

授与機関名 順天堂大学

学位記番号 甲第 2385 号

Blood residence time in cerebral aneurysms as a predictor of the outcome of flow diversion

数値流体解析法を用いたフローダイバーター治療の効果予測因子となる脳動脈瘤の血液通過時間解析

中嶋 伸太郎 (なかじま しんたろう)

博士 (医学)

論文内容の要旨

フローダイバーター治療は脳動脈瘤治療において安全かつ効果的であることが立証されている。しかし、臨床転帰の予測は未だ課題が残っている。本研究では、動脈瘤における血液通過時間がフローダイバーター治療の効果予測因子として役立つか検討した。単一のフローダイバーターで治療した 15 例の海綿静脈洞部脳動脈瘤を用い、治療 12 か月後の脳血管造影検査結果に基づいて完全閉塞群 (n=8) と部分閉塞群 (n=7) の 2 つに分類した。まず同側内頸動脈の平均血流量を測定し、動脈瘤体積で割った血液通過時間を計算した。流体力学解析を用いて症例ごとの血行動態を再現し、患者由来の血流量のもと解析した。事後解析は、動脈瘤全領域における血液通過時間を推定した。結果は、部分閉塞群の血液通過時間が完全閉塞群よりも有意に長かった。流体力学解析により複雑なフローパターンが瘤内の血液滞留の延長をもたらすことが明らかになっているが、より短い血液滞留は動脈瘤の完全閉塞と関連し、より長い血液滞留は部分閉塞と関連するという我々の予測に反する結果であった。考察として、フローダイバーターステントは、ステントの内皮化と瘤内血栓化という 2 つの主要なメカニズムを介して動脈瘤閉塞を促進する。瘤頸部を覆うフローダイバーターステントの緻密なメッシュは、内皮細胞の足場となり、ステントストラットを垂直に通過する血流を減少させる。内皮化を伴うステントストラットによる血液流入の閉塞は、瘤内の血栓形成を促進し、血栓で満たされた瘤を吸収する。この治癒過程より治療前の動脈瘤の病理学的状態がフローダイバーションの結果に影響を与える可能性があると推測した。瘤壁のアテローム性動脈硬化症の変化は、血栓形成後の生理学的吸収を妨げ、脳動脈瘤における血行力学的-病理学的相互作用が最近の研究で明らかになっている。動脈瘤の拡大に伴い血液通過時間が延長し、瘤内の血行力学的環境が高流量状態から低流量状態に切り替わり、瘤壁の炎症性リモデリングを調節する。また瘤壁の肥厚および石灰化は、瘤壁自体に供給する vasa vasorum を発達させる。本研究において、大型脳動脈瘤の治療計画において動脈瘤壁を検査し、血液通過時間が海綿静脈洞部動脈瘤のアテローム性動脈硬化症変化、フローダイバーター治療の効果予測因子として役立つと考える。