



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## 脳動静脈奇形摘出術の基本戦略

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-07-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 岩間, 亨, 吉村, 紳一, 矢野, 大仁, 大江, 直行, 榎本, 由貴子, 山田, 清文, 高木, 俊範 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/38513">http://hdl.handle.net/20.500.12099/38513</a>

## 脳動静脈奇形摘出術の基本戦略

岩間 亨, 吉村 紳一, 矢野 大仁, 大江 直行  
榎本由貴子, 山田 清文, 高木 俊範

### Basic Surgical Strategy for Cerebral Arteriovenous Malformations

Toru IWAMA, M.D., Shin-ichi, YOSHIMURA, M.D., Hirohito YANO, M.D., Naoyuki OHE, M.D., Yukiko ENOMOTO, M.D., Kiyofumi YAMADA, M.D., and Toshinori TAKAGI, M.D.

Department of Neurosurgery, Gifu University Graduate School of Medicine, Gifu, Japan

**Summary:** We describe basic surgical strategy and techniques for resection of cerebral arteriovenous malformations (AVMs). Understanding of the vascular structure of AVMs is important to plan surgical strategies for AVMs. The craniotomy should be large enough as to expose all the structures of the AVMs, such as nidus, feeders and drainers. In the first step of surgery, feeders are secured to control bleeding and to reduce tension of the nidus and drainers. Preoperative occlusion of the hidden feeders by endovascular surgery is a useful option. For an approach to the buried nidus, retrograde dissection of the main drainer is effective. When bleeding is difficult to control during dissection of the nidus, the dissection plane has got into the nidus and should be reset outward. Feeding arteries are coagulated and cut after they are confirmed to contribute to the AVM. The main drainer should be preserved up to the final step of the resection. Intraoperative angiography is useful to identify the feeders and to confirm the residuals of the AVM.

#### Key words:

- arteriovenous malformation
- resection
- surgical strategy
- basic technique

Surg Cereb Stroke  
(Jpn) 37: 390-394, 2009

#### はじめに

脳動静脈奇形(arteriovenous malformation: 以下 AVM) に対する治療は, 外科的摘出, 定位的放射線治療, 血管内治療によって, あるいはこれらのモダリティを組み合わせる複合的に行われている。AVM の部位や大きさ, 症候や出血の有無などによって個々に治療方針が検討されるが, 現時点での治療指針として Spetzler-Martin 分類<sup>3)</sup> の grade 1-3 に対しては外科的摘出術が推奨され, 外科手術の危険性が高く病巣が小さい場合には定位的放射線治療が勧められている<sup>2)</sup>。しかし, 実際に AVM 手術の経験を有する脳

神経外科医は必ずしも多くなく, 摘出術を比較的安全的に行うことができる場合であっても定位的放射線治療が選択されることも多いと思われる。AVM 摘出術の難易度は高いが最も確実な治療手段であることから, 多くの脳神経外科医が AVM 手術の要点を理解し, 手術が適応となる症例に対しては適切に摘出術が行われるべきであると考えられる。本稿では AVM 手術の基本戦略と基本手技についてわれわれの考えを述べる。

#### AVM 摘出術の基本戦略

AVM 摘出術の基本戦略をきわめて単純に表現するなら

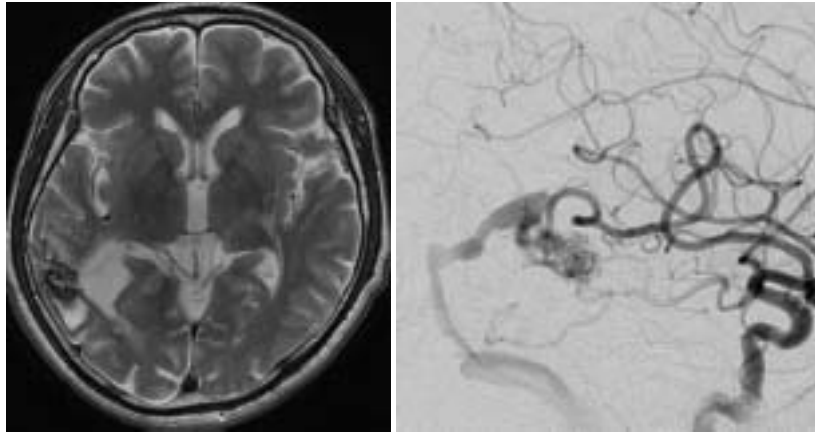


Fig. 1 A: Preoperative T2 weighted MR image demonstrates a flow-void with a high-intensity area at the right temporal cortex.  
 B: Lateral view of the preoperative right carotid angiogram shows a small arteriovenous malformation (AVM). The AVM is fed by temporal branches of the middle and posterior cerebral arteries, and drained to the transverse sinus via 2 drainers.

