

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DIASTÓLICA VENTRICULAR ESQUERDA  
NA INSUFICIÊNCIA RENAL CRÔNICA: ÊNFASE NO  
ECOCARDIOGRAMA POR DOPPLER PULSADO TECIDUAL**

*EVALUATION OF LEFT VENTRICULAR DIASTOLIC FUNCTION IN CHRONIC  
RENAL FAILURE: EMPHASIS ON TISSUE DOPPLER IMAGING  
ECHOCARDIOGRAPHY*

Valéria Centeno de Freitas<sup>1</sup>, Luiz Carlos Danzmann<sup>2</sup>, Marco Torres<sup>3</sup>

**RESUMO**

A insuficiência ventricular esquerda com fração de ejeção normal – insuficiência cardíaca diastólica – apresenta uma prevalência ao redor de 30 a 40%. O ecocardiograma por Doppler emergiu como o método não-invasivo padrão para avaliar a função diastólica ventricular esquerda, especialmente através do Doppler pulsado mitral (DPM) e do Doppler pulsado tecidual (DPT). Ambos, embora mais notadamente o DPM, são influenciados pela pré-carga. Os pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise (HD) freqüentemente apresentam disfunção diastólica. A possibilidade de realização de DPM e DPT, antes e após HD, permite a avaliação da função diastólica em diferentes situações de carga volêmica, estimando melhor os efeitos sobre a mesma de alterações na pré-carga e, ao mesmo tempo, considerando a capacidade do DPT, dito menos dependente da carga, na diferenciação de graus diversos de disfunção diastólica, quando comparado ao DPM. Vários trabalhos neste sentido têm sido encontrados na literatura. Na mesma linha, nossa experiência tem demonstrado que o DPT, para avaliar a função diastólica em pacientes renais crônicos antes e após HD, quando associado a manobra para aumento da pré-carga, dado não considerado em relatos anteriores, mostra-se um método útil e acessível para identificar e estratificar mais acuradamente graus diversos de disfunção diastólica, desde que as medidas sejam obtidas naqueles pacientes com volemia normal ou quase normal.

**Unitermos:** Função diastólica ventricular esquerda, Doppler pulsado tecidual, insuficiência renal crônica, hemodiálise.

**ABSTRACT**

Left ventricular failure with normal ejection fraction, diastolic heart failure, has a prevalence of 30-40%. The pulsed-wave Doppler echocardiography has become the standard noninvasive method for evaluating the left ventricular diastolic function, particularly through transmitral pulsed-wave Doppler (MPD) and tissue Doppler imaging (TDI). Both show characteristics of preload dependence, mainly the MPD. Chronic renal failure patients undergoing hemodialysis often have diastolic dysfunction. Obtaining MPD and TDI measurements before and after hemodialysis allows the evaluation of diastolic function under different conditions of volemic load. The effects of preload changes on diastolic function can be better estimated. At the same time, the ability of TDI, which is considered a less load-dependent method, to stratify different degrees of diastolic function compared with MPD can be studied more accurately. Several studies about this topic

---

<sup>1</sup> Médica ecocardiografista, Serviço de Cardiologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Aluno de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Professor, Faculdade de Medicina e Curso de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Correspondência: Valéria Freitas, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rua Ramiro Barcelos, 2350/2061, 90035-003, Porto Alegre, RS. Fone: (51) 2101-8287. E-mail: valeriacfreytas@globo.com.

can be found in the literature. Our experience has shown that the TDI associated with a maneuver to increase preload might be a useful and feasible method to identify and stratify diastolic dysfunction in renal failure patients before and after hemodialysis. This specific method of evaluation, which was not considered in previous studies, can be achieved when measurements are obtained from patients with normal or near normal volemic load.

**Key words:** Left ventricular diastolic function, tissue Doppler imaging, chronic renal failure, hemodialysis.

## INTRODUÇÃO

A importância da insuficiência cardíaca (IC) decorre da frequência com a qual essa condição é encontrada e do seu valor prognóstico. Nos países desenvolvidos, a prevalência da IC é estimada ao redor de 0,3 a 2%, com um aumento para 3 a 13% nos indivíduos acima dos 65 anos (1). Uma vez que a doença se desenvolve, a mortalidade em 6 anos aproxima-se de 80% em homens e 65% em mulheres (2). A IC é a principal causa de morbidade e mortalidade cardíacas em pacientes com doença cardiovascular (DCV). Após relatos esporádicos nas décadas de 70 e 80, estudos demonstraram consistentemente que uma proporção substancial de adultos, e principalmente de idosos, tinha IC com função sistólica normal ou quase normal (1). Aproximadamente 35 a 40% dos homens e 65 a 75% das mulheres podem ter fração de ejeção (FE) ventricular esquerda  $\geq 50\%$  (3). Sabe-se igualmente que a DCV pode resultar em disfunções sistólica e diastólica dos ventrículos (4). Dados epidemiológicos revelam que a prevalência de insuficiência ventricular esquerda com FE normal, a IC diastólica (ICD), aproxima-se de algo em torno de 30 a 40%, afetando predominantemente idosos e obesos, sendo a hipertensão arterial sistêmica o fator etiológico mais freqüente, seguida de outros processos patológicos, como a doença arterial coronariana, diabetes melito, estenose aórtica, miocardiopatia hipertrófica e miocardiopatias infiltrativas (2,5-7). A complacência ventricular esquerda diminuída, com disfunção diastólica associada, também ocorre como parte do processo natural de envelhecimento (2).

