

Artigo
Original

Doppler Tecidual em Indivíduos Normotensos e Hipertensos e sua Correlação com o Peptídio Natriurético B Plasmático

10

Tissue Doppler in Normotensive and Hypertensive Individuals and its Correlation with Natriuretic Peptide (Plasmatic B)

Cesar Augusto da Silva Nascimento, Ivan Cordovil, Alexandre Sahate, Alberto Recznik, Marcelo Vianna, Alessandro Garcia, Carlos Magliano, Anna Ribeiro, Constante Garcia, Braulio dos Santos, Martha Turano, Marcos Heber, Luiz Henrique Weitzel

Instituto Nacional de Cardiologia Laranjeiras (RJ)

Objetivo: Verificar a correlação existente entre o peptídio natriurético B (BNP), marcador fidedigno da disfunção miocárdica e a velocidade Ea ao Doppler Tissular, associada à disfunção diastólica, em pacientes normotensos e hipertensos com a função sistólica preservada.

Métodos: Foram estudados 101 pacientes, 68 do sexo masculino e 33 do sexo feminino, assim distribuídos: Grupo I - 40 pacientes normotensos; Grupo II - 61 pacientes portadores de hipertensão arterial sistêmica; Grupo IIa - 52 pacientes hipertensos, com BNP <100pg/ml; Grupo IIb - 9 pacientes hipertensos, com BNP >100pg/ml.

Resultados: Grupo I - Pacientes normotensos: Idade média: 38 anos; Média do AE: 35mm. Fração de ejeção: 65%; Massa do VE: 162g; EPW 79cm/s; DT(Ea) 18,8cm/s.

Grupo II - Hipertensos: Idade média: 57,6 anos; Média do AE: 40mm; Fração de ejeção: 65%; Massa do VE: 285g.

Grupo IIa- HAS com BNP<100pg/ml: FE: 63%; Massa do VE: 280g; Média do DT(Ea) 11cm/s (>10).

Grupo IIb - HAS com BNP>100pg/ml: FE: 62%; Massa do VE: 292g; Média do DT(Ea) 7,1cm/s (<8) p=0,0076.

O espessamento relativo de parede (com hipertrofia concêntrica e excêntrica) mostrou correlação com o BNP>100 (p=0,026), Neste Grupo também, por motivo de natureza técnica, não foi observada correlação com a FE ou com o stress meridional do VE.

Conclusão: Destaca-se neste estudo o Ea como importante marcador não-invasivo da disfunção miocárdica, pretensamente avaliada pelo aumento do BNP.

Palavras-chave: Hipertensão arterial sistêmica, Peptídio natriurético B plasmático, Doppler tecidual

Objective: To identify the existing correlation between BNP, a reliable marker of mild myocardial dysfunction, and Ea velocity by DTI, associated with diastolic dysfunction in normotensive and hypertensive patients with preserved systolic function.

Methods: 101 patients were studied prospectively. 68 were males and 33 females.

Group I – 40 normotensive patients; Group II – 61 patients with hypertensive disease; Group IIa – 51 hypertensive patients with BNP below <100pg/ml; Group IIb - 9 hypertensive patients with BNP over >100pg/ml. The relative thickening of the layer (with excentric and concentric hypertrophy) showed correlation with BNP>100 (p=0.026). Due to technical reasons, no correlation with EF or with stress meridional do VE was found.

Results: Group I – Normotensive patients: Mean age: 38; Left atrium average: 35mm; Ejection fraction: 65%; LV Mass 162g; and PW 79cm/s: DTI(Ea) 18.8 cm/s.

Group II – Hypertensive mean age: 57.6; Left atrium mean: 40mm; Ejection fraction: 65%; LV mass: 284.66g,

Group IIa- Hypertensive with BNP<100pg/ml; EF:63%, LV Mass 280g; DTI mean (Ea) 11cm/s (>10) Group IIb - Hypertensive patients with BNP>100pg/ml - EF:62%, LV mass 292g; DTI mean (Ea) 7.1cm/s (<8) p=0.0076.

Conclusion: Ea stands out as an important non-invasive marker of myocytic dysfunction supposedly evaluated by BNP increase.

Key words: Systemic arterial hypertension, Natriuretic peptide plasmatic B, Tissue Doppler