A|B

ば、「主な feeder を確保し、AVM への血流をコントロールしつつ drainer と nidus を周囲脳から剝離し、順次 feeder と従たる drainer を切断し、最後に main drainer を切断して AVM を摘出する」こととなる。

実例を呈示し、具体的な手順とともに、各ステップでの留意点、対策を述べる。

## 症 例

57歳の男性でてんかん発作にて発症した。MRIにて右側頭葉に陳旧性の血腫を伴う flow-void が認められた (Fig. 1A)。脳血管撮影 (DSA) にて中大脳動脈 (MCA) と後大脳動脈 (PCA) の側頭枝を feeder とし横静脈洞へ流出する drainer を有する AVM が確認された (Fig. 1B)。

## AVM 摘出術

### 1. 手術準備

術中の feeder の同定や遮断の確認、残存 AVM の確認に術中 DSA はきわめて有用であり<sup>1)</sup>、原則として必須と考えるべきである。術中 DSA 対応のカーボン製 Mayfield を用いて頭部を固定しておく。

### 2. 開頭と硬膜切開

AVM の摘出にあたっては構成要素である feeder, nidus, drainer の全体像を把握することが重要である。また、AVM 摘出術では術中になんらかの問題が生じた場合には著しい脳腫脹をきたす危険性がある。そのため、すべての症例で可能ではないが、できる限り術野に feeder, nidus, drainer のすべてが観察でき、かつ十分に大きめの開頭を行っておくことが望ましい。Fig. 2 に本例の皮切、



Fig. 2 Intraoperative view.  
 U-shape skin incision and craniotomy is drawn on the scalp.

開頭範囲を示す。

流出路となる静脈洞の圧は上昇しており、開頭時の損傷に注意する。もし、静脈洞上の硬膜面から出血する場合には、fibrin glue 付きの Surgicel により十分時間をかけて圧迫止血する。脳表の AVM ではしばしば硬膜との癒着がみられる。癒着が強い場合には無理に剝離せず癒着の周囲で硬膜を切断し AVM 側に癒着硬膜を残す。

### 3. Feeder の確保と drainer の剝離

出血のコントロールと nidus, drainer の剝離操作を容易にするために、最初に feeder の確保を行う。術野内で確保が困難な feeder は、血管内治療により予め塞栓しておくといよい。

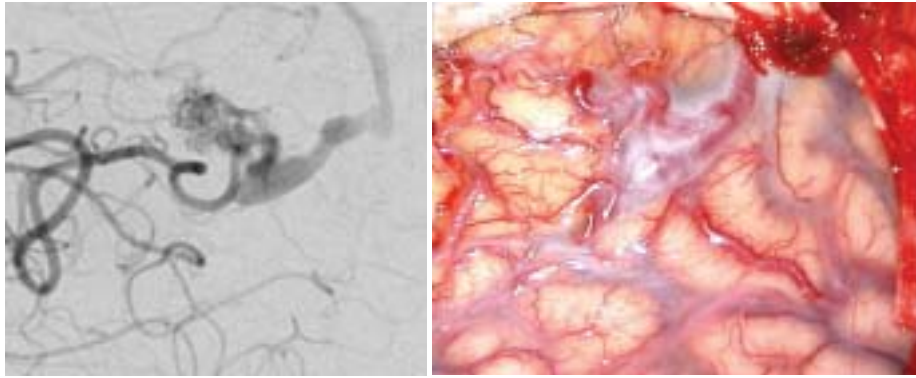


Fig. 3 A: Preoperative angiogram matched with intraoperative view.  
B: Intraoperative view after dural opening. The main drainer is confirmed through whitened arachnoid membrane.