A ICD resultante da disfunção ventricular esquerda usualmente precede a disfunção sistólica, sendo o relaxamento anormal observado como seu estágio mais precoce (8). As alterações manifestadas na disfunção diastólica pelo relaxamento inadequado podem ou não deteriorar o enchimento ventricular durante o exercício, mas não em repouso. Essa fase pode permanecer assintomática por vários anos. Na medida em que a doença progride, a disfunção diastólica pode levar a elevada pressão de enchimento em repouso. Nesse es-

tágio, as alterações hemodinâmicas podem manifestar-se com aumento das pressões diastólicas final de ventrículo esquerdo (VE), atrial esquerda e capilar pulmonar (9).

A função diastólica é um processo complexo envolvendo numerosos componentes, que incluem o enchimento ventricular esquerdo, a sucção diastólica, as forças viscoelásticas do miocárdio, a restrição pericárdica, a interação ventricular e a contribuição atrial (10). Os dois principais determinantes do enchimento ventricular são o relaxamento e a complacência dessa câmara. A disfunção do enchimento diastólico do VE relaciona-se a anormalidades do relaxamento miocárdico ativo e a propriedades elásticas passivas do mesmo, que podem ocorrer resultantes de hipertrofia, isquemia miocárdica, redução do tônus adrenérgico ou a aumento no tecido conectivo do miocárdio. A piora do relaxamento eleva a tensão miocárdica na diástole, e a diminuída complacência determinada pela redução das propriedades elásticas passivas do mesmo acabam por elevar as pressões venosas pulmonares. Na ICD, a congestão venosa e a redução do débito cardíaco ocorrem como resultado de alteração no enchimento ventricular energia-dependente ou devido à redução da complacência do VE (6). É importante ainda ressaltar a atuação de fatores adjuvantes na diástole, como a carga volêmica total, a pré-carga e a função de contração-complacência atrial esquerda (11).

Durante o relaxamento isovolumétrico ativo e o enchimento precoce ventricular esquerdo, a queda continuada da pressão intraventricular cria um efeito de sucção que reforça o enchimento diastólico. Assim, uma piora no relaxamento do VE resulta em incapacidade de aumentar o volume diastólico final quando necessário (numa taquicardia, por exemplo), decorrendo daí uma redução do débito cardíaco. Por outro lado, o prolongamento do tônus miocárdico diastólico determina uma elevação na pressão diastólica do VE e um aumento na relação pressão/volume dessa câmara, principalmente durante o exercício (12).

Várias técnicas não-invasivas podem ser úteis para o diagnóstico de disfunção diastólica; porém, o

cateterismo cardíaco, que permite medidas simultâneas de pressão e volume, continua sendo o padrão-ouro para avaliação da função diastólica do VE. O parâmetro mais freqüentemente utilizado por esse método para avaliar o relaxamento ventricular é a constante de tempo de relaxamento (Tau), a qual descreve a velocidade de queda da pressão do VE durante o relaxamento isovolumétrico e cujo valor médio normal aproxima-se de 50 ms. A medida da curva de variação pressão/volume reflete alterações da complacência ventricular esquerda (13).

## O ECOCARDIOGRAMA NA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DIASTÓLICA

Nas duas últimas décadas, o ecocardiograma por Doppler emergiu como a principal ferramenta clínica não-invasiva para avaliação da função diastólica ventricular esquerda. O ecocardiograma não apenas fornece informações anatômicas e funcionais, como também é um método diagnóstico seguro, relativamente barato e amplamente disponível. Os índices obtidos pelo Doppler ecocardiograma têm sido usados não somente para propósitos diagnósticos, mas também para estabelecer prognóstico e avaliar o efeito de intervenções terapêuticas (14).

Os métodos de estudo da função diastólica ventricular esquerda mais comumente utilizados pela ecocardiografia compreendem a análise dos fluxos transmitral e de veias pulmonares através do Doppler pulsado. Essas técnicas não avaliam o evento primário do relaxamento ventricular esquerdo, mas medem o impacto das alterações nas propriedades diastólicas do VE pela avaliação das velocidades dos fluxos diastólicos, que resultam de mudanças de gradientes de pressão em nível do orifício mitral e de velocidades de fluxos sistólico e diastólico em veias pulmonares. O valor diagnóstico desses índices derivados do Doppler pode ser de certo modo limitado pela forte influência das condições de carga ventricular (3).