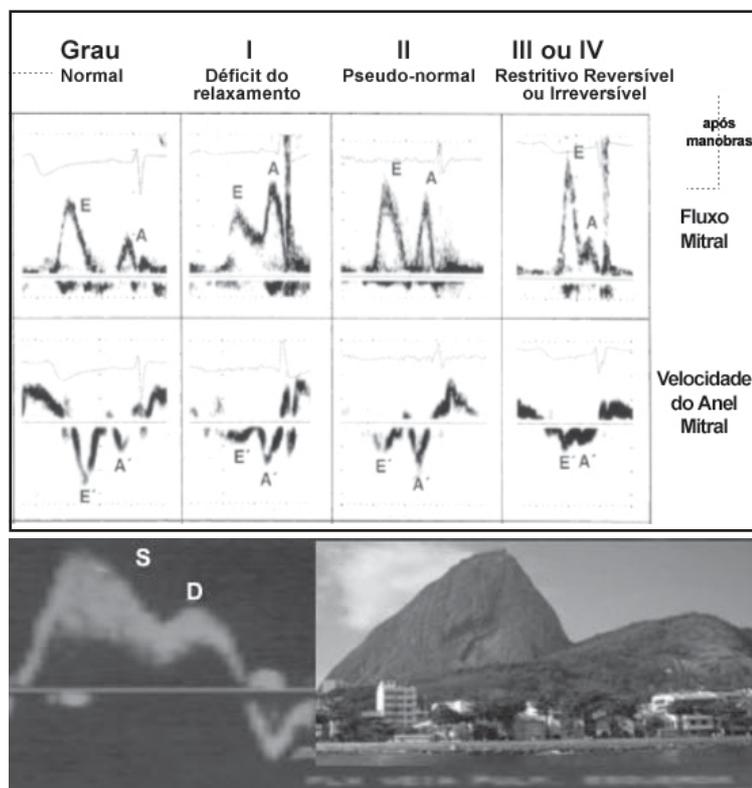


Figura 1
Doppler transmitral e de veias pulmonares
O Fluxo das Veias Pulmonares no Padrão Normal – Sinal do Pão-de-Açúcar. Modificação dessa morfologia ocorre nas patologias com insuficiência mitral, aumento da pD2, etc.

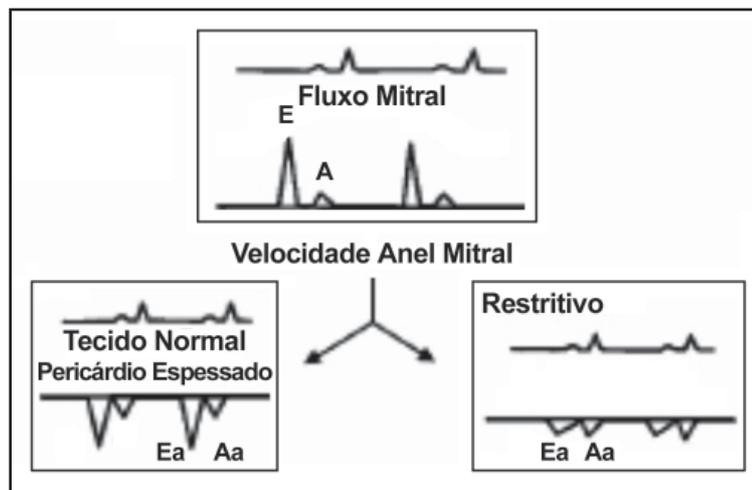


Figura 2
Diagnóstico diferencial entre pericardite constrictiva e miocardiopatia restritiva
Adaptação de Ha JW, et al¹³.

Significativa proporção de pacientes com insuficiência cardíaca apresenta função sistólica preservada. Pacientes com insuficiência cardíaca diastólica têm mortalidade 5 a 8 vezes maior que a população normal¹⁻⁴.

Entre os métodos para a avaliação da função sistólica e diastólica do coração, a ecocardiografia, especificamente com o uso do Doppler, tem evoluído bastante nos últimos anos. O Doppler Tecidual (DT) vem se somar às técnicas ecocardiográficas convencionais mais freqüentemente utilizadas (Doppler transmitral e de veias pulmonares⁵ (Figura 1)

O DT, tendo capacidade para medir as velocidades da parede miocárdica, e por não sofrer alterações significativas com a mudança da pré-carga, da freqüência cardíaca, da contração atrial, entre outras, vem desempenhando importante papel na avaliação da função diastólica e sistólica do coração^{6,7}.

O DT tem sido objeto de muitas pesquisas e vem demonstrando, entre outras aplicações, utilidade no diagnóstico diferencial entre pericardite constrictiva e miocardiopatia restritiva (Figura 2), no acompanhamento do transplante cardíaco, na avaliação da função ventricular segmentar, na diferenciação entre hipertrofia patológica e fisiológica, na avaliação da função diastólica e sistólica dos ventrículos esquerdo e direito e na avaliação de assincronismo miocárdico⁸⁻¹².

O Peptídeo Natriurético B (BNP)

BNP é um peptídeo liberado na corrente sanguínea pelos ventrículos, em resposta ao esgarçamento dos miócitos. Em estudos anteriores foi mostrada a sua capacidade em predizer insuficiência cardíaca congestiva em pacientes selecionados nas emergências, e se relacionou significativamente com elevada pressão diastólica final do VE medida não invasivamente em pacientes com FE baixa e ICC. Não há informações entretanto a respeito de sua correlação em pacientes com múltiplas desordens ou em pacientes com a função sistólica preservada, e ainda naqueles que apresentam disfunção diastólica¹⁴.

Kazanegra et al. demonstraram relação entre o BNP e a pressão de oclusão da artéria pulmonar em pacientes com FE baixa¹⁵.

Contraopondo-se aos sistemas vasoconstritores e seus efeitos deletérios, ocorre em humanos a ativação de sistemas vasodilatadores, retendo sódio e água e inibindo o sistema renina angiotensina

aldosterona (SRAA). Há três peptídeos: o ANP liberado pelo átrio; o BNP que é um sistema peptídico natriurético de grande importância, pois promove a excreção de sódio e água e recebeu esse nome (B) por ter sido descoberto em cérebro (Brain) de macaco; e o tipo C, liberado pelas células endoteliais. O presente estudo se propôs a verificar a correlação do Doppler Tecidual (TDI), Ea medido no anel mitral póstero-lateral (Figura 4), com o Peptídeo Natriurético B (BNP).

