特集 前交通動脈動脈瘤の手術手技：穿通枝温存

前交通動脈瘤の手術手技

—特に穿通枝温存について—

安井 敏裕

Surgery of the Anterior Communicating Artery Aneurysm: With Special Reference to the Preservation of the Perforating Arteries

Toshihiro YASUI, M.D.

Department of Neurosurgery, Osaka City General Hospital, Osaka, Japan

Summary: The anterior communicating artery (ACoA) is the most frequent site of aneurysms. This aneurysm is usually operated on via an interhemispheric or a pterional approach. The author routinely selects the pterional approach for the ACoA aneurysm because it allows the least brain retraction and excellent anatomical orientation. The interhemispheric approach was employed if the aneurysm was large, if the aneurysm was highly located, or if the distal anterior cerebral artery aneurysm was present. Of the author's 105 cases of ACoA aneurysms, 100 were clipped via a pterional approach, and the remaining 5 cases were clipped using an interhemispheric approach. I describe several important points, including preservation of the perforating arteries for the surgery of ACoA aneurysm via the pterional approach. The direction of the fundus is an important consideration in deciding the side of approach. Knowledge of the perforating arteries of the ACoA and the distal A1 segment is also mandatory. If the aneurysms project inferiorly, the right side is employed. If the aneurysms direct anteriorly or superiorly, the posteriorly locating A2 segment side is selected. If the aneurysms direct posteriorly, the anteriorly locating A2 segment side is selected. If the aneurysms project laterally, the aneurysms are approached from the dome side, not from the neck side. The most important points for the surgery of ACoA aneurysms via the pterional approach are the access to the aneurysm through a minimal retraction of the frontal lobe and the neck clipping of the aneurysm through a minimally invasive manipulation of the basal forebrain surrounding the aneurysms.

Key words:

- aneurysms
- anterior communicating artery
- pterional approach
- interhemispheric approach

Surg Cereb Stroke

(Jpn) 30: 233-239, 2002

はじめに

前交通動脈瘤の手術は動脈瘤が正中・深部に存在し、両側 A1・両側 A2・前交通動脈の 5 本の血管を確保する必

要があり、視床下部や大脳辺縁系へ血流を送る重要な穿通枝を温存する必要があるなどの点で、他の部位の動脈瘤に比べ、難易度が高く侵襲も大きい。すでに前交通動脈瘤の手術手技に関する報告は多いが³⁾⁴⁾⁸⁾、今回は特に穿通枝

大阪市立総合医療センター 脳神経外科 (受稿日 2001.7.11) [連絡先: 〒534-0021 大阪市都島区都島本通り 2 丁目 13-22 大阪市立総合医療センター 脳神経外科 安井敏裕] [Mailing address: Toshihiro YASUI, M.D., Department of Neurosurgery, Osaka City General Hospital, 2-13-22 Miyakojimahondori, Miyakojima-ku, Osaka City, Osaka 534-0021, Japan]

温存の工夫を中心に述べる。

対 象

これまでに著者自身が行ってきた105例の前交通動脈瘤の手術症例を対象に検討した。20例は未破裂例であった。用いたアプローチとしては100例(95%)はpterional approach(以下、PTA)であり、残り5例(5%)のみがinter-hemispheric approach(以下、IHA)であった。

基本的方針

前交通動脈瘤は前脳基底部(basal forebrain)に存在し、損傷すれば記憶力低下や精神症状などのために社会復帰を妨げる可能性があるため²⁾、他の部位の動脈瘤以上に周囲脳組織に対して非侵襲的なneck clippingに努める必要がある。そのためには、①最もなれたアプローチでAcom complexまで到達する。著者の場合はIHAよりPTAに慣れており、また右利きであるため右側からのPTAが、Acom complexへの最も非侵襲的かつ術野を広く有効に利用できるアプローチである。②動脈瘤頸部全体がみえるアプローチを用いる。こうすることによって穿通枝の温存が可能になる。③動脈瘤頸部がみえるだけでなく、動脈瘤頸部とクリップの間にできるだけA2が介在しないアプローチを用いる。こうすることにより、neck clippingのさいにクリップの挿入角度を種々取ることができ、有窓クリップなどの特殊なクリップも用いる必要がないなど、neck clippingの自由度が増す。④前交通動脈や遠位部A1から出る穿通枝の解剖学的知識を持っていることの4点が重要であると考えている。

穿通枝およびHeubner動脈

前交通動脈の穿通枝はその後面から分岐し、3-5本のことが多い。またA1のサイズに左右差がある場合には、太いA1側から分岐する。このことは、前交通動脈瘤が太いA1側から発生することが多いことを考慮すると、neck clippingにさいして後方向きの動脈瘤の場合には穿通枝を損傷する可能性があることを意味する⁷⁾。また、recurrent artery of Heubnerは前交通動脈から数mm以内のA2起始部から分岐することが70-80%と最も多く、その他A1-2移行部からは30-40%、A1からは20%以下にすぎないといわれている¹⁾。本動脈は分岐後、A1に平行にA1より前方をシルビウス裂に向かって走行し、前孔質に分布する。recurrent artery of Heubnerは損傷しないように注意することはもちろんであるが、手術手技上は前交通動脈やA2を同定する場合の指標になるという側面もある¹⁾。

