

多発脳動脈瘤における CFD 解析 — 同一症例における増大瘤と非増大瘤の比較 —

堀 恵美子*、梅村 公子*、岡本 宗司*、久保 道也*、柴田 孝*、堀江 幸男*、
黒田 敏**

*済生会富山病院 脳卒中センター 脳神経外科 [〒931-8553 富山県富山市楠木33-1]

**富山大学 医学部 脳神経外科

1. 緒言

脳動脈瘤の増大因子に関しては、これまでにその大きさや形状、部位等があげられているが、いまだに不明な点が多い。さらに近年では CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析を用いた検索がなされているが、剛体モデルを使用する、増大例・非増大例の異なる個体間で比較する等、生体内での条件を必ずしも再現しているとは言えない。本研究では、多発動脈瘤を有する同一個体において CFD 解析を実施して、増大瘤と非増大瘤における流体力学を比較検討した。

2. 実験方法

多発動脈瘤を有し経過観察中に一つのみの動脈瘤が増大した 5 例を対象とした。3D-CTA あるいは MRA から得られた DICOM データを使用し、血管形状の構築は Zio station®、数値流体解析は hemoscope® を用いた。CFD 解析は健常者の一般的な波形を用いて、拍動解析を行った。検討項目は、年齢、性別、動脈瘤の大きさ、増大までの期間、親動脈からの流入量、増大瘤と非増大瘤の Wall shear stress (WSS) について比較検討を行った。

3. 実験結果

年齢は 72-76 歳 (平均 66 歳)、全例女性であった。動脈瘤の大きさは、増大瘤が 1.2-505.3mm³ (131.6±211.7 mm³)、非増大瘤 6.1-154.9mm³ (44.5±57.5 mm³) であった。大きさおよび部位に一定の傾向は認められず、増大までの期間は 1-8 年で、3 例が経過中に破裂し、いずれも増大瘤であった。親動脈からの流入量は増大瘤で 10.6-66.8%、非増大瘤で 11-97.3% と一定の傾向はなかったが、動脈瘤の WSS の平均値は増大瘤 VS 非増大瘤で、6.1±1.9 VS 8.7±6.6 Pa、最大値 37.1±6.2 VS 88.6±53.9 Pa、最小値 0.5±0.7 VS 0.4±0.5 Pa で、いずれの症例でも平均値および最大値は、増大瘤より非増大瘤で小さかった。

4. 考察

破裂脳動脈瘤と未破裂脳動脈瘤の比較検討では、種々のパラメーターが比較検討されている。特に WSS に関するパラメーターが多く、low WSS, low area-average WSS, high WSSG 等が破裂瘤に認められるとされている¹⁾²⁾。これらの報告は、いずれも異なる個体間での比較検討であり、同一症例における報告はすくない。Jung ら³⁾は同一個体における破裂と未破裂瘤を比較しており、破裂瘤において優位に WSS の平均値および最小値、low WSS area が大きいとしている。本研究でも、増大瘤で WSS が低くなっていた。

5. 結言

同一症例における流体力学の結果、増大瘤の WSS は親血管や非増大瘤よりも低い傾向にあった。WSS は増大および破裂の重要な因子とされており、本研究でも改めて未破裂動脈瘤の増大に重要な因子であると考えられた。

文 献

- 1) Kawaguchi T, Nishimura S, Kanamori M., :Distinctive flow pattern of wall shear stress and oscillatory shear index:similarity and dissimilarity in ruptured and unruptured cerebral aneurysm blebs. J neurosurg, 117, 774-80, 2012.
- 2) Lee CJ, Zhang Y, Takao H., :A fluid-structure interaction study using patient-specific ruptured and unruptured aneurysm:the effect of aneurysm morphology, Hypertension and elasticity. J Biomech, 46, 2402-10, 2013.
- 3) Jing L, Fan J, Wang Y., :Morphologic and hemodynamic analysis in the patients with multiple aneurysms: Ruptured versus unruptured. PLoS One, Jul 6, 10(7), e0132494, 2015.