (estatura em metros^{2,7})¹⁴.

A avaliação da espessura relativa das paredes do ventrículo esquerdo obtida através da fórmula “2 x espessura diastólica da parede posterior do VE / dimensão diastólica do VE” permite a caracterização ventricular em

três tipos de padrões geométricos: a) hipertrofia concêntrica (aumento da massa do VE associada a aumento da espessura relativa da parede ventricular); b) hipertrofia excêntrica (aumento da massa do VE em associação a uma espessura relativa da parede normal); c) remodelamento concêntrico (massa ventricular esquerda normal e aumento da espessura relativa da parede) (Figura 1). Todas essas formas de adaptação podem ocorrer em pacientes hipertensos e expressam diferentes formas de sobrecarga hemodinâmica^{15,16}. O limite normal da espessura relativa também apresenta variação na literatura; em nosso serviço adotamos 0,44 como limite superior da normalidade.

Algumas considerações de ordem técnica são importantes relativamente à caracterização da hipertrofia ventricular a partir da determinação da massa ventricular esquerda pela ecocardiografia. Estudos de qualidade suficiente para permitir a estimativa da massa são obtidos em 80% a 90% dos pacientes avaliados^{17,18}. A qualidade do estudo, no entanto, não depende apenas da existência de uma janela ecocardiográfica adequada. Exatamente por tratar-se de um método de

diagnóstico por imagem, a confiabilidade das medidas obtidas dependerá diretamente da experiência do examinador, do cuidado na execução do estudo, da existência de critérios bem definidos para obtenção dos dados, bem como da consciência tanto do potencial quanto das limitações do método aplicado. Estudos mais recentes também validam a ecocardiografia para estudos epidemiológicos demonstrando acurácia e reprodutibilidade nas medidas¹⁹. A melhora da qualidade dos equipamentos de ultra-som, o uso de novos recursos como a segunda harmônica possibilitam uma maior confiabilidade nas medidas obtidas. Esta preocupação é fundamental quando se considera que decisões terapêuticas podem ser tomadas com base neste procedimento.

Assim, é crucial que o clínico que utiliza a ecocardiografia na avaliação dos pacientes com hipertensão arterial sistêmica conheça os princípios básicos que possibilitam estimar a massa ventricular esquerda por esta técnica.

Em diferentes estudos relatados na literatura, em populações de pacientes com hipertensão arterial sistêmica, documenta-se um padrão geo-

métrico ventricular normal entre 52% e 76% dos pacientes, enquanto 8% a 11,5% mostram o padrão de hipertrofia concêntrica, 8% a 27% apresentam hipertrofia excêntrica e 8% a 13,4% mostram o padrão de remodelamento excêntrico^{3,15}. A caracterização deste padrão geométrico ventricular, aliada a medidas da função sistólica ventricular esquerda, do débito cardíaco e da resistência vascular sistêmica, obtidos através da ecocardiografia, torna possível estabelecer um perfil hemodinâmico de cada paciente hipertenso. A partir dessas informações, é possível vislumbrar implicações para a indicação de tratamento farmacológico nesses pacientes. Infelizmente, até o presente, os estudos clínicos envolvendo terapêutica farmacológica não têm considerado adequadamente as particularidades hemodinâmico-geométricas destes diferentes grupos de pacientes hipertensos¹⁶, de modo que a importância clínica da indicação terapêutica orientada a partir deste perfil permanece por ser estabelecida em estudos sistematizados de longa duração¹⁷.