### Doppler pulsado mitral (DPM)

Constitui-se na técnica mais difundida empregada para análise do enchimento ventricular esquerdo, possibilitando o estudo da diástole e a obtenção de informações que permitiriam uma padronização, dentro de variáveis aceitáveis, do que é diástole normal e alterada pelo ecocardiograma. Baseando-se no fato de que o maior determinante do enchimento ventricular esquerdo é o gradiente pressórico entre o átrio esquerdo (AE)

e o próprio VE, constatou-se que esse gradiente depende da pressão negativa de sucção criada pelo relaxamento ventricular ativo e da pressão do AE. O diferencial pressórico durante a diástole tardia é dado pelo aumento da pressão atrial gerada por sua contração e pressão ventricular passiva. Alterações nesses fatores modificam o padrão de enchimento ventricular (6).

O DPM é obtido colocando-se a amostra-volume do Doppler pulsado entre as extremidades dos folhetos mitrais. Utilizando-se a apresentação gráfica do Doppler pulsado espectral, obtém-se o reconhecimento de padrões diastólicos, levando em consideração o enchimento ventricular precoce, que determina a formação de uma onda chamada E, juntamente com o enchimento tardio que determina a onda A. Variáveis importantes são: o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), que vai do fechamento da válvula aórtica e início do relaxamento ativo até o enchimento rápido ventricular esquerdo; a velocidade-pico da onda E, definida como a onda do enchimento ventricular precoce; o tempo de desaceleração da onda E (TDE), que corresponde ao tempo de queda da velocidade da onda E; a velocidade-pico da onda A, definida como a onda do enchimento diastólico final do VE, dependente da complacência ventricular esquerda e do volume atrial esquerdo; e, finalmente, a relação E/A, que nos fornece informações adicionais importantes, como os padrões de função diastólica.

Aceita-se, atualmente, que o DPM pode reconhecer o padrão de função diastólica normal, comumente observado em jovens saudáveis, onde o enchimento precoce é dominante, com uma relação  $E/A > 1$  e um TDE e TRIV normais. Por outro lado, a disfunção diastólica pode ser categorizada em quatro estágios ou graus: I (relaxamento anormal), manifestado por um pico menor de velocidade de enchimento precoce – logo, uma relação  $E/A < 1$  e um prolongamento do TDE e do TRIV; II (pseudonormal), com uma relação  $E/A > 1$  e TDE e TRIV próximos de valores normais (a exemplo do encontrado no padrão normal) e alterações que resultam de uma redução da complacência de VE, com aumento da pressão em AE para compensar o déficit de relaxamento e que representa uma progressão da disfunção diastólica; III e IV (padrões restritivos), em que a velocidade de enchimento está aumentada, resultando em uma relação  $E/A > 2$  e um encurtamento do TDE e do TRIV reversível (III) ou fixo (IV), dependendo de resposta à manobra de Valsalva para redução da pré-carga. Em acordo com essas informações, cada incremento no grau de disfunção diastólica carrega um aumento associado na morbidade e mortalidade cardiovasculares e correlaciona-se com o prognóstico clínico (4).

### Doppler pulsado para avaliação de fluxo em veias pulmonares (DVP)

É utilizado para registrar mudanças de velocidade devidas a alterações do enchimento atrial esquerdo. A amostra-volume é colocada a cerca de 1-3 cm de profundidade no interior da veia pulmonar, cujo fluxo for o mais paralelo ao feixe ultra-sônico. Diversamente do enchimento ventricular, o enchimento do AE ocorre tanto em sístole quanto em diástole, de modo que o DVP em adultos saudáveis é composto de uma onda sistólica (onda S) e uma onda diastólica (onda D). O componente sistólico pode ser subdividido em um componente precoce (S1) de relaxamento atrial e um componente tardio (S2), devido a um aumento no fluxo venoso pulmonar após a sístole ventricular direita e aumento na área de AE que segue a descida do anel mitral. A onda D resulta de um gradiente de pressão entre as veias pulmonares e o AE durante o enchimento atrioventricular na fase inicial da diástole do VE e depende dos mesmos fatores que influenciam a velocidade precoce transmitral e seu tempo de desaceleração. Em presença de pressão atrial esquerda normal, o fluxo sistólico é dominante. Ainda existe um pequeno componente reverso seguindo as ondas S e D, que reflete a contração atrial (onda A). Na medida em que ocorre um aumento na pressão de AE, a onda S diminui, e a onda D torna-se mais proeminente. O tempo de desaceleração da onda D encurta através do mesmo mecanismo, envolvendo as alterações de E e TDE do DPM. Com as alterações no relaxamento e complacência do VE, um aumento na pressão diastólica final ventricular esquerda conduz a um enchimento atrioventricular mínimo após a contração atrial, determinando uma onda A reversa de veia pulmonar proeminente e prolongada (duração aumentada) (3).