Metodologia

Foram estudados 101 indivíduos, sendo 68 do sexo masculino e 33 do sexo feminino, assim estratificados: Grupo I: 40 indivíduos normotensos e Grupo II: 61 indivíduos portadores de HAS. Este Grupo II foi subdividido em: Grupo IIa constituído por 52 indivíduos com HAS e BNP <100pg/ml e Grupo IIb, constituído por 9 indivíduos com HAS e BNP >100pg/ml.

Os pacientes hipertensos são oriundos do Setor de Hipertensão Arterial do INCL que foram orientados e assinaram o documento de Consentimento Livre e Esclarecido (Figura 3).

Ecocardiograma

- TDI: Foram realizadas medidas da velocidade máxima da onda Ea no corte 4 câmaras no anel mitral lateral;
- Massa do VE: Estimada a massa do VE pelo método de Devereux;
- Fração de ejeção: Estimada pelo método de Teichholtz, medindo-se os diâmetros diastólico e sistólico de VE ao Modo M;
- Medida do átrio esquerdo: Realizada medida do maior diâmetro do AE pelo Modo M no corte paraesternal eixo longo.

Análise estatística

Foram correlacionados outros parâmetros da planilha ecocardiográfica com a planilha completa do Setor de Hipertensão. Foram utilizados os seguintes testes: t de Student, Mann-Whitney e o coeficiente de correlação de Spearman, considerando-se 5% como significância estatística.

Resultados

Grupo I: idade média de 32 anos; AE média 35mm; FE média 65%; massa do VE média 162g; EPW média de 79cm/s; DT(Ea) média 18,8cm/s.
Grupo II: idade média 58 anos; AE média 40mm; FE média 65%; massa do VE média 285g

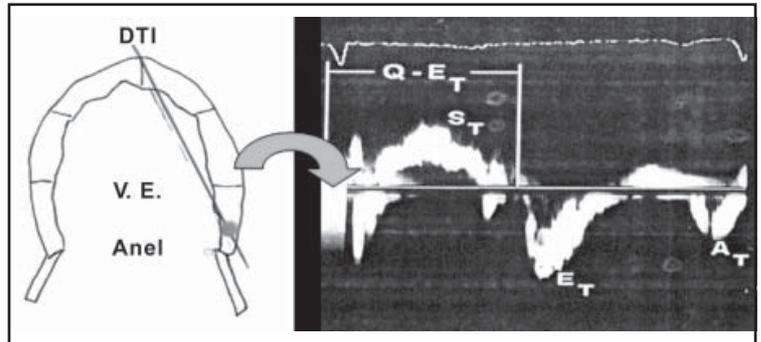


Figura 3

À esquerda: Corte apical quatro câmaras mostrando o ponto da parede lateral-basal onde a avaliação pelo DT é medida. À direita: Mostra a curva do movimento da parede em função do tempo. A curva positiva mostra o movimento sistólico, e a curva negativa mostra a diástole com suas ondas Et (tecidial) ou Em (miocárdio) ou E' (para diferenciar do E pelo PW) ou mais recentemente Ea (anel) e At. Et>At onde a velocidade de pico se encontra no ápice da onda Et.

Grupo IIa: FE média 63%; massa do VE média 280g; DT(Ea) média 11cm/s (>10)

Grupo IIb: FE média 62%; massa do VE média 292g; DT(Ea) média 7cm/s (<8)

- Tempo de hipertensão: correlação negativa (coeficiente de correlação de Spearman de -0,33, p=0,018)
- BNP: correlação negativa (coeficiente de correlação de Spearman de -0,53, p=0,00001)
- BNP categórico (corte >100pg/ml):
 - a. HVE correlação positiva (p=0,0026) teste t de Student
 - b. DTI e' menor no Grupo IIb com BNP>100pg/ml (mediana de 8) que no Grupo IIa com BNP <100pg/ml (mediana 11) com p=0,00045 (Figura 4)

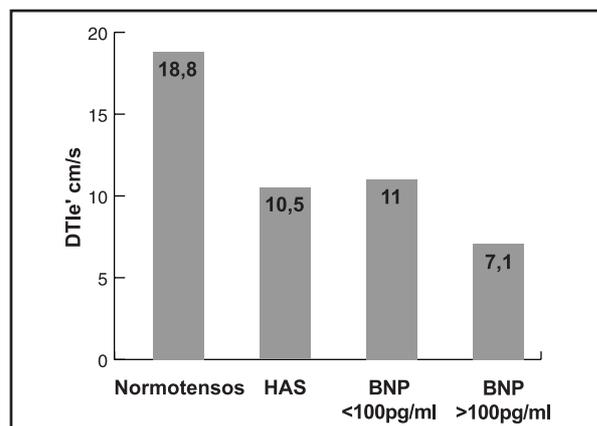


Figura 4

Correlação do Doppler Tecidual (Ea) entre os grupos Normotensos, portadores de HAS, Hipertensos com BNP<100 e BNP>100pg/ml.

Observa-se a redução do DTI Ea no grupo hipertenso com BNP>100pg/ml. p=0,0076. Mann-Whitney Exato.

Discussão

O efeito Doppler foi primeiramente descrito em 1842, pelo físico austríaco Christian Johann Doppler, porém seu uso na medicina, especificamente na ecocardiografia, iniciou-se em 1980, quando foi incorporado à rotina diagnóstica, melhorando bastante a qualidade do método, acrescentando informações valiosas quanto à fisiologia cardíaca.

