

Ek_A1

Üniversitesi	: İstanbul Teknik Üniversitesi
Enstitüsü	: Bilişim
Anabilim Dalı	: Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik
Programı	: Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. M. Serdar ÇELEBİ
Tez Türü ve Tarihi	: Doktora – Şubat 2011

ÖZET

GENİŞ İNSAN DAMARLARI İÇİN SAYISAL ÜÇ BOYUTLU KAN – DAMAR DUVARI ETKİLEŞİMİ MODELİ VE UYGULAMALARI

Şenol PİŞKİN

Bu çalışmada insan şah damarı bölgesi için biyomekanik bir benzetim modeli önerilmektedir. Genel, iç ve dış şah damarlarını içeren üç boyutlu şah damarı geometrisinin oluşturulması için gerçek hastalara ait taranmış Bilgisayarlı Tomografi (BT) verileri kullanılmaktadır. Oluşturulan geometrinin iç bölgesi akışkan dış (duvar) bölgesi yapı olarak modellenmektedir. Oluşturulan akışkan yapı etkileşim (AYE) modeli içinde sürekli ve sürekli olmayan akış benzetimleri yapılmaktadır. Akışkan tarafında Newtonyen ve Newtonyen olmayan Navier-Stokes denklemleri kullanılmakta ve kan değişken viskozite ve sabit yoğunluğa sahip kabul edilmektedir. Girişte zamana bağlı periyodik hız profili uygulanmaktadır. Bu şekilde benzetim yakınsama için en az 10 peryot yapılmaktadır. Lineer elastik ve viskoelastik malzeme özellikleri damar duvarını modellemek için kullanılmaktadır. Akış tarafından elde edilen basınç değerleri yapı tarafına gönderilmekte, yapı tarafından elde edilen yer değiştirme değerleri de akış tarafına gönderilmektedir. Bu değişimlerden sonra akışkan tarafındaki hesap ağı yeni geometriye uygun olarak yeniden oluşturulmaktadır. Ayrıca parametrik olarak geniş insan damarları için çeşitli giriş profillerinin hemotolojik faktörler üzerindeki etkileri incelenmektedir. Dört farklı vizkozite modeli birbirleri ile karşılaştırılmakta ve fizyolojik etkileri incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hesaplamalı akışkanlar mekaniği, Akışkan yapı etkileşimi, Damar modellemesi, Şah damarı ağı, Kan akışı, Womersley hız profili, Biyomekanik, Bilgisayarlı tomografi, Duvar kayma gerilmesi, Newtonyen olmayan akış, Gerçek hasta verisi

Bilim Dalı Sayısal Kodu: 612.01.01

University : İstanbul Technical University
Institute : Institute of Informatics
Science Programme : Computational Science and Engineering
Programme : Computational Science and Engineering
Supervisor : Prof. Dr. M. Serdar ÇELEBİ
Degree Awarded and Date : PhD – February 2011

ABSTRACT

A NUMERICAL THREE DIMENSIONAL BLOOD – ARTERY WALL
INTERACTION MODEL FOR HUMAN CAROTID ARTERY AND ITS
APPLICATIONS

Şenol PİŞKİN

In this study, a biomechanical simulation model for human carotid artery bifurcation is proposed. Scanned Computed Tomography (CT) data of real patients are used to generate three dimensional (3D) geometric model of a carotid artery bifurcation with common, internal and external carotid arteries. Inside and wall of the carotid artery geometry are modeled as fluid and structural domains respectively. Steady and unsteady fluid flows are simulated for the resulting fluid-structure interaction (FSI) model of the carotid artery bifurcation. For the fluid simulation, Newtonian and non-Newtonian Navier-Stokes (NS) equations are employed and blood is assumed as viscous fluid with constant density. Time dependent periodic velocity profile is given as the inlet for unsteady state flow simulation and the simulation is performed for ten cardiac cycles to obtain a convergence between cycles. Linear elastic and viscoelastic material properties are implemented in the structural code to model the carotid artery wall. Pressure values of the fluid on the wall of the artery and the displacement values of the artery wall exchanged between fluid and structure codes. Following the exchange of the data, dynamic mesh capability of the fluid code is used so that the grid of the fluid domain is regenerated. Also, the effect of different inlet profiles of large human arteries on the hemodynamical factors are analyzed. Four different viscosity models are compared to each other and investigated with regard to physiological effects.

Keywords: Computational fluid dynamics, Fluid structure interaction, Artery modeling, Carotid artery bifurcation, Blood flow, Womersley velocity profile, Biomechanics, Computed tomography, Wall shear stress, Non-Newtonian flow, Real patient data

Science Code: 612.01.01