A obtenção dos fluxos de veias pulmonares pode, em muitos casos, tornar-se difícil pelo ecocardiograma transtorácico. Por outro lado, a análise qualitativa diastólica de relaxamento alterado, pseudonormal ou restritivo pode ser afetada por graus diferentes de compensação da pré-carga quando se utilizam o DPM e o DVP. Em decorrência, novos recursos têm sido desenvolvidos e testados com boa confiabilidade. Dentre eles, o Doppler pulsado tecidual (DPT) e o M-modo color Doppler (MCD), com a aparente vantagem de sofrerem pouca ou nenhuma influência da pré-carga (3,15).

### Doppler pulsado tecidual

É uma modalidade capaz de registrar as velocidades sistólica e diastólica dentro do miocárdio e no anel mitral, mensurando quantitativa e qualitativamente a

função diastólica, sendo, segundo relatos da literatura, pouco influenciada pela pré-carga (14,16). Seu módulo espectral é capaz de prover mais alta resolução temporal e de velocidade (4). A função diastólica segmentar pode ser avaliada colocando-se a amostra-volume dentro do miocárdio, principalmente nos segmentos basais (8). Para a avaliação da função diastólica global, o DPT do anel mitral pode ser obtido do corte apical quatro câmaras (3). O anel mitral é uma estrutura anatômica tridimensional complexa, com um movimento longitudinal base-ápex ao longo do eixo ventricular esquerdo, um movimento rotacional e um movimento circunferencial. É principalmente em relação ao primeiro que os estudos ecocardiográficos com DPT estabelecem ótimas correlações entre os movimentos sistólico e diastólico do anel e os índices de funções sistólica e diastólica do VE obtidos por métodos hemodinâmicos (17). O movimento do anel mitral representa modificações na dimensão do eixo longitudinal do VE, na medida em que o ápice é relativamente fixo durante o ciclo cardíaco (18). O DPT fornece informações que são úteis na compreensão das características do movimento das paredes ventriculares ao longo de seus eixos transversal e longitudinal (19). Na ausência de distorções grosseiras na forma ventricular ou de anormalidades da motilidade segmentar, as alterações na dimensão do eixo longitudinal poderiam refletir modificações do volume do VE. Na avaliação da função diastólica, porém, a velocidade nas alterações, mais que a alteração absoluta no volume ventricular esquerdo, é preferível. O DPT provê a capacidade de registrar baixas velocidades das paredes com mais alta resolução de velocidade (18).

As velocidades obtidas do anel mitral pelo DPT podem ser registradas a partir das regiões septal, lateral, inferior, posterior e anterior. Segundo Cardim et al. (17), a região septal do anel foi aquela que revelou maior correlação e concordância entre Doppler pulsado mitral e tecidual. Já outros autores advogam a mensuração das velocidades miocárdicas na região lateral do anel, com o argumento de que essa medida é mais independente e reprodutível que as aferidas na região septal (4). Sohn et al. (18) defendem a medida das velocidades septais, reivindicando que essa região do anel, ao contrário das demais, move-se numa direção mais paralela ao feixe ultra-sônico e é menos afetada pelo movimento translacional do coração. Assim sendo, são necessárias poucas correções de velocidade e ângulo.

A mobilidade do anel mitral mostra dois movimentos distintos em direção ao AE durante a diástole. O primeiro é o movimento diastólico precoce (E'), que se inicia juntamente com o fluxo mitral, mas cujo pico de velocidade precede o pico do fluxo transmitral e finda antes do término do mesmo. O fluxo mitral, após o final

do alongamento do VE no sentido de seu eixo longitudinal, levaria a um aumento do volume ventricular esquerdo em seu eixo transversal, o que corresponderia a uma complacência maior da câmara do VE em sua dimensão transversal. Pode-se, portanto, considerar que uma anormalidade do relaxamento refletida através do eixo longitudinal poderia potencialmente ser evidenciada antes da manifestação clínica de anormalidade global do relaxamento ventricular esquerdo.

O segundo é o movimento diastólico tardio ( $A'$ ), que corresponderia à fase tardia do fluxo mitral. Em pacientes normais, a velocidade  $E'$  é maior que a velocidade-pico  $A'$ , mimetizando o padrão de fluxo mitral normal. No entanto, a reversão da razão  $E/A$  do influxo mitral ocorreu em indivíduos na década dos 60 anos, enquanto a reversão da razão  $E'/A'$  ocorreu entre aqueles na década dos 40 anos, fornecendo suporte à suposição de que o relaxamento anormal na dimensão do eixo longitudinal do VE poderia ser detectado mais precocemente (18).

