

VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS COM ECOCARDIOGRAFIA UTILIZANDO CONTRASTE ESPONTÂNEO (ECHO-PIV)

Aluno: Luiza Diniz de Oliveira Câmara e Bruno Álvares de Azevedo
Orientador: Luis Fernando Alzuguir Azevedo

Introdução

A Velocimetria por Imagem de Partículas utilizando Ecocardiografia (Echo-PIV) é uma técnica recentemente desenvolvida capaz de medir o campo de velocidade instantâneo do fluxo sanguíneo com alta resolução espacial e temporal. O Echo-PIV é baseado na técnica de análise de pares sucessivos de imagens ecocardiográficas e de partículas de contraste dispersas na corrente sanguínea. O conhecimento da velocidade do fluxo sanguíneo permite a determinação das taxas de cisalhamento e dos campos de vorticidade, fornecendo informações importantes para o estudo do escoamento do sangue e sua relação com as paredes do endotélio e miocárdio. Normalmente, são utilizadas micro-bolhas como partículas de contraste. O presente trabalho faz uso de uma nova técnica que implementa o Echo-PIV com contraste espontâneo (spontaneous echocardiography contrast -SEC). Trabalhos atuais sugerem que a SEC é o resultado da interação entre glóbulos vermelhos e proteínas plasmáticas, com um aumento da atividade plaquetária.

Objetivos

O trabalho tem como objetivo a utilização da técnica de velocimetria por imagens de partículas e processamento digital de imagens, em ecocardiografia de alta resolução para obtenção de campo de velocidade e taxa de cisalhamento do fluxo sanguíneo.

Metodologia

A aquisição de imagens do fluxo sanguíneo é realizada por equipamento de ecocardiografia buscando a presença de contraste espontâneo. A obtenção do campo instantâneo de velocidade através destas imagens se dá por meio de um processo de análise e correlação de duas imagens subsequentes.

Primeiramente, o par de imagens selecionado é subdividido em áreas de interesse. Através de um processo estatístico, correlaciona-se padrões de agrupamento das partículas traçadoras (contraste) da primeira imagem, com estes na segunda imagem. Através deste processo estatístico de correlação consegue-se determinar o descolamento (D_s) das partículas entre a primeira e segunda imagem. Como o tempo de aquisição entre as imagens (Δt) é previamente conhecido (frequência de aquisição do aparelho de ultra-sonografia), pode-se calcular a velocidade de cada grupo de partículas ($v = D_s / \Delta t$). Realizando-se uma varredura das imagens com o processo de correlação, é possível obter o campo de velocidade instantâneo com alta resolução espacial ($\cong 1,5\text{mm}$) e alta resolução temporal ($\cong 5\text{ms}$).