Várias evidências indicam que uma maior resistência periférica e menor volume ejetado por sístole sejam variáveis associadas a um aumento da espessura relativa da parede do ventrículo e, portanto, associadas ao padrão de remodelamento concêntrico. Por outro lado, situações em que se observam baixa resistência periférica e grandes volumes ejetados correlacionam-se com o aumento da espessura relativa da parede, ou seja, com o padrão de hipertrofia excêntrica. Uma correlação muito interessante apontada por vários estudos na literatura é a associação de aumento da espessura relativa da parede nos casos de hipertensão arterial sistólica isolada. Dessa maneira, essa associação dos padrões geométricos com

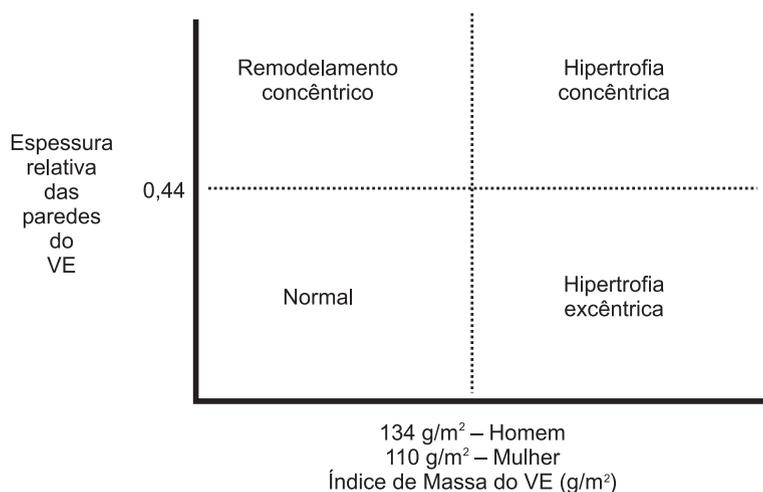


Figura 1 – Padrão geométrico do ventrículo esquerdo.

condições hemodinâmicas específicas levanta a possibilidade da particularização do tratamento anti-hipertensivo. Assim, em situações nas quais se observa o padrão de remodelamento concêntrico, associadas a um aumento da resistência periférica, poder-se-ia empregar medicações com ação predominante sobre este território, como os inibidores da enzima de conversão, por exemplo; enquanto, em situações de grandes volumes ejetados, como nos casos de hipertrofia excêntrica, poder-se-ia considerar o emprego de um betabloqueador, por exemplo²³.

Portadores de hipertrofia concêntrica apresentam maior correlação com níveis tensionais persistentemente elevados durante a monitorização ambulatorial da pressão arterial, enquanto no grupo com hipertrofia excêntrica os níveis tensionais aferidos geralmente estão no limite superior da normalidade. Ainda em relação à monitorização ambulatorial nota-se maior correlação entre aumento da massa do ventrículo esquerdo entre os pacientes durante o período de trabalho em relação ao período de repouso²².

Graus variáveis de morbidade e mortalidade são associados aos padrões da geometria ventricular com pior prognóstico para os portadores de hipertrofia concêntrica (24%), hipertrofia excêntrica (10%) e remodelamento concêntrico (6%)²¹. Koren et al.³ acompanharam 280 portadores de hipertensão arterial sistêmica por 10,2 anos e constataram, em análise univariada, que a hipertrofia ventricular é fator predisponente de eventos cardiovasculares (26% vs. 12%, $p=0,006$). Em análise multivariada ajustada para sexo, idade, colesterol total e pressão arterial sistólica e diastólica, a hipertrofia ventricular foi preditora de eventos cardiovasculares ($p < 0,001$), de morte de origem cardíaca ($p < 0,001$) e de mor-

talidade global ($p < 0,001$). Em relação ao padrão geométrico também os portadores de hipertrofia concêntrica apresentaram maior incidência de eventos cardiovasculares neste grupo.

Várias investigações mostram que a hipertrofia ventricular pode regredir com medidas terapêuticas. Embora esta regressão determine melhora do padrão de enchimento e desempenho do ventrículo esquerdo, não há elementos consistentes na literatura, até o momento, originários de estudos bem controlados envolvendo número suficiente de pacientes, indicativos de que a regressão da hipertrofia seja um fator determinante de melhora da mortalidade e morbidade dos hipertensos^{24,25,26}.

