

手術訓練による技能研修の普及と技量の安定・高度化法の確立 未破裂脳動脈瘤の破裂危険度のリスク分析

研究分担者 八木高伸（早稲田大学），朴栄光（早稲田大学），
高西淳夫（早稲田大学），加瀬川均（早稲田大学），村垣善浩（東京女子医科大学）

A. 研究目的

診断機器の高度化と脳ドックの普及に伴い、未破裂かつ無症候で偶発的に発見される脳動脈瘤の数が年々増えている。2010年度には、国内で約16000件の未破裂瘤の破裂予防手術が報告されている。治療機器は日進月歩で開発されていくなかで、いつ、どの瘤に、どの機器、どの手技で治療を行うべきか、治療効果を最大化させると同時に治療リスクを最小化させることを可能とする治療支援機器の開発が必要である。脳動脈瘤の発症・増大・破裂には血流が関与していることがわかっている。しかしながら、現在の診断・治療システムのなかに瘤内の血流を考慮したものは存在しない。瘤の病変・病態と血流の関連性が指摘されながらも因果関係レベルでの説明はこれからの課題であり、血流を臨床医学的に解釈できないためである。そこで、瘤壁の病理と血流を比較する研究を開始している。これまでの研究成果として菲薄部と流れの衝突に相関があるという知見を得た。本年度は血流の衝突形態に注目し、菲薄部を術前に予測可能な血流の指標化の実現可能性を検討した。

B. 研究方法

北原国際病院協力のもと、未破裂脳動脈瘤のうち、開頭術で瘤壁の一部に菲薄化を認めた23症例を対象として（図1）術中観察の結果と数値流体解析による血流解析結果を比較した。計算科学による衝突流れの有無や程度を定量的に定義するため、解析手法の効果と限界を考慮した評価法として壁面せん断応力ベクトルの発散の形態に注目した。

C. 結果・考察

菲薄部にて衝突が介在する割合の定量化により、対象とした菲薄部の約82%において当該箇所に血流の衝突を認めた。次に、発散の形態による分類の結果、壁面せん断応力ベクトルの方向が左右上下の四方に発散しているものでは90%の精度で菲薄を検知できた。また、四方までとはいかず、限方向的に発散しているものでは67%の割合で検知した。他研究では、流れが衝突する箇所では、内皮細胞が移動・欠落する結果を報告している。瘤壁の再生に関しては瘤外環境も重要であると考えられ、流れの解析による瘤内環境の分析に加えて、瘤外環境を手術ビデオにより分析した結果、癒着の有無を考慮することにより菲薄部の予測精度を向上できるという知見を得た。

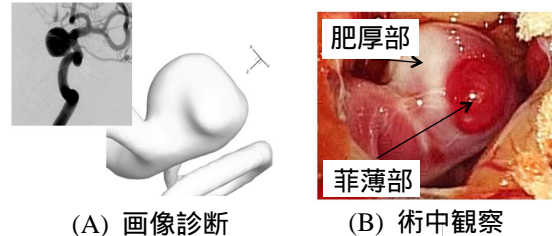


図1 脳動脈瘤の画像による診断と外科的治療
瘤壁性状は開頭しないとわからない

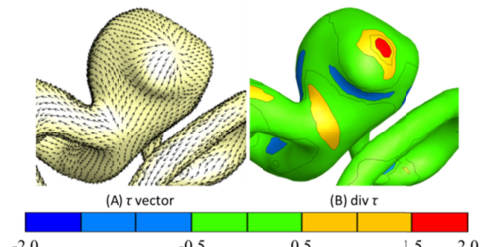


図2 数値流体解析による菲薄部位予測指標
左；流速ベクトル 右；壁面せん断応力

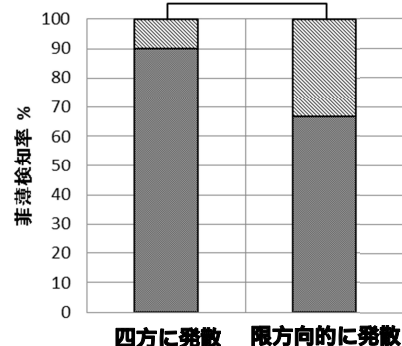


図3 異なる壁面せん断応力の発散の形態に注目した瘤壁の菲薄検出率

D. 結論

血流の衝突の形態を壁面せん断応力の発散から定量化し瘤壁の菲薄部との比較検討から、脳動脈瘤の菲薄部の検知が実現可能であることが判明した。これまではCTやMRIの画像により脳動脈瘤の形状から診断を行ってきた。血流を診断にいれていくことで瘤壁の機能を高度に分析し、治療の最適化を行うことができるシステムを構築する予定である。

E. 発表

[1] 岩淵祐貴，八木高伸，戸部泰貴，梅津光生，林祥史，吉田浩貴，西谷和敏，岡田義文，北原茂実，ヒト未破裂脳動脈瘤の瘤壁の菲薄化を術前に検知できる血流の指標化に関する検討，第24回バイオフロンティア講演会論文集，pp.85-86，2013，京都