

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO ESCOAMENTO EM UM ANEURISMA CEREBRAL USANDO O MÉTODO DE VOLUMES FINITOS

ALISSON BALDISSERA, JOSÉ LUIZ GASCHE, IAGO LESSA DE OLIVEIRA, FEIS, Câmpus de Ilha Solteira, alisson.baldissera@unesp.br

Apresentado no XXXVI Congresso de Iniciação Científica da Unesp – CIC 2024
“Ciência em tempos de crise climática e social”

INTRODUÇÃO: Aneurismas são dilatações anormais localizadas nas paredes das artérias, presentes em cerca de 3% da população mundial [1]. O risco inerente a sua ruptura é a hemorragia subaracnoide, com taxa de casos fatais em torno de 50% [2]. Não se tem completo entendimento sobre os processos de iniciação, crescimento e ruptura dos aneurismas, porém, sabe-se que parâmetros hemodinâmicos, como a tensão de cisalhamento na superfície interna do aneurisma (WSS, do inglês *wall shear stress*) e a oscilação temporal da tensão de cisalhamento (OSI, do inglês *oscillatory shear index*), consistem em um dos fatores atrelados a esse fenômeno.

Nesse sentido, torna-se preciso aplicar metodologias da Mecânica dos Fluidos Computacional (CFD, do inglês *Computational Fluid Dynamics*) para a resolução do problema do escoamento de sangue em aneurismas cerebrais a fim de obter os campos dos parâmetros pertinentes ao escoamento sobre a geometria, visando prever a ruptura de um aneurisma e fornecer meios para orientação médica no intuito de indicar o melhor tratamento aplicado a um paciente específico.

MATERIAL E MÉTODOS: Código computacional de acesso livre denominado de OpenFOAM® (*Open Field Operation and Manipulation*) para a resolução das equações da continuidade e da quantidade de movimento linear que modelam o escoamento de sangue em um aneurisma cerebral por meio do Método de Volumes Finitos, usado para a discretização das equações e condições de contorno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para a simulação foi utilizada uma malha de aproximadamente 4,5 milhões de células. As Figuras 1a e 1b apresentam o padrão do escoamento e o campo da média temporal do WSS (TAWSS, do inglês *Time-Averaged WSS*) ao longo da geometria estudada.

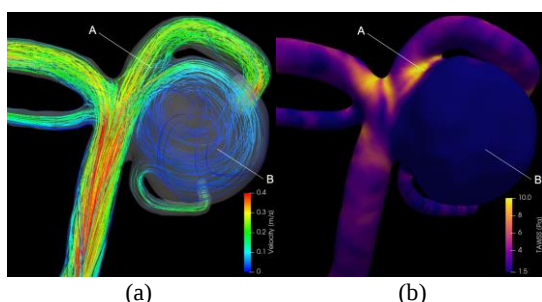


Figura 1. (a) Padrão do escoamento e (b) campo de TAWSS.

Pela Figura 1b notam-se altos níveis de TAWSS na região A do pescoço do aneurisma e baixos níveis sobre

tudo seu domo na porção B, o que pode ser justificado pela observação do padrão do escoamento, como mostra a Figura 1a. Na região A nota-se o impacto do escoamento sobre a parede da artéria, o que gera uma região de máxima pressão local na parede, criando uma zona de alto valor de TAWSS, o que pode conduzir à ruptura do aneurisma através da degeneração da matriz extracelular [3]. Por sua vez, na região B observa-se a presença de recirculação dentro do domo do aneurisma, de modo que as baixas velocidades resultam em uma região de baixo TAWSS em todo o seu domo.

A Figura 2 mostra o campo de OSI sobre o domínio. Nota-se uma correspondência entre altos níveis de OSI e zonas de baixo TAWSS sobre o domo e o pescoço do aneurisma (regiões A, B e C), podendo conduzir à ruptura através da degeneração das células endoteliais do vaso [3].

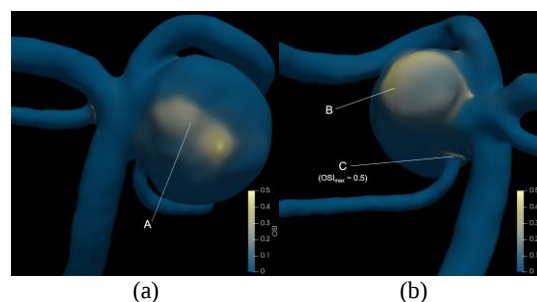


Figura 2. Campo de OSI nas vistas (a) frontal e (b) posterior.

CONCLUSÕES: A aplicação do CFD para a resolução do escoamento de sangue em aneurismas torna-se interessante por prover os campos de WSS e OSI ao longo da superfície interna do vaso estudado, sendo ferramenta bastante útil à análise médica para predição de sua ruptura e possíveis tratamentos dedicados a geometrias específicas.

AGRADECIMENTOS: Ao Prof. Dr. José Luiz Gasche pela constante disponibilidade, ao Prof. Dr. Iago Lessa de Oliveira pelos ensinamentos, ao Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) e à FEIS pelo apoio material.

REFERÊNCIAS:

- [1] – VLAK, M. H. M.; ALGRA, A.; BRANDENBURG, R.; RINKEL, G. J. E., 2011. Prevalence of unruptured aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol*, 10, p. 626-636.
- [2] – VAN GIJN, J.; KERR, R.S.; RINKEL, G.J., 2007. Subarachnoid haemorrhage. *Lancet*, 369, p. 306-318.
- [3] – MENG, H.; TUTINO, V. M.; XIANG, J.; SIDDIQUI, A., 2014. High WSS or Low WSS? Complex Interactions of Hemodynamics with Intracranial Aneurysm Initiation, Growth, and Rupture: Toward a Unifying Hypothesis. *American Journal of Neuroradiology*, 35, p. 1254-1262.