

## IV 動画対応DRシステムの将来展望

## 1. 脳神経外科医が考える脳血管領域の治療と技術開発の将来展望

坂井 信幸 / 今村 博敏

神戸市立医療センター中央市民病院脳神経外科

脳神経領域において、カテーテルインターベンションは急速に進歩している。その原動力が、デバイスと血管撮影装置の開発・改良に基づくことは言うまでもない。本稿では、現在行われている脳神経領域の血管内治療のうち、脳動脈瘤と急性脳動脈閉塞に対する治療、カテーテルインターベンション関連技術の進歩と将来展望について概説する。

## 対象疾患と治療

### 1. 脳動脈瘤

脳動脈瘤は、破裂を来すと生命機能予後に重大な影響を起す疾患で、脳動脈瘤破裂によるクモ膜下出血が生じた場合は、速やかに外科手術（開頭クリッピング）または血管内治療（コイル塞栓術）を行って再破裂を防がねば、転帰は不良となることが知られている。破裂脳動脈瘤に対しては、2002年の国際共同研究 International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) の報告<sup>1)</sup>をきっかけに、欧米ではすでに血管内治療の適用が外科手術を上回っており、わが国でも数年以内にそうなると言われている。

脳動脈瘤に対する血管内治療は、離脱型コイル (Guglielmi detachable coil) の開発により飛躍的な発展を遂げ<sup>2)</sup>、わが国ではこのコイルが1997年に承認されたことにより、本格的な脳動脈瘤塞栓術が始まったと言える。本療法の発展に digital radiology (DR) が果たした役割は計り知れない。径4~5mmの頭蓋

内動脈瘤に、径1mmのマイクロカテーテルをガイドワイヤとともに誘導留置し、その中に形状記憶されたプラチナコイルを何本も留置する。もし穿孔すれば脳動脈瘤の破裂によるクモ膜下出血を来し、患者を失うこともありうる。時間・空間分解能が高い透視機能を備える flat panel detector (FPD) の導入は、本療法の安全性を飛躍的に向上させた。また、脳動脈瘤の血管内治療の発展に大きく寄与したのはステントの導入である。本邦では、2010年の「Enterprise VRD」(セレンバス/ジョンソン・エンド・ジョンソン社)に始まる。頭蓋内動脈専用が開発された自己拡張型ステントで、非常に薄いナイチノールのチューブをレーザーカットした構造で、脳動脈瘤のネックをカバーすることにより、母血管に逸脱することなく、広いネックを有する脳動脈瘤の中に離脱型コイルを留置することが可能になった。X線透視では両端のマーカーしか視認できないため、FPDを備えた血管撮影装置が提供する高精細コーンビームCTによりステントのストラットを視認し、治療をより正確に行えるようになった(図1)。

さらに、ステントのストラットをさらに密にした構造を有し、留置したステントを通過して脳動脈瘤へ流入する血流を大きく変化させるフローダイバーター(血流転換)が開発され<sup>3)</sup>、わが国では2015年に「Pipeline Flexフローダイバーターシステム (Pipeline Flex)」(メドトロニック社)が承認された。フローダイバーター治療では、正確な血管径の計測が

治療成功の鍵を握る。回転血管撮影を基に、留置部の血管構築を正確に把握した上で、ワークステーション上の三次元再構成画像、DSA画像を基に留置部の血管径、想定留置長から使用するデバイスの径と長さを選ぶ。留置に際しても、高機能血管撮影装置の活用が必須である。留置開始時には、デバイスの展開状態が高精細に確認できる透視画像を確認しながら微妙な位置調節を要し、展開中も良好な透視画像と参照画像を基に適切な角度にCアームを動かし、フローダイバーターを血管に密着させながら展開する。本療法では、フローダイバーターの密着が不十分になると、デバイスの性能(血流転換)が発揮されず、目的の治療結果を得ることができないため、留置後の高精細コーンビームCTにて留置状態を確認し、必要に応じてバルーンを用いて拡張して密着を得る(図2)。当科では、Pipeline Flex留置の際には、フリリップス社製の装置を主に用いており、搭載されている脳動脈瘤内の血流変化を評価するアプリケーション「Aneurysm Flow」から得られる mean aneurysm flow amplitude (以下、MAFA)<sup>4)</sup>に関する研究を行っているが(図3)、流体力学を応用した computational fluid dynamics 研究として脳動脈瘤に関するシミュレーション研究も進んでおり、これらを総合して脳動脈瘤の治療の向上につながる事が期待されている。

### 2. 急性脳動脈閉塞

脳主幹動脈の急性閉塞が一度生じる