A Ecocardiografia Doppler é a análise da variação da frequência ultra-sônica encontrada nos ecos refletidos das hemácias. Caso as hemácias não se movam ou tenham movimento perpendicular ao feixe ultra-sônico, as ondas refletidas são percebidas com a mesma frequência com que foram emitidas, não havendo imagem. Caso sejam refletidas com maior frequência, o objeto se aproxima do emissor e caso sejam refletidas com menor frequência, ele se afasta do emissor. Esse movimento pode ser demonstrado na forma de gráfico (sendo positivo para a aproximação e negativo para o afastamento), quanto em forma colorida (vermelho para a aproximação e azul para o afastamento). (Figura 5)

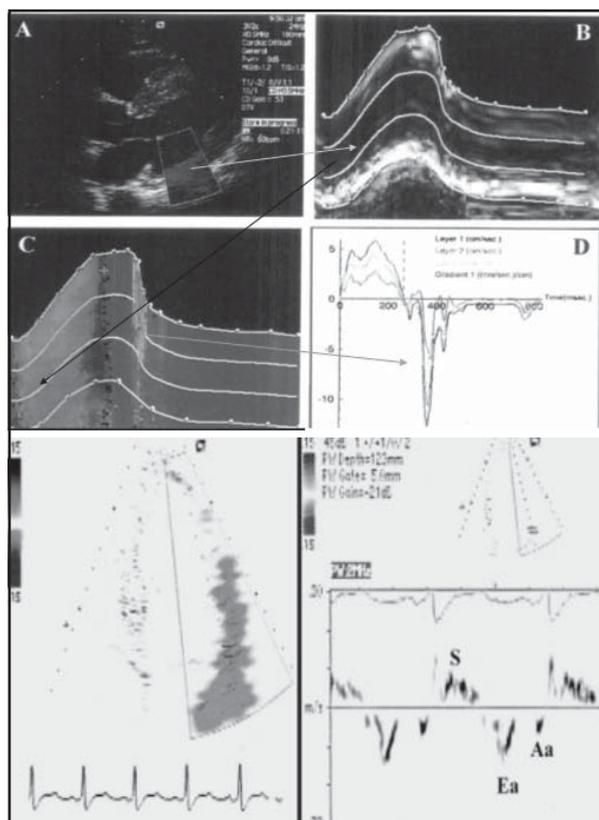


Figura 5
Doppler Tecidual demonstrando deslocamento da parede posterior e o gráfico da alteração da velocidade

A principal contribuição dessa técnica foi possibilitar a identificação da direção, do sentido e da velocidade do fluxo sanguíneo dentro do coração

e dos vasos, dando significativa contribuição ao estudo das valvulopatias e cardiopatias congênitas, além de informação sobre a função ventricular global.

Por outro lado observou-se que significativa proporção dos pacientes com doença cardíaca e dispnéia aos esforços apresenta função sistólica preservada, sendo dessa maneira iniciados os estudos sobre a função diastólica, o que demonstrou que a alteração de relaxamento miocárdico é um denominador comum em pacientes com insuficiência cardíaca sem disfunção sistólica, e que estes pacientes têm mortalidade 5 a 8 vezes maior que a população normal.

Assim, a função diastólica passou a ser melhor estudada, sendo hoje considerada essencial para um bom desempenho sistólico. Uma diástole normal possibilita que o enchimento ventricular ocorra com pressões intracavitárias normais. É um processo ativo, sendo, por conseguinte, afetado por isquemia.

Vários fatores influenciam a função diastólica, como a área da válvula mitral, a frequência cardíaca, a complacência atrial, a presença de ritmo sinusal, o relaxamento e a complacência ventriculares, o gradiente entre o ventrículo e o átrio e o volume diastólico final.

O ecocardiograma é a principal ferramenta diagnóstica para avaliar de forma não-invasiva a função diastólica, sendo o Doppler a pedra angular nesta avaliação, com suas várias técnicas. O fluxo transmitral foi o primeiro a ser estudado, em seguida a avaliação das veias pulmonares, o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), a velocidade de propagação ao color M-Mode e finalmente o Doppler tecidual¹⁶.

O padrão de enchimento diastólico, principalmente as alterações na fase de enchimento rápido são consideradas atualmente como preditores de uma variedade de eventos cardiovasculares (Figura 6).

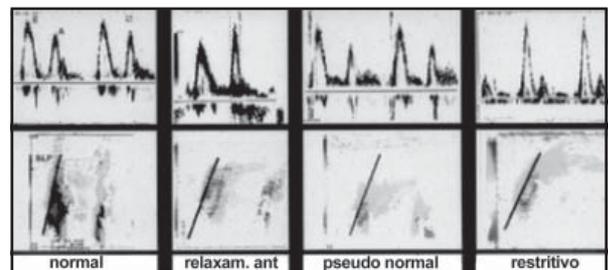


Figura 6
Diversos padrões observados na ecocardiografia Doppler e na velocidade de propagação ao color M mode

Em termos gerais, o enchimento de VE pode ser dividido em dois componentes: um ativo e um passivo. O passivo se relaciona com a fase inicial da diástole, TRIV e enchimento rápido; já os componentes ativos estão relacionados com a complacência ventricular que predomina nos dois terços finais da diástole, diástase e após a contração atrial. Em indivíduos sem patologia, a fase de enchimento rápido predomina sobre a fase de enchimento tardio ($E > A$), sendo muitas vezes o átrio esquerdo apenas um condutor de volume das veias pulmonares ao ventrículo esquerdo.