Acredita-se que a onda  $E'$  esteja relacionada ao processo miocárdico de relaxamento, e alguns trabalhos têm sugerido que  $E'$ , registrado pelo DPT na base cardíaca a partir de cortes apicais, seja menos dependente da pré-carga do que as velocidades transmitrais (20-22). Sohn et al. (18) mostraram que, em pacientes com relaxamento anormal, a administração de 500 a 700 ml de solução fisiológica para aumento da pré-carga levou a um padrão de fluxo transmitral pseudonormalizado, enquanto  $E'$  e  $E'/A'$  permaneceram inalterados. De modo similar, a administração de nitroglicerina para redução da pré-carga em pacientes com fluxo transmitral basal normal levou a um decréscimo na razão  $E/A$  do DPM, sem quaisquer alterações em  $E'$  e  $E'/A'$  do DPT. Finalmente, o exame invasivo simultâneo à avaliação não-invasiva pelo ecocardiograma com Doppler em 38 pacientes mostrou que a  $Tau$  relacionou-se melhor linearmente com  $E'$  e  $E'/A'$  do que as variáveis de velocidade transmitral. Um valor de  $E' < 8,5$  cm/s com uma razão  $E'/A' < 1$  identificou um padrão pseudonormalizado com 88% de sensibilidade e 65% de especificidade. Adicionalmente, Wang et al. (23) relataram em publicação recente que as velocidades medidas no anel mitral pelo DPT na fase inicial da diástole aumentam o valor preditivo para mortalidade cardíaca, quando comparadas às informações clínicas e medidas ecocardiográficas padrão.

Vários relatos, também recentes, têm questionado a independência da pré-carga do  $E'$  aferido pelo DPT. Embora  $E'$  tenha sido influenciado por alterações na pré-carga em modelos animais e indivíduos jovens com relaxamento normal, o que se encontrou foi um efeito pequeno da pré-carga sobre  $E'$  na presença de relaxamento anormal do VE (3,4).

## M-modo color Doppler

Permite a visualização espacial e temporal da propagação do fluxo no interior da cavidade ventricular esquerda, do anel mitral até o ápex. A extensão de propagação do fluxo pode ser analisada durante as fases de enchimento precoce e tardio. Uma primeira onda propaga-se do AE ao ápice do VE, refletindo o relaxamento diastólico precoce; uma segunda onda corresponde à contração atrial esquerda (3). A velocidade de propagação do fluxo diastólico precoce ( $V_p$ ) do MCD correlaciona-se com gradientes pressóricos intraventriculares e é referida como um índice da *performance* ventricular esquerda que independe da pré-carga (15).

## INSUFICIÊNCIA RENAL CRÔNICA (IRC) E FUNÇÃO VENTRICULAR DIÁSTÓLICA

A IRC é acompanhada por uma elevada prevalência de alterações morfológicas e funcionais cardíacas, as quais podem facilmente ser detectadas pela ecocardiografia. Essas anormalidades são responsáveis pela alta incidência de IC e mortalidade por causas cardiovasculares nos pacientes afetados. Muitos autores atribuem tais alterações à hipertensão ou doença arterial coronariana, ambas freqüentemente encontradas em urêmicos em programa de hemodiálise (HD). Estudos cruzados indicam que a hipertrofia ventricular esquerda é não apenas a alteração mais freqüente em pacientes renais crônicos, mas também um fator de risco independente para sobrevida. Embora a função sistólica do ventrículo hipertrofico esteja preservada, o enchimento diastólico comumente está alterado. O enchimento ventricular anormal em pacientes com IRC resulta de complacência diminuída de VE, causada por fibrose e retardo no relaxamento. A diminuição do relaxamento miocárdico é atribuída à recaptção lenta de cálcio pelo retículo sarcoplasmático. A fibrose miocárdica é atribuída a fatores como angiotensina II e elevação de hormônio da paratireóide, endotelina, aldosterona e níveis plasmáticos de catecolaminas (24-26). A hipotensão intradiálítica é uma importante complicação da HD e ocorre com uma incidência de 25%, variando de 15 a 50%, e aumenta com a idade. A hipotensão origina-se de grande retirada de líquido da circulação central hemodinamicamente ativa durante um curto período de tempo, impedindo que os mecanismos compensatórios normais, como reposição plasmática e redução de capacidade venosa, possam atuar. A manutenção adequada do enchimento cardíaco quando cai acentuadamente a pressão venosa depende muito da função diastólica do

VE. A maioria dos pacientes com IRC tem disfunção diastólica, a qual é altamente sensível à redução do enchimento cardíaco, com impacto significativo para a manutenção do débito cardíaco (25-27). Vale salientar que esses pacientes com IRC, disfunção diastólica e alto risco de instabilidade hemodinâmica durante a HD podem ser identificados prospectivamente pelo ecocardiograma por Doppler convencional (27).