A|B

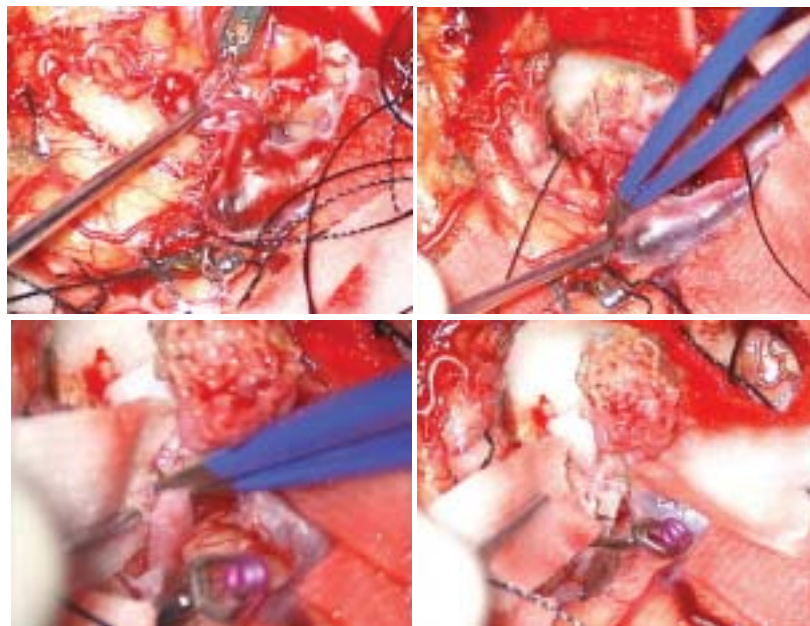


Fig. 4 Intraoperative views.  
A: The main feeder and 2 small feeders are clipped to reduce the tension of the AVM. Color of the main drainer is partly turned to dark.  
B: The nidus is almost totally dissected. Color of the main drainer is turned to dark more.  
C: The main feeder is coagulated at the final stage of the dissection.  
D: The coagulated main feeder is cut.

A|B  
C|D

Fig. 3に本例の脳表所見と、術野に方向を一致させたDSAを示す。本例はnidusも小さく構造も比較的単純で、前上方と前下方からそれぞれMCA, PCAからのfeederが流入し、後方と下方にdrainerが存在していた。nidus前上方のsulcusを開放してMCAからのmain feederを確保したのち、脳表のdrainer周囲のくも膜を全周性に浅く剥離した。main feederとPCAからのfeederと思われる細血管をクリップにて遮断したのち(Fig. 4A), nidus

の剥離を開始した。feederの遮断により、わずかながらdrainerの色が暗く変化している。

本例のようにAVMの位置や範囲がわかりやすい例では問題ないが、症例によってはnidusが脳溝内に存在して脳表から観察されなかったり、逆に脳表に多数の異常血管が観察され、nidus本体の範囲がわかりにくい場合には、main drainerを逆行性に剥離していくと確実にnidus本体に到達することができる<sup>4)</sup>。通常、drainerの壁は肥厚し



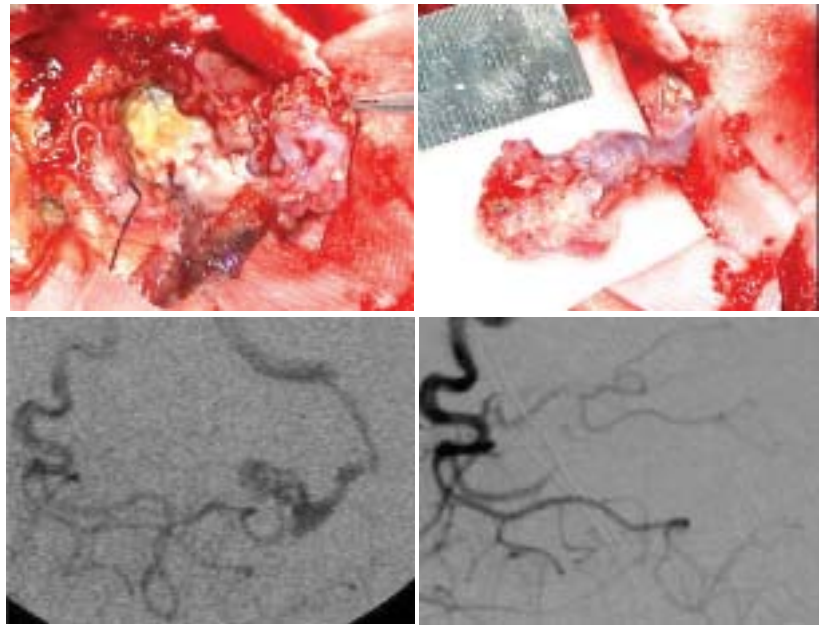


Fig. 5 Intraoperative views.

A: The nidus is lifted up from the cortex.

B: The nidus is completely dissected with connection to the brain by the main drainer.

C: Intraoperative control DSA demonstrating the AVM.

D: Intraoperative DSA obtained after resection of the AVM. Disappearance of the AVM is confirmed.