Além disso, há correlação entre a idade e as velocidades miocárdicas diastólicas pelo DT, bem como com as velocidades de fluxo transmitral e de fluxo venoso pulmonar, com piora progressiva de função diastólica com a idade em indivíduos normotensos¹⁷.

A avaliação da função diastólica através do fluxo transmitral pelo Doppler é um método importante, porém como foi demonstrado, ele pode ser afetado por vários fatores como a pressão no átrio esquerdo, o estado volêmico do paciente e a frequência cardíaca, sendo desejável a utilização de outros métodos para avaliação da função diastólica.

O DT, por outro lado, é uma nova técnica que possibilita avaliar quantitativamente a velocidade do movimento da parede miocárdica durante a sístole e a diástole. Os primeiros estudos com DT são do final da década de 80, com o método crescendo em importância após os estudos Sutherland et al. e Fleming et al., em 1994¹.

O conceito do DT é baseado nas diferenças existentes no movimento das hemácias e da parede miocárdica, sendo que esta se move com velocidades relativamente bem menores (4cm/s a 15cm/s e 40cm/s a 150cm/s, respectivamente), e na amplitude do eco que, no caso do movimento da parede, é centenas de vezes maior. O Doppler convencional utiliza filtros, o que diminui os "ruídos" de baixa velocidade e alta amplitude originados da parede miocárdica. Assim, trocando as características do filtro, pode-se avaliar a velocidade da parede miocárdica em cada segmento estudado, tanto na diástole quanto na sístole¹⁸.

Portanto, o DT pode ser apresentado como uma análise espectral em cada ponto escolhido, sendo os mais utilizados o anel mitral lateral-basal e septal-basal posicionados com a visualização desses pontos ao bidimensional corte de quatro câmaras, ou como uma análise colorida ao bidimensional (*Tissue Doppler Imaging* -TDI).

Deve-se lembrar que o movimento da parede miocárdica não compreende apenas a contração do músculo cardíaco, ocorrendo também movimentos devido a outras forças que atuam no coração, como a elasticidade e a resistência dos tecidos que se encontram à sua volta. Dessa maneira, para melhor avaliação exclusiva da contratilidade miocárdica, esses movimentos devem ser excluídos, sendo necessária a utilização de vários índices de correção como o *Tissue Tracking* (TT) e o *Strain Rate* (ST) que serão avaliados mais adiante (Figuras 7 e 8).

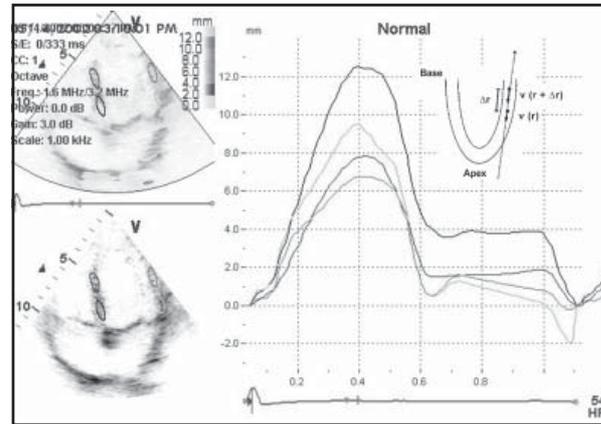


Figura 7

Esquema demonstrando como o *Strain Rate* de um determinado segmento (r) é estimado pela velocidade tissular (v). Linhas pontilhadas indicam a orientação do feixe ultra-sônico. SR é calculado pela seguinte fórmula $v_2(r+r) - v_1(r)/r$.

Assim, encontram-se na análise espectral, três curvas: a onda sistólica positiva (S_a), e duas ondas diastólicas negativas (E_a que equivale à onda de enchimento rápido) e (A_a que equivale à onda de contração atrial). Convém lembrar que esta nomenclatura tem evoluído: A_a (de anel) já foi A' , A_t (de tecidual) e A_m (de miocárdio).

O padrão de enchimento diastólico ao DT pode ser comparado e associado aos outros métodos de avaliação diastólica para melhor compreensão desse tipo de disfunção. Quando esses pacientes se encontram em insuficiência cardíaca (IC), a pressão atrial esquerda se eleva devido à redução de complacência de VE, provocando o chamado padrão pseudonormal na avaliação de fluxo transmitral. Nesses casos o padrão de velocidade ao DT não se "pseudonormaliza", caracterizando uma redução da complacência ventricular o que o diferencia. Assim, de grande importância, o DT pode ser usado para de forma não-invasiva avaliar a eficácia de intervenções no padrão de relaxamento de VE, independente da influência dessas intervenções na pressão atrial esquerda.

Há importantes evidências demonstrando que a velocidade durante o período de enchimento rápido, adquirida ao DT no anel mitral (Ea), especificamente na região lateral-basal, é um marcador do relaxamento miocárdico.

Estudos recentes¹⁹ mostraram que a velocidade E (fluxo de enchimento rápido transmitral) dividida pela Ea representa um método alternativo e fidedigno para avaliar a pressão de oclusão da artéria pulmonar, sendo que a relação E/Ea >15 relaciona-se a pressões elevadas e E/Ea <8, a pressões normais (Figura 8).

