

論文審査の結果の要旨

報告番号	乙第1220号	氏名	佐々木哲郎
論文審査担当者	主査 多田剛 副査 佐々木克典・関島良樹		

(論文審査の結果の要旨)

脳動脈瘤発生に血行力学因子、特に壁面せん断応力 (WSS) が関与していることが以前から示唆されていたが、数値流体解析 (CFD) の発達により、WSS が上昇している部位で脳動脈瘤が発生することが証明されている。また、WSS の上昇が血管内皮細胞の炎症関連転写因子を活性化し、血管壁に生じる慢性炎症反応が脳動脈瘤の発生・増大に結びつくことが近年分かってきた。一方で、脳動脈瘤の発生しやすい血管分岐部の形態に着目した臨床研究があり、分岐角が広い場合や分枝径が細い場合に脳動脈瘤発生の危険性が高いとされている。そこで我々は、分岐角が広い場合や分枝径が細い場合に WSS が上昇するという仮説のもと、分枝角や分枝径を変化させた多数の血管モデルの CFD 解析から、WSS の最大値 (WSS_{MAX}) と、15 Pa 以上の高い WSS が計測された壁面積 (AREA) と、その面積における WSS の総和 (F_w) を計算し、これらの WSS パラメータと分岐角・分枝角との関連性を線形回帰分析で検討した。

その結果は以下の通りである。

- 1) 左右分枝径が等しいタイプ A モデルにおいて、 WSS_{MAX} は分岐角が狭い場合と分岐角が広い場合で有意に上昇し、AREA と F_w は分岐角・分枝角が広い場合で有意に上昇した。
- 2) 左分枝径が細いタイプ B モデルにおいて、 WSS_{MAX} は細い分枝側で高くなる傾向があり、細い分枝の WSS_{MAX} は分岐角が狭くなるにつれて上昇した。AREA と F_w は分岐角・分枝角と正の相関がみられた。
- 3) 以上から、 WSS_{MAX} は分岐角が狭いか分枝径が細いと上昇し、AREA と F_w は分岐角や分枝角が広いと上昇することが分かった。
- 4) WSS_{MAX} は分岐角が狭いほど上昇したが、AREA と F_w は分岐角が広いほど上昇した。AREA や F_w は、分岐角が広いと脳動脈瘤発生の危険性が高まるという事実を支持する WSS 関連パラメータと考えられる。
- 5) WSS_{MAX} が細い分枝側で上昇する傾向がみられたのに対し、AREA/ F_w と分枝径との間には一定の傾向を見出すことができなかった。細い分枝よりも太い分枝側の血流量が多いため、太い分枝側の AREA が細い分枝よりも大きくなる場合があり、そのために AREA や F_w が細い分枝側で上昇する傾向が示されなかったと考えられる。

以上から、WSS の変化は血管分岐形態に強く関連しており、WSS の絶対値だけでなく、高い WSS に曝された壁面積の広さも脳動脈瘤発生に関与すると考えられた。血管分岐形態の観察は脳動脈瘤発生の予測に結びつく可能性があり、広い分枝角と細い分枝は脳動脈瘤発生の危険因子となり得る。したがって、主査、副査は一致して本論文を学位論文として価値があるものと認めた。