

Hemodinâmica computacional em artérias utilizando imagens de ressonância magnética

Gustavo Solia¹ André Monteiro Paschoal² Renata Ferranti Leoni³ Fernando Fernandes Paiva¹

Vol 3, 2022 - 154759

Pôster

Download

Resumo

A Dinâmica de Fluídos Computacional (DFC) é uma abordagem que complementa tanto estudos teóricos quanto experimentais e recentemente é aplicada em conjunto com Imagens de Ressonância Magnética (IRM) para problemas hemodinâmicos paciente-específicos. Em simulações paciente-específicas, é necessário que ocorra uma modelagem capaz de considerar a complexidade de regiões anatômicas ao mesmo tempo que simplifica a rede arterial. Entretanto, a melhor forma de integração entre os métodos continua sendo um problema em aberto na literatura. O objetivo deste trabalho é de demonstrar uma forma de integrar IRM e DFC e mostrar aplicações em artérias cerebrais e de pescoço. Utilizamos imagens angiográficas de artérias que envolvem a região do círculo de Willis do dataset IXI [1] e artérias da bifurcação carótida de um estudo em pacientes com estenose. As imagens passaram por etapas de processamento e reconstrução tridimensional em python. Realizamos a DFC com o software livre OpenFOAM [2] em um regime transitório e com condições de contorno definidas por ondas de fluxo sanguíneo [3] e modelos de rede arterial do tipo Windkessel de três parâmetros. [4] Ambos os tipos de condição de contorno não são nativos do OpenFOAM e foram programadas pelo autor. Os resultados mostraram que nas regiões tanto de cabeça quanto de pescoço as simulações permitem que estudemos o fluxo sanguíneo, a pressão e a tensão de cisalhamento na parede arterial em situações que refletem efeitos hemodinâmicos em regiões que não é possível a quantificação de forma direta ou não invasiva. Assim, o uso de IRM é essencial para simulações paciente-específicas e fornece para a simulação informações não somente úteis para a reconstrução da anatomia, mas também para a modelagem hemodinâmica. A simulação realizada em artérias cerebrais na região do círculo de Willis revelou efeitos hemodinâmicos interessantes para a comparação do fluxo sanguíneo contralateral e efeitos de variações anatômicas.

Compartilhe suas ideias ou dúvidas com os autores!



Sabia que o maior estímulo no desenvolvimento científico e cultural é a curiosidade? Deixe seus questionamentos ou sugestões para o autor!

Criar tópico

Instituições

¹ Instituto de Física de São Carlos

² Instituto e Departamento de Radiologia / Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo / Universidade de São Paulo

³ Universidade de São Paulo / Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto

Eixo Temático

- 2. Geral (Profissionais e Estudantes de Graduação e Pós não concorrentes ao prêmio)

Palavras-chave

Angiografia

Dinâmica de Fluídos Computacional

Processamento de imagem

HEMODINÂMICA COMPUTACIONAL EM ARTÉRIAS UTILIZANDO IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Gustavo Solcia^{*1}, André M. Paschoal², Renata F. Leoni³, e Fernando F. Paiva¹

¹Departamento de física interdisciplinar, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil; ²Instituto e Departamento de Radiologia, Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo, Brasil; ³Departamento de Física, FFCLRP, Universidade de São Paulo, Brasil;

^{*}gustavo.solcia@usp.br

Palavras-chave: Angiografia, Dinâmica de Fluidos Computacional, Processamento de Imagem.

A Dinâmica de Fluídos Computacional (DFC) é uma abordagem que complementa tanto estudos teóricos quanto experimentais e recentemente é aplicada em conjunto com Imagens de Ressonância Magnética (IRM) para problemas hemodinâmicos paciente-específicos. Em simulações paciente-específicas, é necessário que ocorra uma modelagem capaz de considerar a complexidade de regiões anatômicas ao mesmo tempo que simplifica a rede arterial. Entretanto, a melhor forma de integração entre os métodos continua sendo um problema em aberto na literatura. O objetivo deste trabalho é de demonstrar uma forma de integrar IRM e DFC e mostrar aplicações em artérias cerebrais e de pescoço. Utilizamos imagens angiográficas de artérias que envolvem a região do círculo de Willis do dataset IXI [1] e artérias da bifurcação carótida de um estudo em pacientes com estenose. As imagens passaram por etapas de processamento e reconstrução tridimensional em python. Realizamos a DFC com o software livre OpenFOAM [2] em um regime transitório e com condições de contorno definidas por ondas de fluxo sanguíneo [3] e modelos de rede arterial do tipo Windkessel de três parâmetros. [4] Ambos os tipos de condição de contorno não são nativas do OpenFOAM e foram programadas pelo autor. Os resultados mostraram que nas regiões tanto de cabeça quanto pescoço as simulações permitem que estudemos o fluxo sanguíneo, a pressão e a tensão de cisalhamento na parede arterial em situações que refletem efeitos hemodinâmicos em regiões que não é possível a quantificação de forma direta ou não invasiva. Assim, o uso de IRM é essencial para simulações paciente-específicas e fornece para a simulação informações não somente úteis para a reconstrução da anatomia, mas também para a modelagem hemodinâmica. A simulação realizada em artérias cerebrais na região do círculo de Willis revelou efeitos hemodinâmicos interessantes para a comparação do fluxo sanguíneo contralateral e efeitos de variações anatômicas.

Referências:

- [1] Biomedical Image Analysis Group Imperial College London, Information eXtraction from Images (IXI) dataset; 2010, Available: <http://www.brain-development.org/>. Accessed 06 Aug 2021.
- [2] Weller, H. G. et al., Computers in Physics, 1998, v. 12, 620-631.
- [3] Ford, M. D. et al., Physiological Measurement, 2005, 26, 477-488.
- [4] Zhou et al., BioMedical Engineering OnLine, 2019, 18, 41.

Agradecimentos:

CAPES, WIN.