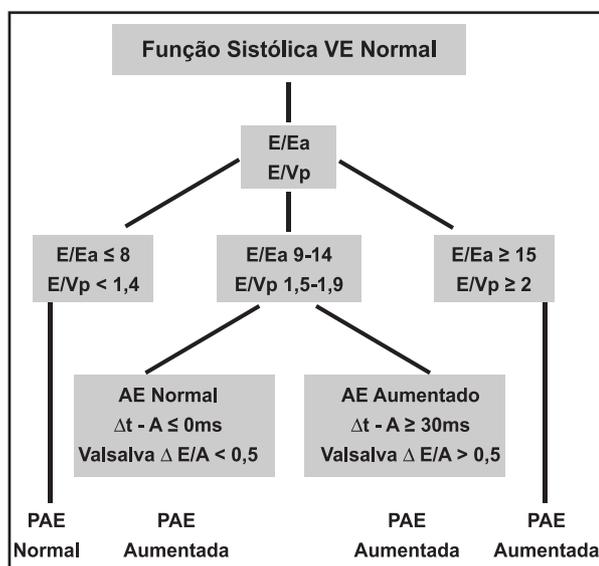


Figura 8
A relação das pressões do átrio esquerdo com a relação E/Ea e E/Vp.
Adaptado de Hill JC, et al.¹⁹

Vários estudos confirmaram o potencial do DT também para a avaliação sistólica global e segmentar miocárdica. O DT consegue quantificar a velocidade do movimento da parede miocárdica durante a sístole - onda S; essas velocidades refletem o vetor longitudinal de encurtamento da miofibra. Estudos demonstraram a importância desse vetor longitudinal na função sistólica global ventricular esquerda, sendo demonstrada a relação direta da velocidade com a fração de ejeção de VE.

Com o desenvolvimento do método, houve o seu desdobramento em várias técnicas:

Tissue Doppler Imaging (TDI)

O método permite o cálculo instantâneo da velocidade de movimentação de qualquer ponto específico do músculo cardíaco, posicionando-se o cursor no segmento miocárdico que se deseja estudar.

Outro formato de apresentação é a codificação em cores das velocidades médias de uma área selecionada de um determinado corte ecocardiográfico. Da mesma forma que o Doppler colorido, quando o músculo estiver se movimentando em direção ao transdutor, será apresentado em tons de vermelho e, no sentido oposto, em tons de azul. A medida da movimentação de cada segmento miocárdico permite avaliar sua função sistólica regional.

As principais limitações do TDI são sua dependência do feixe de ultra-som em relação à movimentação do segmento a ser estudado, e o fato de não diferenciar a presença de contração ativa de um segmento normal da contração passiva de um segmento acinético, que está se movimentando à custa do miocárdio normal adjacente.

Tissue Tracking (TT)

Essa modalidade expressa a integral da velocidade de movimentação do miocárdio, representando a distância percorrida pelas fibras musculares. O músculo é codificado em cores, de acordo com seu grau de deslocamento, permitindo avaliação instantânea de sua função contrátil longitudinal. Além do mapa de cores, pode também ser apresentado na forma espectral.

O TT expressa apenas a excursão regional dos segmentos miocárdicos, mas se pode colher uma série de informações a partir dessa técnica. Em indivíduos sem patologias, as linhas coloridas sob o músculo tendem a obedecer a certa simetria entre as paredes miocárdicas; assim, a largura dessas bandas coloridas se apresenta fina quando a função contrátil está preservada, e grossas na presença de hipocontratilidade difusa. A presença de assimetria nas faixas coloridas pode ser indicativa de distúrbio na condução do estímulo elétrico.

O *Tissue Tracking* (Figura 9) possui as mesmas limitações do TDI: dependência do ângulo e interferência da contratilidade dos segmentos adjacentes, o que exige cautela na interpretação dos resultados²⁰.

Strain Rate (SR)

Os métodos de avaliação de rotina da função segmentar miocárdica são subjetivos ou semiquantitativos. Estudos recentes mostram que o SR é o método mais sensível para a detecção de anormalidades da função sistólica ainda não detectada pelos métodos convencionais, visto que avalia diretamente a contratilidade miocárdica.

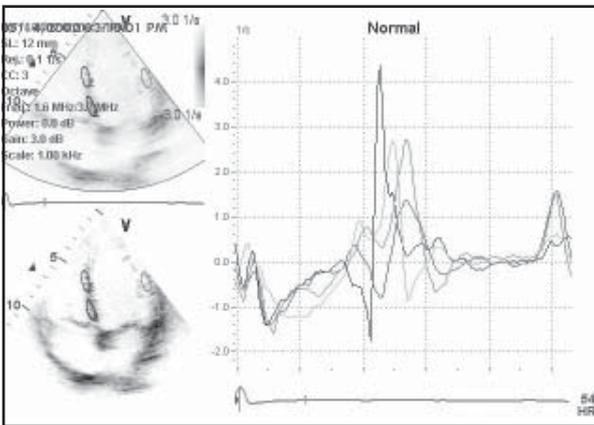


Figura 9
Exemplo do *Tissue Tracking* normal

Strain (deformação) e *strain rate* (velocidade de deformação) são parâmetros da avaliação segmentar sistólica que podem ser facilmente calculados. Recentemente, com a introdução do DT como novo método, pode representar uma significativa evolução na avaliação não-invasiva da função miocárdica.