A|B  
C|D

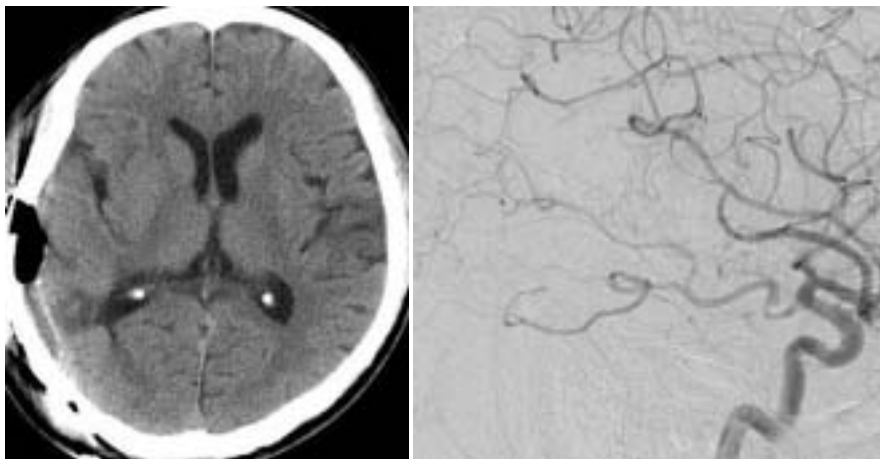


Fig. 6 A: Postoperative CT shows neither bleedings nor infarctions.

B: Lateral view of the postoperative right carotid angiogram demonstrates extirpation of the AVM.

A|B

ており剥離操作による損傷の危険性は少ないが、tensionが低いほうがより安全であり、可能な範囲でfeederを遮断したのちに剥離したほうがよい。もしも損傷した場合には、凝固せずに Surgicel と fibrin glue による圧迫止血を行う。

AVM 周囲の白濁して肥厚したくも膜や drainer の剥離

には血管吻合用の鑷子、剪刀が有用である。

#### 4. Nidus の剥離

確実な剥離操作と出血のコントロールのため、nidus の剥離は全周性に浅いところから順次深部に進めるように心がけ、一部分だけ深く剥離を進めることは避ける<sup>4)</sup>。

feederの中にはpassing arteryとしてAVMとともに正常脳へも灌流している場合があり、最終的にnidusに入ることが確実となった時点で凝固切断し、それまではクリップによる遮断を行っておく<sup>1)</sup>。drainerもすべてを温存しながらnidusを剥離することはできない。main drainerは必ず最後まで温存し、それ以外のdrainerは細いものから順次凝固・切断しつつ剥離を進める。

nidusの辺縁は多数の異常血管のループにより形成されていることをイメージし、これらの血管をfeederやdrainerと誤って凝固・切断しないように留意する<sup>1)</sup>。剥離中にnidusに切り込んでしまった場合は、出血のコントロールが困難となる。コントロールが困難な出血を生じたら「nidusに切り込んだ」との認識を持ち、出血点でむやみに操作を続けることなく、やや外側の正しい境界で剥離、止血を行う。nidus辺縁のいわゆる“赤虫”と呼ばれるfragileな血管はバイポーラーによる凝固のみでは弾けて出血するため、ミニクリップをかけて血管の圧を下げたのち、バイポーラーの出力を下げた凝固する。

本例ではmain feederとmain drainerを残してほぼ全周性に剥離を行ったのち(Fig. 4B)、main feederがnidusに入る直前で凝固・切断した(Fig. 4C, D)。

## 5. Main drainerの切断とAVMの摘出

すべてのfeederが切断されると、nidusのtensionが下

がりred veinを呈していたdrainerの色が暗くなる。drainerを十分に凝固して切断し、AVMを摘出する。

本例でも最終的にAVMがmain drainerのみで脳と繋がった状態とし(Fig. 5A, B)、main drainerを切断して摘出した。術後出血の原因となりうる残存AVMのないことを術中DSAにて確認し手術を終了した(Fig. 5C, D)。Fig. 6に術後のCT, DSAを示す。

## ま と め

単純な血管構築をもつAVMを実例にあげ、AVM摘出術の基本的な戦略と手技、各ステップにおける留意点を述べた。

## 文 献

- 1) Hashimoto N, Nozaki K, Takagi Y, et al: Surgery of cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 61 (SHC Suppl 1): SHC-375-SHC-389, 2007
- 2) 篠原幸人, 吉本高志, 福内靖男, ほか: 脳動静脈奇形. 脳卒中治療ガイドライン 2004, 協和企画, 東京, 2004, pp119-122
- 3) Spetzler RF, Martin NA: A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 65: 476-483, 1986
- 4) Yamada S, Brauer FS, Knierim DS: Direct approach to arteriovenous malformations in functional areas of the cerebral hemisphere. *J Neurosurg* 72: 418-425, 1990