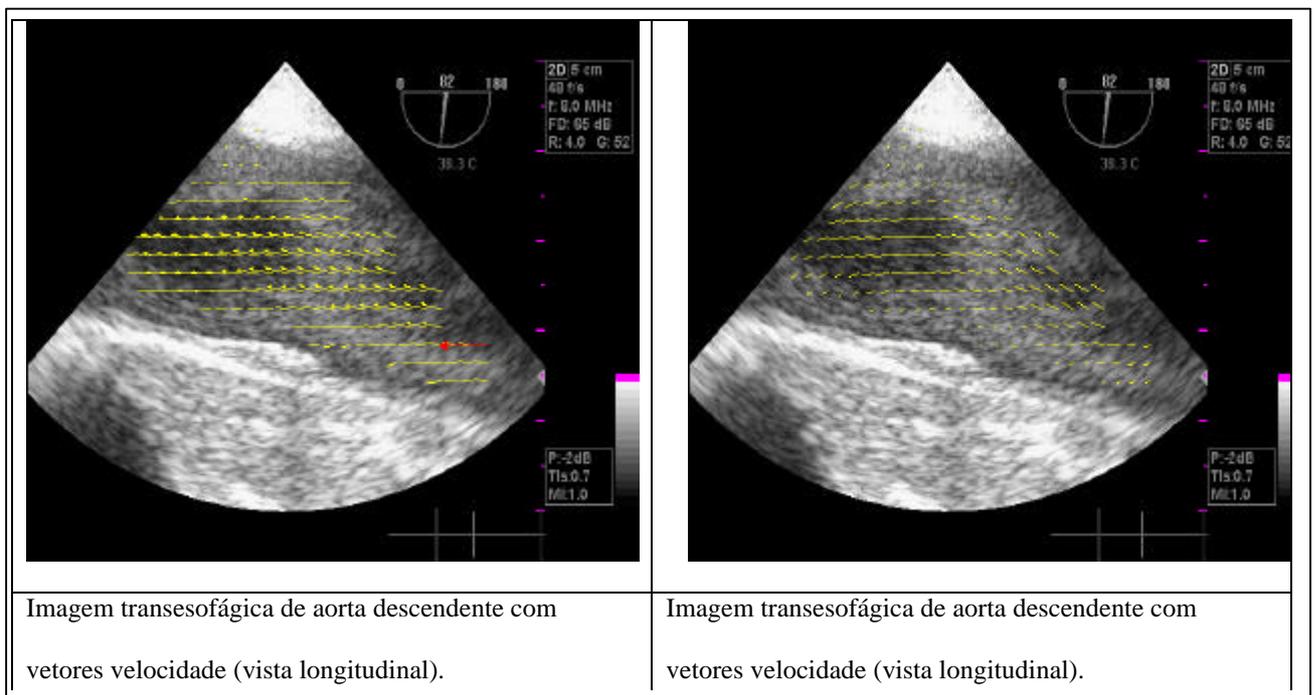
O processamento das imagens é feito através do software Insight[®] 3G by TSI Inc, depois de processadas, as imagens são transferidas para o software Tecplot 360[®] para que possam ser calculadas as taxas de cisalhamento e os campos de vorticidade.

A resolução espacial dessas imagens é melhorada significativamente utilizando-se, o algoritmo denominado *Hart Correlator*, que utiliza apenas os *pixels* mais relevantes dentro de uma janela de interrogação. O processo começa com uma janela de interrogação grande onde um pico de correlação é obtido, posteriormente essa janela é subdividida em janelas menores

e um novo pico é obtido com base no primeiro. A desvantagem é que se ocorrer um erro na primeira medição esse erro se propaga para as janelas menores.

Uma das ferramentas mais utilizadas no processamento é a transformada de Fourier, a qual nos permite ter uma visão da imagem a ser analisada no domínio da frequência, facilitando sobremaneira esta análise e o seu processamento, normalmente, aplicando-se técnicas de filtragem digital. Na prática, a utilização de algoritmos para execução da Transformada Rápida de Fourier (FFT) juntamente com os teoremas de convolução e da correlação permitem, de maneira simplificada, a implementação das técnicas de filtrações para eliminação de ruídos e interferências das imagens em análise.

As figuras abaixo mostram duas imagens da artéria aorta, em corte longitudinal, adquiridas com ecocardiografia transesofágica (Vivid 3[®] by GE, USA) em um paciente de 85 anos com insuficiência cardíaca. Nessas imagens a grande concentração de contraste espontâneo permitiu a realização da correlação cruzada pela técnica do PIV.



Conclusões

Foi verificado que os resultados obtidos com o SEC em aorta descendente no paciente analisado, apresentaram valores do campo de velocidade compatíveis com os mensurados pela já consagrada técnica de velocimetria, Eco-Doppler.

Bibliografia

- Sengupta PP, Khandheria BK, Korinek J. Left ventricular isovolumic flow sequence during sinus and paced rhythms - New insights from use of high-resolution Doppler and ultrasonic digital particle imaging velocimetry. *Journal of American College of Cardiology*. 20072 .
- Liu L, Zheng H, Williams L, Zhang F, Wang R, Hertzberg J, Shandas R. Development of a custom-designed echo particle image velocimetry system for multi-component hemodynamic measurements: system characterization and initial experimental results. *Physics in Medicine and Biology*. 2008.