Outro aspecto relevante é a variabilidade inter e intra-observadora das medidas obtidas no ecocardiograma. Geralmente, elas estão associadas a uma variação de cerca de 10%, o que pode, inclusive, estar relacionado ao fato de que uma variação de um a dois milímetros na espessura da parede ventricular ou na dimensão da cavidade será elevada à terceira potência. Maior rigor na metodologia de medida, treinamento específico dos profissionais e maior qualidade dos equipamentos são fatores essenciais para reduzir essa variabilidade.

Em casos avançados da doença hipertensiva, a depressão do desempenho sistólico do ventrículo esquerdo é comum e os índices de desempenho sistólico da fase de ejeção (percentual de encurtamento sistólico do VE – $\Delta D\%$, velocidade circunferencial de encurtamento corrigida – VCFc e a fração de ejeção) mostram-se deprimidos. No entanto, na maioria dos casos, o portador de hipertensão arterial sistêmica tem os índices de fase de ejeção normais ou mesmo supranormais, tendendo a um padrão hipercinético de desempenho sistólico, padrão este que é determinado pela resposta adaptativa das paredes

ventriculares à sobrecarga²⁷. Embora os métodos tradicionais de avaliação da função sistólica, que analisam a fase de ejeção, se apresentem normais, na maioria dos pacientes hipertensos, outras metodologias, tais como modo M digitizado e a ressonância magnética, mostram que a contratilidade da porção média do miocárdio encontra-se deprimida mesmo antes de detectar hipertrofia relevante. Também através da caracterização ultra-sônica tecidual, os hipertensos mostram redução da variabilidade cíclica do *backscatter* que se correlaciona com redução da contratilidade miocárdica intrínseca¹.

A função diastólica ainda representa um dos maiores desafios para a investigação clínica. Na história natural da hipertensão arterial sistêmica é possível a detecção precoce de alterações na função diastólica ventricular.

Potencialmente, a Doppler-ecocardiografia é capaz de identificar a disfunção diastólica com base no padrão de enchimento diastólico do VE, na medida do tempo de relaxamento isovolumétrico e no padrão de fluxo de veias pulmonares. Não obstante o enorme interesse despertado por observações de ordem clínica e o grande volume de pesquisas desenvolvidas na última década, a função diastólica ainda não é compreendida por completo. Genericamente, pode-se considerar que o ventrículo esquerdo apresenta função diastólica normal quando ele é capaz de acomodar um volume de enchimento adequado ao mesmo tempo em que mantém baixos níveis de pressão ventricular. A diástole, entretanto, compreende um número amplo de elementos que interagem de modo complexo para resultar no enchimento ventricular^{28,29}. Estes fatores incluem: o relaxamento miocárdico ativo, a complacência ventricular, o sincronismo regional ventricular, a sucção diastólica ventricular, as propriedades viscoelásticas do

miocárdio, a contração atrial, a restrição pericárdica, a interação ventricular e o efeito erétil das coronárias³⁰. Adicionalmente, os fatores que interferem na diástole são sensíveis às sobrecargas impostas ao coração durante o ciclo cardíaco e à contratilidade ventricular³¹.

A existência de tantos fatores determinantes do enchimento ventricular certamente representa um obstáculo importante à avaliação qualitativa e quantitativa da função diastólica, que tem sido concentrada em estudos invasivos que analisam as relações pressão–volume na diástole. Destes estudos emergiram índices que procuram avaliar o relaxamento ventricular, como a constante de tempo do decaimento da pressão ventricular isovolumétrica (τ)³², o tempo de relaxamento isovolumétrico e o valor pico da primeira derivada negativa da pressão ventricular ($-dp/dt$); ou a complacência ventricular, que pode ser estimada pela pressão–volume expressa como a dv/dp ou o módulo de rigidez da câmara³³. Entretanto, nenhum dos índices desenvolvidos mediante abordagens invasivas demonstrou ser isento de limitações significativas²⁸. Estas limitações incluem não apenas as dificuldades técnicas para sua obtenção, mas também a incapacidade de discriminar consistentemente grupos específicos de pacientes com disfunção diastólica³⁴.