### RACIONALIZAÇÃO PARA O ESTUDO DA FUNÇÃO DIASTÓLICA POR DOPPLER EM PACIENTES EM HD

A função diastólica ventricular esquerda, de acordo com inúmeros relatos publicados na literatura, é influenciada pela carga volêmica total e pela pré-carga. É importante, sob o ponto de vista terapêutico e prognóstico, a avaliação do grau de disfunção diastólica nesses pacientes, e, atualmente, o ecocardiograma por Doppler tem sido o instrumento de rotina para esse fim.

Temos proposto estimar a disfunção diastólica em pacientes com IRC em programa regular de HD, antes e após o processo dialítico, a fim de que informações em diferentes situações de carga volêmica possam ser obtidas. Para tal propósito, temos usado o DPM e o DPT, metodologias comumente referidas em trabalhos similares realizados nos últimos anos.

Por outro lado, temos procurado estimar os efeitos sobre a função diastólica e sua avaliação por DPM e DPT de alterações na pré-carga, através da utilização simultânea de manobra para aumento da mesma, por elevação dos membros inferiores, fator que não tem sido contemplado nos estudos descritos. Utilizando tal procedimento, procuramos estimar a validade do ecocardiograma por DPT, considerado pouco dependente das condições de carga, para detectar diferentes graus de disfunção diastólica, como relaxamento anormal *versus* pseudonormal, e revelar, assim, com maior acurácia, os diferentes estágios de disfunção diastólica.

Adicionalmente, no desenvolvimento de nossas investigações, temos levado em consideração a faixa etária dos pacientes, dados os reconhecidos efeitos fisiológicos do envelhecimento sobre a função diastólica. Esse fator não tem citação em trabalhos até aqui realizados. Nossos pacientes são divididos em dois grupos,  $\leq 45$  anos e  $> 45$  anos, tendo sido escolhido esse ponto de corte com base em relato de Sohn et al. (18) de que a inversão da razão E'/A' ocorreu em pacientes entre os 40 e 49 anos.

Levando ainda em consideração registros de trabalhos anteriores (17,18), optamos pela região septal do anel mitral para a obtenção das medidas do DPT, dita

como a região que revelou maior correlação e concordância entre DPM e DPT, além de ser aquela que, ao contrário das demais, move-se numa direção mais paralela ao feixe ultra-sônico e é menos afetada pelo movimento translacional do coração, sendo necessárias poucas correções de velocidade e ângulo.

Foi já demonstrado que alterações levando a aumento ou redução da pré-carga determinaram modificações nas velocidades do DPM, mas não no DPT, melhorando a capacidade deste último em diferenciar padrão de enchimento normal de pseudonormal (18). Tamano et al. (28) observaram as velocidades-pico do movimento inicial do anel mitral, E', avaliadas pelo DPT em pacientes em HD, e concluíram que E' é pouco afetada pela HD, comparada com E, assim como o efeito da HD sobre E' pode ser ignorado se a quantidade removida de fluido for pequena.

Muitos estudos recentes, para avaliar os efeitos da pré-carga sobre o DPT na avaliação da função diastólica de VE, têm analisado pacientes com IRC em HD, registrando as velocidades do anel mitral pelo DPT imediatamente antes e após uma sessão dialítica completa. Pacientes com IRC freqüentemente apresentam disfunção diastólica, e o grau de disfunção pode ser influenciado pela carga volêmica total (9,29). Hung et al. (30), em seu trabalho com pacientes em HD, concluíram que as alterações de carga geradas pela HD influenciaram significativamente a função diastólica ventricular esquerda e a hemodinâmica, ao mesmo tempo em que as medidas Doppler ecocardiográficas proporcionaram um meio para estimar os efeitos do enchimento do VE e da hemodinâmica durante a HD. Oguzhan et al. (31) referiram que as velocidades miocárdicas e diastólicas do anel mitral são afetadas pela redução da pré-carga, e tal achado deve ser considerado quando a função diastólica é avaliada pelo DPT. Os resultados desses estudos são também consistentes com a capacidade da hipervolemia pré-dialise em mascarar as anormalidades do enchimento diastólico precoce do VE, resultando em pseudonormalização do fluxo transmitral (26).

Nossas avaliações têm demonstrado que o DPT, previamente considerado como relativamente independente da pré-carga, apresenta características de dependência similares às do DPM. O DPT é encontrado como método pouco ou não-dependente da pré-carga apenas em algumas condições fisiológicas. Desde que o DPM é pré-carga dependente, assim como o DPT, embora menos, é importante especificar o estado volêmico e o momento de realização das medidas Doppler ecocardiográficas em relação à sessão dialítica completa, quando pacientes em HD são examinados.

Nosso estudo tem demonstrado que é mais importante avaliar a função diastólica em estado relativamente

normovolêmico, pelo menos 1 hora após a sessão de HD, fato que está em concordância com trabalhos prévios (25,26,29).