A medida da velocidade regional da parede miocárdica, ao DT, representa um somatório das propriedades elásticas das paredes miocárdicas, de sua contratilidade e de artefatos ainda não totalmente identificados, relacionados aos movimentos do coração. Dessa maneira é preferível a medida da deformação miocárdica (*strain*) como aquela que mais diretamente reflete a função miocárdica local. Na atualidade, o método padrão-ouro para a avaliação da deformidade miocárdica é a ressonância nuclear magnética, porém a sua complexidade limita a sua aplicação na prática clínica.

Strain é uma grandeza que é produzida sob a aplicação de stress. Representa uma fração ou um percentual em relação à mudança de espessura antes e após um stress: pode haver ou um aumento de espessura, chamado expansão (*strain* positivo) ou uma redução na espessura, chamada encurtamento (*strain* negativo). Pelo fato da espessura com stress zero ser de difícil medição, opta-se pela medida da espessura diastólica final.

Strain Rate é um derivado temporal relacionando a variação de espessura com o tempo, podendo ser avaliado também com a velocidade de encurtamento de uma determinada parede. Assim, por meio do DT, é possível a avaliação em tempo real das velocidades de encurtamento das paredes miocárdicas. As velocidades de encurtamento são medidas em múltiplos pontos da parede miocárdica relacionado-as ao ciclo cardíaco.

Além disso, essa técnica permite valorizar significativamente os efeitos dos movimentos da parede miocárdica atribuíveis somente à contração miocárdica (Figura 9), o que não ocorre quando são avaliadas as velocidades somente ao DTI ou TT, sem a correção por essa técnica.

Esses parâmetros são menos dependentes da qualidade de imagem e menos subjetivos do que a avaliação do movimento endocárdico, podendo avaliar o movimento com melhor resolução temporal. Sua habilidade em avaliar isquemia e viabilidade miocárdica tem sido tema de vários estudos recentes, que tendem a ratificar a sua eficácia. Essa técnica também pode ser usada para diferenciar vários tipos de hipertrofia miocárdica e de assincronismo intra e interventricular como se pode constatar na Figura 10 com TSI (imagem sincronizada tecidual) que diferencia a cor com velocidades nos segmentos alterados (informação para o leitor).

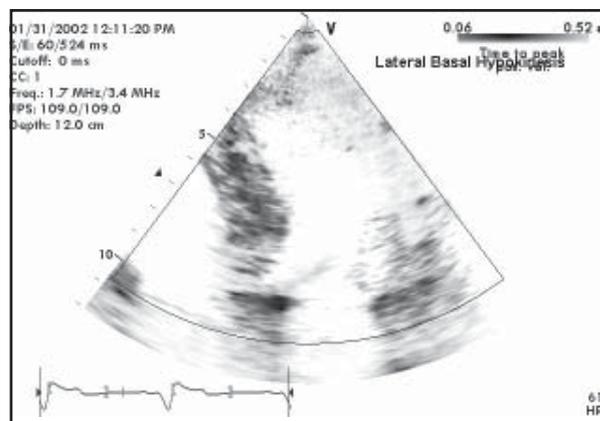


Figura 10
Exemplo de um TSI com retardo ou dessincronismo da parede lateral

As principais limitações do *strain rate* são técnicas: a primeira é que ainda há uma quantidade muito grande de “ruído”, o que dificulta a sua análise. Além disso, o *frame rate* utilizado pelos equipamentos ainda é muito baixo, o que aumenta o intervalo entre a coleta de informações.

Os cálculos para o SR se fazem com uma variação espacial de 5mm, o que representa o limite da resolução espacial, sendo que para a avaliação ideal o sinal/ruído é de 10mm ao M-mode, segundo estudo realizado por Urheim et al²¹.

A avaliação ao SR é ainda muito limitada pela angulação (como em qualquer Doppler), porém mais significativa no DT devido às diferenças de medida entre a velocidade de fluidos, na qual as partículas se movem livremente, e as estruturas

sólidas, nas quais a deformação em uma direção sempre se associa à deformidade na direção contrária para a manutenção da massa da estrutura constante.

A distribuição heterogênea das velocidades pode ser uma limitação ao método. Assim, como avaliação alternativa, Edsvardsen et al.²² estimaram uma taxa de contração longitudinal que é a velocidade média em relação do ponto medido ao ápice de VE, esperando-se desse modo tornar mais homogêneas as medidas de velocidade ao longo de todos os segmentos miocárdicos.

Enfim, a cada avanço tecnológico, descobrem-se nuances da fisiopatologia miocárdica que passa a exigir da bioengenharia novos métodos para uma avaliação precisa, e enquanto a tecnologia evolui, continua-se a abordar esses novos parâmetros do DTI, com o aparelho que houver disponível, no sentido do benefício aos pacientes.

Conclusões

Foi observada neste estudo, que correlaciona o BNP plasmático com o Doppler Tissular (Ea), uma diferença estatisticamente significativa entre os Grupos I e II (normotensos e hipertensos) referente ao aumento da massa do VE, ao aumento do AE com redução da velocidade Ea. Houve diferença estatisticamente significativa comparando o Ea entre os Grupos IIa e IIb (hipertensos com BNP <100pg/ml e >100pg/ml) com aumento do BNP relacionado à redução do Ea

Destaca-se a redução da velocidade Ea como importante marcador não-invasivo da disfunção miocárdica, pretensamente avaliada nos pacientes pelo aumento do BNP.

