

## DOPPLER TECIDUAL: NOVO PARADIGMA NA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VENTRICULAR

Luiz Darcy Cortêz Ferreira Carlos\*, Eduardo Suaide Silva\*

### HISTÓRICO

Para falarmos de Doppler tecidual é necessária uma breve introdução sobre o que é Doppler.

O efeito Doppler foi primeiramente descrito por Christian Johann Doppler, um físico austríaco, em 1842. De suas observações das estrelas surgiu a definição do efeito físico: toda vez que uma fonte sonora estática emite uma onda, a frequência dessa onda é constante. Se esta fonte estiver em movimento, aproximando-se de um observador, a frequência da onda aumenta enquanto que se a mesma estiver afastando-se, a frequência da onda diminui.

O exemplo clássico deste efeito é o do trem se aproximando da estação e tocando seu apito. À medida que ele se aproxima da estação o apito fica mais agudo (frequência de onda aumentando) e, quando ele se afasta o apito fica mais grave (frequência de onda diminuindo).

A aplicação do efeito Doppler, especificamente na ecocardiografia, apareceu apenas cerca de cem anos depois quando Satomura usou esta tecnologia pela primeira vez para medir a velocidade do sangue no interior dos vasos.<sup>11</sup> Esta técnica revolucionou a cardiologia. A partir de sua introdução o ecocardiograma passou a fornecer informações sobre a fisiologia cardíaca, até então pouco conhecidas.

Desde então surgiram várias modalidades de Doppler:

- na década de 70, surgiram o Doppler pulsátil e o contínuo.

1. Doppler pulsátil: utiliza apenas um cristal emissor/receptor, o que possibilita o estudo da velocidade do fluxo em um determinado local, por uma amostra de volume. Em contrapartida seu uso encontra-se limitado aos fluxos de velocidades mais baixas, uma vez que o mesmo cristal desempenha as duas funções, de emissor e receptor.

2. Doppler contínuo: desenvolvido com dois cristais, um emissor e outro receptor. Ao contrário do Doppler pulsátil, o contínuo é propício ao estudo de altas velocidades, com a desvantagem de não informar em que ponto do trajeto de seu feixe se encontra tal velocidade.

Na década de 80, com Omoto e cols<sup>9</sup> surge uma nova revolução na ecocardiografia; da mesma forma que o modo-M passou a ser bidimensional, o Doppler também passou a ser bidimensional, passando a se chamar color Doppler ou mapeamento de fluxo em cores, por ser capaz de colorir as partículas em movimento no interior do coração (sangue), em tons de vermelho quando estas se direcionam ao transdutor e tons de azul quando estão em sentido contrário.

Em 1989, ainda utilizando um aparelho de Doppler convencional, Karl Isaacs descreveu o perfil de velocidade da parede ven-

tricular.<sup>4</sup> Nos anos 90, após dez anos do aparecimento do Doppler colorido, surgiram os primeiros trabalhos sobre Doppler tecidual com o grupo de Edinburgo liderado por Sutherland e McDicken.<sup>6,12</sup> Nesta nova modalidade de Doppler, ao invés do sangue, o músculo cardíaco é que passou a ser "tingido" em tons de vermelho e azul, de acordo com o sentido do movimento de suas fibras.

### O que é Doppler Tecidual ?

Doppler tecidual ou TVI (Tissue Velocity Imaging) ou TDI (Tissue Doppler Imaging), de acordo com o fabricante, nada mais é do que o "irmão gêmeo" do mapeamento de fluxo em cores.

Ambos tingem de vermelho, estruturas ou partículas que se aproximam do transdutor e de azul as que dele se afastam, não importa se sangue no caso do color Doppler ou músculo, no caso do Doppler tecidual.

### Como é feito ?

Apesar de o Doppler tecidual ter surgido dez anos após o mapeamento de fluxo em cores, a tecnologia já existia desde o início; as necessidades do cardiologista é que mudaram.