O crescente interesse na avaliação clínica das propriedades diastólicas do ventrículo esquerdo, observado durante a última década, estimulou a busca por métodos não-invasivos de investigação do desempenho diastólico. Estas técnicas têm como base uma análise da variação volumétrica do enchimento ventricular e incluem: a ecocardiografia modo-M digitalizada³⁵, a angiocardiorrafia radioisotópica³⁶, a ressonância magnética, a cine TC³⁷ e a Doppler-ecocardiogra-

fia através do Doppler pulsátil, modo M colorido e Doppler tecidual. Todas elas têm em comum a importante limitação de considerar apenas, na avaliação da função diastólica, a variação de volume em função do tempo, sem levar em conta as modificações simultâneas da pressão ventricular. Outra técnica utilizada mais recentemente é a caracterização ultra-sônica tecidual, que tem mostrado capacidade de identificar mudanças precoces no padrão de colágeno do miocárdio em hipertensos com disfunção diastólica¹¹.

A partir do relato inicial em que a técnica de Doppler-ecocardiografia pulsátil foi utilizada para caracterizar o enchimento ventricular³⁸, acumulou-se um conjunto bastante amplo de observações clínicas e experimentais que consolidaram um papel de destaque para este método na avaliação da função diastólica. Seu valor está relacionado à capacidade de medir diretamente a velocidade do fluxo sanguíneo, de modo simples, rápido e podendo ser repetido sucessivamente, além de apresentar uma excelente resolução temporal.

O enchimento ventricular esquerdo através da valva mitral pode ser documentado pela Doppler-ecocardiografia pulsátil com a amostra de volume posicionada no anel valvar ou na extremidade dos folhetos valvares, a partir de um transdutor em posição apical. O fluxo transvalvar se caracteriza por uma fase inicial de enchimento rápido, em que a velocidade aumenta até um valor pico (E), seguida por uma deceleração do fluxo anterógrado em direção à linha de base e um período de baixa velocidade (diástase), observando-se, posteriormente, uma nova aceleração (valor pico: A) e deceleração produzidas pela contração atrial. Um conjunto de medidas padronizadas pode ser derivado desses registros de velo-

idades, incluindo: as velocidades pico E e A durante, respectivamente, o enchimento rápido e tardio do ventrículo esquerdo e os correspondentes valores de integral no tempo (E_i e A_i); as relações E/A e E_i/A_i ; e a velocidade de deceleração, que é expressa como o tempo a partir da velocidade pico no enchimento inicial até a linha de base. Este padrão de enchimento ventricular esquerdo parece depender fundamentalmente do gradiente de pressão transvalvar mitral³⁹.

No entanto, quando estes índices de enchimento ventricular documentados pela técnica de Doppler pulsátil foram cotejados com aqueles obtidos por técnicas invasivas de avaliação do relaxamento e da complacência ventricular, que envolvem abordagem de pressão e volume ventricular, não se obteve uma boa correlação⁴⁰. Tal constatação deve ser dependente, em parte, do fato de a Doppler-ecocardiografia levar em conta apenas a variação volumétrica, mas não se pode desconsiderar que os métodos invasivos também apresentam imprecisões⁴¹. Além disso, a análise volumétrica do fluxo cardíaco pela Doppler-ecocardiografia pulsátil padece de limitações relacionadas à variação da área do anel valvar mitral durante a diástole, da ordem de 10% a 35%, e ao movimento longitudinal do anel valvar durante a diástole³⁹, indicando que o registro de velocidade através da valva mitral pode não refletir, com precisão, a variação instantânea de volume sanguíneo.