Referências

1. Sutherland G, Kukuslki T, Voight J, et al. Tissue Doppler echocardiography: future developments. *Echocardiography*. 1999;16:509-20.
2. Maisel A. B-type natriuretic peptide levels: a potential novel "white count" for congestive heart failure. *J Card Fail*. 2001;7:183-93.
3. Dokainish H, Zoghbi WA, Lakkis NM, et al. Optimal noninvasive assessment of left ventricular filling pressures: A comparison of tissue doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide in patients with pulmonary artery catheters. *Circulation*. 2004;109:2435-439.

4. Andersen NH. Influence of preload alterations on parameters of systolic left ventricular long-axis function: A Doppler Tissue Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004;17:941-47.
5. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and Tissue Doppler Imaging in the estimation of left ventricular filling pressures. *Circulation*. 2000;102:1788-794.
6. Edvardsen T, Urheim S, Skulstan H, et al. Quantification of left ventricular systolic function by Tissue Doppler Echocardiography: Added value of measuring pre and postejction velocities in ischemic myocardium. *Circulation*. 2002;105:2071-2077.
7. Bountiukos M, Schinkel AFL, Bax JJ, et al. Pulsed-wave Tissue Doppler quantification of systolic and diastolic function of viable and non-viable myocardium in patient with ischemic cardiomyopathy. *Am Heart J*. 2004;148:1079-1084.
8. 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.
9. Dandel M, Hummel M, Muller J, Wellnhofer E, Meyer R, Solowjowa N, et al. Reliability of Tissue Doppler wall motion monitoring after heart transplantation for replacement of the invasive routine screenings by optimal timed cardiac biopsies and catheterizations. *Circulation*. 2001;104:1184-191.
10. Dandel M, Wellnhofer E, Hummel M, Meyer R, Lehmkühl H, Hetzer R. Early detection of left ventricular dysfunction related to transplant coronary artery disease. *J Heart Lung Transplant*. 2003;22:1353-364.
11. Stengel SM, Allemann Y, Zimmerli M, Lipp E, Kucher N, Mohacsi P, et al. Doppler Tissue Imaging for assessing left ventricular diastolic dysfunction in heart transplant rejection. *Heart*. 2001;86:432-37.
12. Aranda Jr JM, Weston MW, Puleo JA, Fontanet HL. Effect of loading conditions on myocardial relaxation velocities determined by Tissue Doppler Imaging in heart transplant recipients. *J Heart Lung Transplant*. 1998;17:693-97.
13. Ha JW, Ommen SR, Tajik AJ, Barnes ME, Ammash NM, Gertz MA, Seward JB, Oh JK. Differentiation of constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy using mitral annular velocity by Tissue Doppler Echocardiography. *Am J Cardiol*. 2004;94:316-19.
14. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler Echocardiography. *Mayo Clin Proc*. 1989;64:71.
15. Kazanegra R, Cheng V, Garcia A, et al. A rapid test for B-type natriuretic peptide correlates with falling wedge pressures in patients treated for decompensate heart failure: a pilot study. *J Card Fail*. 2001;7:21-29.

16. Sanderson JE, Wang M, Yu CM. Tissue Doppler Imaging for predicting outcome in patients with cardiovascular disease. *Curr Opin Cardiol*. 2004;19:458-63.
17. Pedone MD, Castro I, Hatem D, et al. Variações de parâmetros da função diastólica do ventrículo esquerdo de acordo com a idade através da ecocardiografia com Doppler Tissular. *Arq Bras Cardiol*. 2004;83:461-64.
18. Nagueh SF, Middleton K, 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;30:1527-533.
19. Hill JC, Palma RA. Doppler Tissue Imaging for the assessment of left ventricular diastolic function: A systematic approach for the sonographer. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18:80-90.
20. Suaide Silva CE, Ferreira LDC, Peixoto LB, Monaco CG, Gil MA, Ortiz J. Study of the myocardial contraction and relaxation velocities through Doppler Tissue Imaging Echocardiography. A new alternative in the assessment of the segmental ventricular function. *Arq Bras Cardiol*. 2002;78:206-11.
21. Urheim S, Edvardsen T, Torp H, et al. Myocardial strain by Doppler Echocardiography: Validation of a new method to quantify region myocardial function. *Circulation*. 2000;102:1158-164.
22. Edvardsen T, Urheim S, Skulstan H, et al. Quantification of left ventricular systolic function by Tissue Doppler Echocardiography: Added value of measuring pre and postejection velocities in ischemic myocardium. *Circulation*. 2002;105:2071-2077.

Agradecimentos

Ao Dr. Luiz Pinheiro, chefe do Setor de Métodos do Montclair Hospital at Birmingham, que há 6 anos vem aplicando o DTI, rotineiramente, em seu serviço; à Dra. Márcia Barbosa (MG) que a princípio desconfiou do DTI mas que atualmente diria: "ê trem bom" esse tal de Doppler Tissular; ao Dr. Suaide (SP) e Belém (RJ) que têm avançado na utilização das novas técnicas; aos colegas do Serviço de Hipertensão e do Setor de Ecocardiografia do INCL; às minhas filhas, Bianca e Daniela e à minha esposa Dra. Lílian, pela ausência durante o envolvimento com o método. Às equipes de bioengenharia (da Phillips, da GE e da Siemens) que têm se desdobrado para responder às expectativas no campo da medicina. Esse trabalho foi realizado fora dos exames de rotina do INCL, sem patrocínio e/ou conflito de interesses.