As medidas de DPM e DPT em nossos pacientes em HD foram obtidas 1 hora antes e 1 hora após uma sessão de HD sem intercorrências, sendo o peso seco considerado ótimo quando os pacientes permanecem sem sintomas de dispnéia, ortopnéia ou edema durante o período interdialítico. Nesses dois momentos diferentes de carga volêmica, as medidas são obtidas em estado basal e com manobra adicional à beira do leito por elevação dos membros inferiores para aumento da pré-carga. Essa condição, não estudada previamente, objetiva estimar o papel de uma variável hemodinâmica como a pré-carga sobre a avaliação da função diastólica por DPM e DPT em pacientes em HD. A faixa etária dos pacientes foi levada em consideração, como anteriormente salientado, desde que é sabido que a função diastólica deteriora-se gradativamente com o avanço da idade.

Nossas avaliações têm confirmado que a razão E'/A' do DPT obtida no segmento septal basal do anel mitral permaneceu inalterada, em qualquer idade, nos pacientes em HD, quando estes se encontravam depletados. Após uma sessão dialítica regular, a razão E'/A' foi observada como independente das alterações da pré-carga, nas condições avaliadas. Modificações na razão E/A do DPM, com manobra de elevação dos membros inferiores em todos os indivíduos > 45 anos, a despeito do nível de congestão, confirma a pseudonormalização do fluxo transmitral. Como consequência e sugestão, pode-se assumir que a variação da razão E'/A', medida pelo DPT em pacientes sob condição volêmica normal ou quase normal, associada a manobra de elevação dos membros inferiores para aumento da pré-carga, pode detectar melhor graus diferentes de função diastólica.

### Limitações do estudo

Medidas de velocidades do anel mitral pelo DPT, quando obtidas considerando o septo basal posterior, podem ser afetadas quando existirem anormalidades da função ventricular direita (32). Por outro lado, uma janela ecocardiográfica desfavorável deve ser considerada, uma vez que isso pode afetar a avaliação por Doppler.

### Estudos futuros

Pacientes com IRC em programa regular de HD são submetidos a consideráveis perdas líquidas durante o processo, de modo que a hipotensão intradialítica, uma complicação importante da HD, pode ocorrer porque tais indivíduos apresentam disfunção diastólica avançada com pior prognóstico clínico (25). As velocidades do anel mitral

medidas pelo DPT no início da diástole incrementam poder preditivo para mortalidade cardíaca, comparadas a dados clínicos e medidas ecocardiográficas padrão (23). Como consequência, investigações que desenvolvam marcadores mais acurados para detectar diferentes graus de disfunção diastólica podem vir a ser muito úteis no manejo clínico desses pacientes, bem como na redução de eventos adversos e melhor prognóstico.

Ficam aqui sugestões de novas pesquisas envolvendo, por exemplo, o MCD, até aqui salientado como método amplamente pré-carga independente (15), associação de vários métodos, como DVP adicionalmente, obtendo e testando um número maior de índices, e comparando sua validade individual ou conjunta, sob condições diversas, como as testadas nos pacientes em HD, sempre buscando uma maior acurácia diagnóstica.

## CONCLUSÃO

De acordo com estudos prévios, as medidas das velocidades do anel mitral pelo DPT são pré-carga dependentes, embora menos que as velocidades obtidas pelo DPM. Elas são, no entanto, comprovadamente afetadas pela carga volêmica total. Nossa experiência tem demonstrado que, quando associado a uma simples manobra para aumento da pré-carga, por elevação dos membros inferiores, o DPT mostra ser um método efetivo para detectar e identificar graus de disfunção diastólica mais acuradamente, desde que a avaliação seja realizada em pacientes com carga volêmica normal ou quase normal. Especificar o momento da aferição parece fundamental. Por outro lado, mesmo diante da possível redução da complacência pela idade, a razão E'/A', quando associada a manobra para variação da pré-carga, foi capaz de identificar graus diferentes de disfunção diastólica. Acrescente-se ainda que as medidas do DPT obtidas no segmento basal do septo mostram-se discriminadoras da função diastólica.

## REFERÊNCIAS

1. Rusconi C. Prevalence. In: Rusconi C, Hess OM, Poggesti C, eds. Left ventricular diastolic function, dysfunction and failure: a comprehensive textbook. Roma: CESI; 2004. Pp. 447-67.
2. Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure: Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Evaluation and Management of Heart Failure). J Am Coll Cardiol 1995;26:1376-98.

