

Title	数値流体力学による重複大動脈瘤の治療前評価に関する研究
Author(s)	大拙, 陽介
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/12104
Rights	
Description	Supervisor: 松澤 照男, 情報科学研究科, 博士

要 旨

本研究は重複大動脈瘤の手術手順に関する数値流体解析を用いた研究である。大動脈は左心室から全身に酸素を含んだ血液を送り出す循環系である。大動脈壁面に膨らみが形成されることがあり、これを大動脈瘤と呼称する。瘤が破裂した場合高い確率で死に至ることが知られている。瘤の生成、成長そして破裂の原因は特定されてはいない。しかし、生物分子学の分野からの証拠、臨床と血流学からの状況証拠から発生と成長には壁剪断応力が密接に関わっていることが有力な仮説されている。大動脈瘤は高齢者に発症する 경우가多く、破裂するまで自覚症状がないため手遅れになりやすい。臨床現場からの統計から、大動脈瘤は大動脈弓部分と腹部大動脈に発症しやすいことが報告されている。大動脈瘤の大きさが治療基準に達した場合、外科的手術によって治療が行われる。大動脈瘤が2つ以上形成される場合、重複大動脈瘤という。重複大動脈瘤を治療する場合成功率の高さから、一度の手術で個々の瘤を治療する多期的な手術が採用する場合が多い。この場合腹部の大動脈瘤が優先して治療される場合が多い。しかし、この方法が最も適した治療手順であるという立証されていない。さらに腹部大動脈瘤を治療した後に胸部大動脈瘤が破裂したケースが報告されている。そこで本研究では、破裂に関して重要な関連性を持つとされている壁剪断応力と圧力について計算を行い、治療後の破裂の危険性について評価した。

計算には、単純形状を組み合わせたモデル形状と CT データから再構成した形状を用いた。モデル形状は7形状作成した。モデル形状は、治療基準となる胸部と腹部の大動脈瘤の大きさを元に3形状、加えて瘤の大きさによる残留瘤への影響を調べるために4形状作成した。CT 再構築形状は重複大動脈瘤形状と、腹部瘤治療後と胸部瘤治療後の3つの形状を用意した。支配方程式は定温状態、非圧縮性と外力を無視を仮定し Navier-Stokes 方程式を解いた。境界条件は、定常と非定常の計算条件ともに流量と圧力差による境界条件を使用した。流入口に於ける圧力波形は、流量による計算が収束した5周期目から流入面に於ける圧力の平均値を計算し圧力固定の境界条件として使用した。非定常の計算では時間的に波形を収束させるために5周期計算を繰り返した。これら2つの境界条件は壁せん断応力と圧力を分析するために、関係する変数を境界面に於いて固定するために与えた。

CT から再構成したモデルは、上行大動脈と腹部大動脈において、他の数値解析と生体内から計測された圧力波形とほぼ同じ波形と大きさを示した。壁せん断応力と圧力を分析した結果、モデル形状と CT データを再構築した形状に於いて、残留胸部大動脈瘤における圧力の上昇を圧力のピーク付近に於いて確認した。残留胸部大動脈瘤の圧力の上昇は、治療後の

胸部瘤内部の流れが減速していたことから、腹部大動脈瘤治療による剪断力の増加によって引き起こされたと考えられる。残留腹部動脈瘤では圧力がピーク時に減少した。この現象は、胸部瘤内部に存在した高い圧力領域が治療によって消えたためと推測される。一方、胸部大動脈瘤における壁剪断応力は、瘤の上流に近い外側壁において治療後に上昇が確認できた。しかし、胸部大動脈の下流部に位置する外側壁瘤に於いて、瘤の成長に関して密接な関係があると考えられている低い壁剪断応力の領域の治療後の変化は確認出来なかった。これらの結果から胸部大動脈瘤を先に治療したほうが破裂の危険性は低くなるのではないかと推測する。

キーワード：重複大動脈瘤、残留瘤破裂、二期的治療法、拍動流れ、数値流体力学