Não obstante essas limitações, a técnica de Doppler pulsátil tem permitido detectar anormalidades do enchimento diastólico em um conjunto variado de condições clínicas, incluindo: a doença isquêmica do coração, valvopatias, hipertensão arterial sistêmica, pericardiopatias, miocardiopatia dilatada e hipertrófica⁴¹. Inclusive, a análise do padrão de

enchimento ventricular tal como documentado pela Doppler-ecocardiografia, em conjunto com as medidas de pressão ventricular e de capilares pulmonares, permitiu caracterizar dois padrões de enchimento ventricular⁴². No primeiro, o mecanismo básico parece ser um relaxamento ventricular anormal, que ocorre precocemente na evolução de diversas doenças, caracterizando-se por pressões de enchimento ventricular e atrial normais, prolongamento do tempo de relaxamento isovolumétrico e diminuição gradiente de pressão transvalvar mitral no início da diástole. Esse conjunto de alterações funcionais determina uma redução da velocidade de enchimento rápido do ventrículo, aumento do tempo de deceleração e da contribuição atrial ao enchimento ventricular. No segundo, é possível constatar uma importante redução da complacência ventricular, com conseqüente elevação das pressões de enchimento ventricular e atrial, alta velocidade de enchimento rápido do ventrículo, interrupção precoce do enchimento decorrente do aumento rápido da pressão diastólica ventricular, além de redução do tempo de deceleração e da contribuição atrial. Este padrão de enchimento “restritivo” é reconhecido em fases avançadas de algumas cardiopatias que cursam com disfunção diastólica⁴³. É possível, inclusive, documentar, na medida em que a doença progride, uma evolução do padrão de enchimento dependente de anormalidade do relaxamento ventricular para o padrão “restritivo” passando por um padrão intermediário, em que estes mecanismos fisiopatológicos coexistem e se opõem, de modo a resultar em uma pseudonormalização das velocidades de enchimento ventricular⁴⁴.

O padrão de velocidades de fluxo transvalvar mitral, documentado pela

técnica de Doppler pulsátil, é dependente não apenas de mecanismos patológicos que modificam as propriedades diastólicas do ventrículo esquerdo, mas também de diferentes condições fisiológicas e técnicas. Entre estas destacam-se a localização da amostra de volume em relação ao aparelho valvar⁴⁴, a idade do paciente⁴⁵, os níveis de pré e pós-carga impostos ao ventrículo esquerdo⁴⁶, como também o grau de desempenho sistólico deste ventrículo⁴⁷.

A frequência cardíaca é uma outra variável fisiológica implicada em modificações das velocidades de fluxo transvalvar mitral observadas pela Doppler-ecocardiografia pulsátil. Esta influência foi documentada em estudos desenvolvidos em indivíduos normais⁴⁸ ou em cardiopatas⁴⁹, bem como em animais de experimentação⁵⁰. Em que pesem as diferentes formas de abordagem metodológica desses estudos, documenta-se, consistentemente, com a elevação da frequência cardíaca, um aumento da velocidade pico de enchimento dependente da sístole atrial (A) e uma redução da relação E/A, enquanto os resultados relativos à velocidade pico de enchimento inicial (E) não foram homogêneos.

No entanto, a sensibilidade desta técnica não está definida em pacientes com hipertensão arterial. Em estudo recente¹⁸, a técnica de Doppler não adicionou informação clinicamente relevante em um grupo de pacientes hipertensos, sem complicações, submetidos a um exame de rotina.

Portanto, embora a avaliação da função diastólica integre a rotina de exames Doppler-ecocardiográficos sua interpretação clínica deve ser muito criteriosa, sempre associada a uma correlação clínica rigorosa considerando o momento que o exame foi realizado, suas condições técnicas, pressão arterial sistêmica, frequência cardíaca e medicações em uso naquele

le momento, para depois fazer comparações com exames anteriores e tomar decisões clínicas.

