

AVEC CFD 2016

安西眸*, Simon Tupin**, 渡邊 和浩***, Sherif Rashad****, 太田信**
 * 東北大学 学際科学フロンティア研究所 [〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字 6-3]
 **東北大学 流体科学研究所
 ***東北大学 医工学研究科
 ****東北大学 医学研究科

1. 緒言

東北大学に所属する研究者で解析を行った。チームの参加者として 4 名のエンジニア及び 1 名の医師が含まれる。

2. 方法

・セグメンテーション

AVEC-CFD 事務局によりセグメンテーションされた動脈瘤 STL ファイルを使用した。

・計算格子

ICEM-CFD (Ansys) を使用し、境界層メッシュおよび四面体メッシュを作成した。4 つの STL について、総メッシュ数はそれぞれのケースについて、79 万~543 万要素となった。

・境界条件

密度 1.05×10^3 [kg/m³], 粘性 3.50×10^{-3} [Pa s] のニュートン流体とし、壁面には滑り無し条件を与えた。入口端ではレイノルズ数が 300 となる速度境界条件を与えた。ただし脳底動脈瘤のケースでは、流入が合流した直後の脳底動脈部におけるレイノルズ数が 300 となるよう、二つの入口端の断面積比に応じて流量を分配した。出口端は流出境界とし、出口端の血管断面積比に基づいて流量を分配した。

・計算

Fluent (Ansys) を用いて定常流の解析を行った。

・ポストプロセッシング

破裂瘤の同定のため、動脈瘤サイズの計測に加え、壁せん断応力(WSS_ave), 流速(Velocity_ave), 渦度(Vorticity_ave)および瘤への流入流量(Inflow coefficient)を計算した。各パラメータは動脈瘤部で得られる値を親血管部で得られる値で除し正規化した。また瘤への流入流量は、瘤の直上流部にお

ける流量で除した値とした。可視化には EnSight 及び ParaView を用いて、動脈瘤壁面の壁せん断応力および内部流体の流線を観察した。

3. 結果

Aspect ratio 及び正規化された各血行力学パラメータを Table 1 に示す。

4. 考察

・Geometry

Aspect Ratio が 1.6 以上の動脈瘤は、課題 2 の L-MCA と R-ACA のみである。しかし同時に、破裂による瘤の縮小や歪な形への変形の可能性が考えられる。課題 2 では R-Pcom の動脈瘤で特に細長比が高く、歪な形状と考えられる。

・Flow Pattern

課題 1 は共にエンドウォール型動脈瘤だが、BA のケースでは瘤内で流れ方向が二分する複雑な流れ場を形成している。課題 2 では R-Pcom の瘤上部で 2 次渦が観察された。

・Hemodynamic Parameters

課題 1 では Inflow coefficient に最も顕著な差が見られ、BA で 0.5 以下となった。課題 2 では高 AR, 低 WSS を示す二つの動脈瘤でも Inflow coefficient には顕著な差が見られ、R-ACA で 0.5 以下であった。

5. 結言

以上より、課題 1 では脳底動脈部(BA), 課題 2 では右大脳動脈起始部(R-ACA)の動脈瘤が破裂したものと判断した。

Table 1 Geometrical and hemodynamic parameters

		Aspect Ratio	WSS_ave	Velocity_ave	Vorticity_ave	Inflow coefficient
課題 1	前大脳動脈(ACA)	1.35	0.648	0.501	0.574	0.691
	脳底動脈(BA)	1.18	0.488	0.554	0.776	0.394
課題 2	左中大脳動脈(L-MCA)	3.23	0.193	0.206	0.309	0.531
	右後交通動脈(R-Pcom)	0.94	1.622	0.845	2.627	0.068
	右大脳動脈起始部(R-ACA)	1.67	0.395	0.387	1.012	0.095