Quando foi criado o color Doppler, o intuito era observar o fluxo sanguíneo no interior do coração, para facilitar a detecção de "shunts" e a quantificação de refluxos valvares. Com o passar do tempo e o crescente interesse em se quantificar a movimentação dos segmentos miocárdicos, principalmente pelo desenvolvimento da ecocardiografia com estresse, surgiu a necessidade de se desenvolver um método que pudesse quantificar, de maneira mais fidedigna, esta movimentação: o Doppler tecidual.<sup>9</sup>

### Como isso foi possível ?

O Doppler bidimensional ou color Doppler exigiu a criação de filtros para eliminar os ruídos de baixa frequência ("high pass filter") oriundos das paredes do coração, caso contrário seriam "tingidos" sangue e músculo cardíaco.

Quando de sua criação, o Doppler tecidual só necessitou que fossem trocados os filtros de baixa frequência (que suprimiam os ruídos das paredes do coração) por filtros de alta frequência (que eliminavam os ruídos do sangue), para que deixássemos de colorir as partículas em movimento e passássemos a colorir o músculo cardíaco.

### Porque no início só se usava o Doppler Tecidual ao modo-M?

Devido a uma limitação tecnológica, por algum tempo só se trabalhou com o Doppler tecidual ao modo-M. Normalmente as imagens em modo-M são geradas com "frame rate" de 250 quadros por segundo enquanto que o bidimensional utilizava "frame rate" muito inferior (geralmente entre 4 e 20 quadros por segundo) e insuficiente para gerar uma imagem de Doppler tecidual.

Com a modernização dos equipamentos, novas tecnologias surgiram, permitindo a utilização, ao eco bidimensional, com velocidade de até 350 quadros por segundo, o que tornou as imagens muito mais nítidas e possibilitou a geração de imagens bidimensionais com o Doppler tecidual.

O Doppler tecidual é feito simultaneamente com as imagens bidimensionais. As duas técnicas são sobrepostas de maneira transparente, de tal forma que é possível medir a velocidade de movimentação de um determinado ponto do músculo guiado pela imagem bidimensional.

#### A era da quantificação!

Surge então na ecocardiografia a era da quantificação, fundamentada em alguns patamares:

1. alta sensibilidade em detecção de fluxo ao Doppler;
2. possibilidade de pós-processamento digital das imagens;
3. resoluções temporal e espacial excelentes.

Durante a realização do ecocardiograma as imagens do Doppler tecidual contendo as informações sobre as velocidades do músculo cardíaco são armazenadas em formato digital. Desta forma as curvas de velocidade podem ser obtidas instantaneamente, em qualquer ponto escolhido do miocárdio, durante todo o ciclo cardíaco: o chamado perfil digital de velocidade, que pode ser obtido não apenas no músculo, mas também nas cavidades cardíacas, quantificando as velocidades de fluxo.

Várias curvas podem ser traçadas simultaneamente, podendo ser sobrepostas para comparação das velocidades entre segmentos distintos do músculo cardíaco ou entre fluxos de diferentes locais do coração.

A estimativa das velocidades de movimentação do músculo é muito pouco sensível à reverberação. Desta maneira, mesmo em condições de difícil visualização do músculo cardíaco, como quando da sobreposição de tecido pulmonar à imagem cardíaca, é possível medir a velocidade deste local com precisão.

#### APLICABILIDADE CLÍNICA

Como todo novo método que surge na medicina, o Doppler tecidual ainda necessita de maiores estudos para definir com exatidão quais são suas aplicações clínicas de eleição.

Estudos recentemente apresentados visando estabelecer padrões de velocidade máxima de movimentação dos diferentes segmentos miocárdicos do ventrículo esquerdo, na sístole e na diástole, em indivíduos normais, mostraram que tais velocidades decrescem da base para o ápice ventricular, com proporcionalidade entre contração e relaxamento.<sup>10,12</sup>

Torna-se imperativo, entretanto, um estudo em larga escala, para definir com segurança quais os valores de velocidade dos segmentos miocárdicos, nas diversas doenças.

Suas principais aplicações clínicas parecem ser:

**1. avaliação da movimentação ventricular** (sistólica e diastólica). É bem definido que as velocidades de movimentação dos segmentos miocárdicos são diferentes quando comparados segmentos normais e isquêmicos,<sup>2</sup> o Doppler tecidual parece ser útil principalmente na detecção de alterações precoces da contração e relaxamento ventriculares em indivíduos com suspeita de doença coronária. Alterações regionais do relaxamento ventricular detectadas pelo Doppler tecidual podem ser um sinal precoce de isquemia miocárdica.<sup>3</sup> Especial atenção tem sido dada também à sua utilização no estudo de viabilidade miocárdica.