3. Naqvi TZ. Diastolic function assessment incorporating new techniques in Doppler echocardiography. *Rev Cardiovasc Med* 2003;4(2):81-99.
4. Khouri SJ, Maly GT, Suh DD, et al. A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:290-7.
5. Maurer MS, Spevack D, Burkhoff D, et al. Diastolic dysfunction. Can it be diagnosed by Doppler echocardiography? *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1543-9.
6. Vitarelli A, Gheorghiade M. Diastolic heart failure: standard Doppler approach and beyond. *Am J Cardiol* 1998;81(12A):115g-21g.
7. Kessler KM. Heart failure with normal systolic function. Update of prevalence, differential diagnosis, prognosis and therapy [editorial]. *Arch Intern Med* 1988;148:2109-11.
8. Oki T, Tabata T, Yamada H, et al. Clinical application of pulsed tissue imaging for assessing abnormal left ventricular relaxation. *Am J Cardiol* 1997;79:921-8.
9. Rusconi C. Diagnosis. In: Rusconi C, Hess OM, Poggesi C, eds. *Left ventricular diastolic function, dysfunction and failure: a comprehensive textbook*. Roma: CESI; 2004. Pp. 446-596.
10. Nishimura RA, Tajik AJ. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta stone. *J Am Cardiol* 1997;30:8-18.
11. Cohen GI, Facc JFP, Thomas JD, et al. A practical guide to assessment of ventricular diastolic function using Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:1753-60.
12. Brutsaert DL, Facc SU, Gillebert TC. Diastolic failure: pathophysiology and therapeutic implications. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:318-25.
13. Vigoritto F, Eberli F, Hess OM. Invasive evaluation of left ventricular diastolic function. In: Rusconi C, Hess OM, Poggesi C, eds. *Left ventricular diastolic function, dysfunction and failure: a comprehensive textbook*. Roma: CESI; 2004. Pp. 509-17.
14. Garcia MI, Facc JDT, Facc ALK. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:865-75.
15. De Boeck BW, Oh JK, Vandervoort PM, et al. Colour M-mode velocity propagation: a glance at intra-ventricular pressure gradients and early ventricular performance. *Eur J Heart Fail* 2005;7(1):19-28.
16. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, et al. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527-33.
17. Cardim N, Morais H, Fonseca C, et al. Doppler tecidual nos vários locais do anel mitral: todos diferentes ou iguais? *Rev Port Cardiol* 2000;19(3):303-11.
18. Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:474-80.
19. Oki T, Tabata T, Mishiroy Y, et al. Pulsed tissue Doppler imaging of left ventricular systolic and diastolic wall motion velocities to evaluate differences between long and short axes in healthy subjects. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:308-13.
20. Isaz K. Tissue Doppler imaging for the assessment of left ventricular systolic and diastolic function. *Curr Opin Cardiol* 2002;17:432-42.
21. Yalçın AK, Muderrisolu H, Korkmaz ME, et al. Is Doppler tissue velocity during early left ventricular filling preload independent? *Heart* 2002;87:336-9.
22. Danzmann LC. Análise da função diastólica do ventrículo esquerdo em hipertensos sob variação de condições hemodinâmica provocadas: estudo comparativo entre o Doppler transmitral e tecidual [dissertação de mestrado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2001.
23. Wang M, Yip GWK, Wang YM, et al. Peak early diastolic mitral annulus velocity by tissue Doppler imaging adds independent and incremental prognostic value. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:820-6.
24. Facchin L, Vescovo G, Levedianos G, et al. Left ventricular morphology and diastolic function in uraemia: echocardiographic evidence of a specific cardiomyopathy. *Br Heart J* 1995;74:175-9.
25. Hung KC, Huang HL, Chu CM, et al. Evaluating preload dependence of a novel Doppler application of left ventricular diastolic function during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2004;43:1040-6.
26. Ie EHY, Vletter WB, Cate FJT. Preload dependence of new Doppler techniques limits their utility for left ventricular diastolic function assessment in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2005;14:2858-62.
27. Stoddard MF. Echocardiography in the evaluation of cardiac disease due to endocrinopathies, renal disease, obesity and nutritional deficiencies. In: Otto CM, ed. *The practice of clinical echocardiography*. Philadelphia: WB Saunders; 2002. Pp. 779-96.



28. Tamano K, Kobayashi T, Takahashi M, et al. Effect of hemodialysis on peak velocity of early diastolic mitral annulus motion. *J Cardiol* 2004;44:147-52.
29. Agmon Y, Oh JK, McCarthy JT, et al. Effect of volume reduction on mitral annulus diastolic velocities in hemodialysis patients. *Am J Cardiol* 2000;85:665-8.
30. Hung KC, Huang HL, Chu CM, et al. Effect of altered volume loading on left ventricular hemodynamics and diastolic filling during hemodialysis. *Ren Fail* 2004;26:141-7.
31. Oguzhan A, Arinc H, Abaci A, et al. Preload dependence of Doppler tissue imaging derived indexes of left ventricular diastolic function. *Echocardiography* 2005;22:320-5.
32. Shimizu Y, Massaki U, Shimizu H, et al. Peak negative myocardial velocity gradient in early diastole noninvasive indicator of left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1418-25.