Outras condições em que a ecocardiografia pode contribuir na avaliação dos hipertensos dependem do seu papel na detecção de doenças que podem estar associadas à hipertensão, incluindo: valvopatias, principalmente lesões valvares aórticas em idosos; dilatação da aorta ascendente; avaliação da aorta torácica na tentativa de afastar hipótese de coartação de aorta em pacientes mais jovens e a avaliação de alterações de mobilidade segmentar das paredes do ventrículo esquerdo secundárias a eventuais seqüelas isquêmicas. A alta correlação da doença coronariana com hipertensão arterial sistêmica faz da ecocardiografia sob estresse uma modalidade de investigação de grande importância no contexto clínico, que contribui para a investigação de suspeita diagnóstica assim como na quantificação de doença coronariana conhecida.

Em resumo, as indicações consensuais para realização do ecocardiograma nos hipertensos baseadas nas recomendações do American College of Cardiology e da American Heart Association⁵¹ incluem:

- 1) Quando a avaliação da função do ventrículo esquerdo em repouso, identificando hipertrofia ou padrão geométrico de remodelamento concêntrico seja importante decisão clínica (classe I).
- 2) Detecção e avaliação do significado funcional de doença arterial coronariana concomitante – ecocardiograma sob estresse (classe I).
- 3) Acompanhamento da função e aspectos anatômicos do ventrículo esquerdo, em pacientes com disfunção ventricular, quando ocorra alguma mudança no quadro clínico ou para colaborar na opção de terapêutica medicamentosa (classe I).

- 4) Identificação de anormalidades no enchimento diastólico em indivíduos com ou sem anormalidades sistólicas (classe IIa).
- 5) Avaliação de hipertrofia em pacientes com hipertensão limítrofe sem hipertrofia ao eletrocardiograma para orientar decisão quanto a iniciar ou não terapêutica medicamentosa (classe IIa).
- 6) Estratificação de risco para prognóstico por determinação do desempenho ventricular (classe IIb).
- 7) Reavaliação do paciente em tratamento clínico para constatar regressão de hipertrofia ventricular (classe III).
- 8) Reavaliação de pacientes assintomáticos para avaliar função do ventrículo esquerdo (classe III).

Abstract

Doppler-echocardiography in systemic arterial hypertension

Left ventricular hypertrophy is an important predictor of risk for future cardiovascular events. Echocardiography is a highly sensitive and reliable noninvasive methodology to detect ventricular hypertrophy. In this report we reviewed the role of Doppler-echocardiography in the clinical evaluation

and follow up of patients with systemic arterial hypertension, considering technical advantages and limitations when compared to different diagnostic techniques, cost-benefit analysis and clinical indications. The potential role of Doppler techniques to evaluate left ventricular diastolic dysfunction is also discussed. Doppler-echocardiography is able to define a left ventricular hemodynamic and geometric profile in hypertensive patients but the impact of these findings to management and follow up is still to be determined.

Keywords: Doppler-echocardiography; Hypertension; Left ventricular hypertrophy.