**2. avaliação do sincronismo:** o Doppler tecidual parece ser capaz de mapear a ativação ventricular, mostrando o tempo em milissegundos que se encontra cada segmento do músculo. Esta propriedade deve ser muito útil na pesquisa de feixes anômalos e na avaliação de portadores de marcapasso cardíaco.<sup>7</sup>

**3. potencialização da imagem bidimensional:** várias situações clínicas onde pode haver dificuldade diagnóstica ao eco bidimensional parecem ter sido beneficiadas com o uso do Doppler tecidual: distinção entre trombo e músculo, detecção de vegetações endocárdicas, placas de ateroma, ruptura de cordoalha, etc.<sup>1</sup>

O número de trabalhos publicados na literatura sobre Doppler tecidual tem crescido de maneira impressionante e novas aplicações clínicas para esta técnica tem surgido a cada momento sugerindo o grande potencial do método.<sup>5</sup>

O Doppler tecidual parece ter um futuro bastante promissor na ecocardiografia. Com certeza, sua utilização firmará novos paradigmas, principalmente na avaliação das funções sistólica e diastólica ventriculares.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARTEL, T.; MULLER, S.; NESSER, H.J. *et al.* Usefulness of motion patterns indentified by tissue Doppler echocardiography for diagnosing various cardiac masses, particularly valvular vegetations. *Am. J. Cardiol.* v.15, n. 12, p.1428-33, 1999.
2. GARCIA-FERNANDEZ, M.A.; AZEVEDO, J.; PUERTA, P. *et al.* Sequential changes in regional left ventricular myocardial velocities of ischemic versus non-ischemic wall segments by pulsed Doppler tissue imaging in a "in vivo" model of single vessel coronary occlusion and reperfusion. *Eur. Heart. J.*, v.16, suppl. 392, p.2217, 1995.
3. GARCIA-FERNANDEZ, M.A.; MORENO, M.; COLEMAN, P. *et al.* Regional left ventricular diastolic dysfunction evaluated by tissue Doppler imaging as an earlier signal of myocardial ischemia. *Eur. Heart. J.* v. 16, n. 129, p. 788, 1995.
4. ISAAZ, K.; THOMPSON, A.; ETHEVENOT, G. *et al.* Doppler Echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. *Am. J. Cardiol.*, v. 64, p. 66-75, 1989.
5. KERUT, E.K. Novel application of tissue Doppler imaging: A preliminary observational study. *Echocardiography*, v. 15, n. 6, p. 553-61, 1998.
6. MCDICKEN, W.N.; SUTHERLAND, G.R.; MORAN, C.M. *et al.* Color Doppler velocity imaging of the myocardium. *Ultrasound Med. Biol.*, v.18, p. 651-4, 1992.
7. NAGAI, H.; TAKATA, S.; SAKAGAMI, S. *et al.* Detection of the earliest ventricular contraction site in patients with Wolf-Parkinson-White syndrome using two-dimensional guided M-mode tissue Doppler Echocardiography. *Cardiology* v. 92, n. 3, p. 189-95, 2000.
8. PALKA, P.; LANGE, A.; FLEMMING, A. *et al.* Doppler tissue imaging: Myocardial wall motion velocities in normal subjects. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* v. 8, p. 659-68, 1995.
9. OMOTO, R.; YOKOTE, Y.; MATSUMURA, M. *et al.* The development of real-time two-dimensional echocardiography and its clinical significance in acquired valvular heart diseases with special references to the evaluation of valvular regurgitations. *Jpn. Heart. J.* v. 25, p. 325-40, 1984.
10. SATOMURA, S. A study on examining the heart with ultrasonics. I. Principles; II Instrument. *Jpn. Circ. J.* n. 20, p. 227, 1956.
11. SILVA, C.E.S.; FERREIRA, L.D.C.; PEIXOTO, L.B., *et al.* Velocidades de contração e relaxamento. Novo paradigma na avaliação da função segmentar do ventrículo esquerdo. *Resumos do XX Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*, 1999.
12. SUTHERLAND, G.R.; STEWART, M.J.; GROUNDSTROEN, K.W.E. *et al.* Colour Doppler myocardial imaging: a new technique for the assessment of myocardial function. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, v.7, p. 441-58, 1994.