Rev Bras Hipertens 10: 52-60, 2003

Referências

1. Kannel WB, Gordon T, Offutt D. Left ventricular hypertrophy by electrocardiogram. Prevalence, incidence, and mortality in the Framingham study. *Ann Intern Med* 1967;71:89-105.
2. Casale PN, Devereux RB, Milner M, et al. Value of echocardiographic measurement of left ventricular mass in predicting cardiovascular morbid events in hypertensive men. *Ann Intern Med* 1986;105:173-8.
3. Koren MJ, Devereux RB, Casale PN et al. Relation of left ventricular mass and geometry to morbidity and mortality in uncomplicated essential hypertension. *Ann Intern Med* 1991;114:345-52.
4. Levy D, Garrison RJ, Savage DD et al. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl J Med* 1990;322:1561-6.
5. Lorell BH, Carabello BA. Left ventricular hypertrophy: pathogenesis, detection, and prognosis. *Circulation* 2000;102:470-9.
6. Gottdiener JS, Livengood SV, Meyer OS, et al. Should echocardiography be performed to assess effects of antihypertensive therapy? Test-retest reliability of echocardiography for measurement of left ventricular mass and function. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:424-30.
7. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, et al. Left ventricular mass and incidence of coronary heart disease in an elderly cohort. The Framingham Heart Study. *Ann Intern Med* 1989;110:101-7.
8. Di Bello V, Giorgi D, Mariani M, et al. Incremental value of ultrasonic tissue characterization (backscatter) in the evaluation of left ventricular myocardial structure and mechanics in essential arterial hypertension. *Circulation* 2003;107:74-80.
9. Maceira AM, Barba J, Diez J, et al. Ultrasonic backscatter and diastolic function in hypertensive patients. *Hypertension* 2002;40:239.
10. Kozáková M, Buralli S, Salvetti A, et al. Myocardial ultrasonic backscatter in hypertension. *Hypertension* 2003;41:230.
11. Di Bello V, Pedrinelli R, Giusti C, et al. Ultrasonic myocardial texture versus Doppler analysis in hypertensive heart. *Hypertension* 1999;33:66-73.
12. Devereux RB, Alonso DR, Luts EM, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986; 57:450-8.
13. Levy D, Savage DD, Garrison RJ, et al. Echocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy: the Framingham Heart Study. *Am J Cardiol* 1987; 59:956-60.
14. de Simone G, Daniels SR, Devereux RB, et al. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assesment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1251-60.
15. Ganau A, Devereux RB, Roman MJ, et al. Patterns of left ventricular hypertrophy

- and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19:1550-8.
16. de Simone G, Ganau A, Verdecchia P, et al. Echocardiography in arterial hypertension: when, why and how? *Journal of Hypertension* 1994;12:1129-36.
 17. Dunn FG, Pringle SD. Echocardiography in arterial hypertension: when, why and how? *Journal of Hypertension* 1994; 12:1137-8.
 18. Shub C, Tajik J, Sheps SG. The value of two-dimensional echocardiography and Doppler examination in the assessment of hypertensive patients. A pilot study. *J Am Soc Echocardiogr* 1995;8:280-4.
 19. Dai S, Ayres NA, Labharte DR, et al. Validity of echocardiographic measurement in an epidemiological study. *Hypertension* 1999;34:236-41.
 20. Myerson SG, Montgomery HE, Pennell DJ, et al. Left ventricular mass – Reliability of M-Mode and 2-Dimensional echocardiographic formulas. *Hypertension* 2002; 40:673.
 21. Shigematsu Y, Hamada M, Ohtsuka T, et al. Left ventricular geometry as an independent predictor for extracardiac target organ damage in essential hypertension. *Am J Hypertens* 1998;11:1171-77.
 22. Devereux RB, Pickering TC, Harshfield GA, et al. Left ventricular hypertrophy in patients with hypertension: Importance of blood pressure response to regularly recurring stress. *Circulation* 1983; 68:470-6.
 23. Gottdierner JS. *J Am Soc Echoc* 1996; 9:585-90.
 24. Dahlof B, Pennert K, Hansson L. Reversal of left ventricular hypertrophy in hypertensive patients. A metaanalysis of 109 treatment studies. *Am J Hypertens* 1992;5:95-110.
 25. Liebson PR, Savage DD. Echocardiography in hypertension: a review, II: echocardiographic studies of the effects of antihypertensive agents on left ventricular wall mass and function. *Echocardiography* 1987;4:215-49.
 26. Gottdierner JS, Livengood SV, Meyer PS, et al. Should echocardiography be performed to assess effects of antihypertensive therapy? Test-retest reliability of echocardiography for measurement of left ventricular mass and function. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:424-30.
 27. Hartford M, Wikstrand JCM, Berglund GL, et al. Left ventricular wall stress and systolic function in untreated in primary hypertension. *Hypertension* 1985;7:97-104.
 28. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. *Mayo Clin Proc* 1989;64:181-204.
 29. Davidson Jr WR. What is ventricular filling telling us? *Echocardiography* 1992;9:459-63.
 30. Ross Jr J. Acute displacement of the diastolic pressure-volume curve of the left ventricle: role of the pericardium and the right ventricle. *Circulation* 1979; 59:32-7.
 31. Brutsaert DL, Rademakers FE, Sys SU, et al. Analysis of relaxation in the evaluation of ventricular function of the heart. *Prog Cardiovasc Dis* 1985;28: 143-163.
 32. Weiss JL, Frederiksen JW, Weisfeldt ML. Hemodynamic determinants of the time-course of fall in canine left ventricular pressure. *J Clin Invest* 1976;58:751-60.
 33. Gaasch WH, Cole JS, Quinones MA, Alexander JK. Dynamic determinants of left ventricular diastolic pressure? volume relations in man. *Circulation* 1975;51:317-23.
 34. DeMaria AN, Wisenbaugh T, Smith MD, et al. Doppler echocardiographic evaluation of diastolic dysfunction. *Circulation* 1991;84[suppl I]:I; 288-95.
 35. Gibson DG, Brown DJ. Measurement of peak rates of left ventricular wall movement in man: a comparison of echocardiography with angiography. *Br Heart J* 1975;37:677.
 36. Bonow RO, Bacharach SL, Green MV, et al. Impaired left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease: assessment with radionuclide angiography. *Circulation* 1981;64:315-23.
 37. Slama M, Susic D, Frohlich ED, et al. Diastolic dysfunction in hypertension. *Curr Opin Cardiol* 2002; 17(4):368-73.
 38. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, et al. Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health and disease – A study by pulsed Doppler technique. *Jpn Circ J* 1982; 46:92.
 39. Nishimura RA, Abel MD, Tajik AJ, et al. Mitral flow velocity curves as a function of different loading conditions: evaluations by intraoperative transesophageal Doppler echocardiography. *J Am Soc Echo* 1989;2:79-87.
 40. Drinkovic N, Wisenbaugh T, Nissen SE, et al. Sensitivity and specificity of transmitral flow velocity measurements in detecting impaired left ventricular compliance (abstract). *Circulation* 1986; 74(suppl II): II-46.
 41. DeMaria AN, Wisenbaugh T, Smith MD, et al. Doppler echocardiographic evaluation of diastolic dysfunction. *Circulation* 1991; 84[suppl I]: I288-I295.
 42. Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:426-40.
 43. Appleton CP, Hatle LK. The natural history of left ventricular filling abnormalities: Assessment by two-dimensional and Doppler echocardiography. *Echocardiography* 1992;9:437-57.
 44. Gardin JM, Dabestani A, Takenaka K, et al. Effect of imaging view and sample volume location on evaluation of mitral flow velocity by pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1986; 57:1335-9.
 45. Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, et al. Augmentation of atrial contribution to left ventricular inflow with aging as assessed by intracardiac Doppler flowmetry. *Am J Cardiol* 1984;53:586-9.
 46. Choong CY, Abascal VM, Weyman AE et al. Combined influence of ventricular loading and relaxation on the transmitral flow velocity profile in dogs measured by Doppler echocardiography. *Circulation* 1988;78:672-83.
 47. Himura Y, Kumada T, Kambayashi M, et al. Importance of left ventricular systolic function in the assessment of left ventricular diastolic function with Doppler transmitral flow velocity

- recording. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18:753-60.
48. Smith SA, Stoner JE, Russell AE, et al. Transmitral velocities measured by pulsed Doppler in healthy volunteers: effects of acute changes in blood pressure and heart rate. *Br Heart J* 1989;61:344-7.
49. Gillam LD, Homma S, Novick SS, et al. The influence of heart rate on Doppler mitral inflow patterns. *Circulation* 1987, 76(suppl IV): IV-123.
50. Appleton CP. Influence of incremental changes in heart rate on mitral flow velocity: assessment in lightly sedated, conscious dogs. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17:227-36.
51. Cheitlin MD, Alpert JS, Armstrong WF, et al. ACC/AHA Guidelines for the clinical application of echocardiography. *Circulation* 1997;95: 1686-744.