手術アプローチ

自験105例の手術記事・手術ビデオの検討から穿通枝温存の工夫という観点からPTAおよびIHAに関して以下の結果を得た。

PTA

両側A1、両側A2、前交通動脈の計5本の血管が基本となって形成されるAcom complexの構造を確実に視野におさめ、動脈瘤頸部全体を完全に剝離することが、穿通枝を温存して前交通動脈瘤の手術を低侵襲に行ううえで重要である。Acom complexのこの基本構造はA1のサイズの左右差やAcom complexの三次元的なねじれにより変化し、前交通動脈のfenestration, triple A2, A1のduplicationなどのバリエーションが加わりさらに複雑となる⁵⁾。以上のことから左右いずれの方向からアプローチするかがPTAによるneck clippingの難易度を決定する重要な因子となる。もちろん、ある程度の経験がある術者にとっては、いずれの方向からアプローチしても、半球間裂基部の剝離を行い、gyrus rectusの除去、有窓クリップの使用、temporary clippingの併用などをすればneck clippingは行えると思うが、低侵襲なneck clippingという観点からは、gyrus rectusの切除やtemporary clippingというテクニックは前頭葉への障害を起こす可能性があり、避けるほうがよい。さらに、有窓クリップも使用法が適切でないと窓内で血管狭窄を起こす可能性もある(Fig. 1A)。したがって、これらのテクニックを使用せずに通常のstraight clipを用いてneck clippingができるアプローチを選択することが、低侵襲なneck clippingにとって重要である(Fig. 1B)。前頭葉に脳内血腫を形成していることをアプローチ側決定の因子にしている術者もいるが⁵⁾、著者の経験では、前頭葉の脳内血腫の存在はアプローチ側の決定にさいしてあまり考慮する必要はない。すなわち、左側前頭葉に脳内血腫があっても、右側からのアプローチでneck clippingしたのち、動脈瘤dome先端の左側前頭葉内側の皮質切開を行うことにより左側の血腫の吸引ができるためである。このことは左右逆の状況でも同様である。著者の現時点での考え方は、①多発例は合併動脈瘤側から、②単発例ではcase by caseという方針を取っている。初期の頃は早期のproximal controlにこだわりすべて優位側A1側からアプローチする方針を取っていた時期がある。しかし、この方針では同側A2がneck clippingの妨げになりtemporary clipping, gyrus rectusの除去、有窓クリップの使用などが、しばしば必要となることがあった(Fig. 1A)。その後、すべて右側から行うという方針に変えた時期もあった。この方針を取ると右利きの術者にとっては、Acom complex

Fig. 1 Schematic representation of anterior communicating artery aneurysms.

A: Invasive clipping.

An aneurysm is behind the right A2 segment and the proximal few millimeters of the left A2 segment and the proximal few millimeters of the left A2 segment is hidden behind the aneurysm. For neck clipping, a small cortical resection of the gyrus rectus, a fenestrated clip and occasional temporary occlusion of the A1 segment of the anterior cerebral artery are necessary.

B: Minimally invasive clipping.

Acom complex is facing to the surgeon, that is, bilateral A1 segment, bilateral A2 segment and the neck of the aneurysm are well-identified. A simple straight clip is enough to obliterate the aneurysm.

A | B

へ低侵襲に到達できるというmeritがある。しかし、やはり、この方針でも優位側A1からのアプローチと同様に同側A2がneck clippingの妨げになることがあり、いつも低侵襲なneck clippingが行えるとは限らない。以上のような経緯で、case by caseの方針となった。case by caseの基本方針は、前交通動脈瘤の手術においてはAcom complexへの到達のしやすさよりもAcom complexへ到達後のneck clippingのしやすさを優先するというものである。動脈瘤(特に破裂例)手術の基本は術中破裂に備えて、動脈瘤頸部の剥離の前にproximal controlができていくことであり、この観点からは優位側A1からアプローチするという方針は理にかなっているように思われる。しかし、実際に著者自身が経験した術中破裂は両側A1を確保したのちの動脈瘤頸部の剥離中に生じていた。このことから、術中破裂に備えるという意味での優位側A1からのアプローチはあまり意味がないと考えるようになった。したがって、症例によってはhypoplastic～aplastic A1側からアプローチすることもたびたびある。これまでの諸家の報告にあるようにPTAによる前交通動脈瘤のneck clippingの難易度を論じる場合には、動脈瘤domeの方向が問題となる³⁾。著者も諸家の報告と同様に、①下向き、②前～上

向き、③後向き、④横向きの4方向に分けてアプローチ側を決定している。この4つの型の術前診断は血管撮影でもできるが、いまだ種々の制限があるとはいえ3D-CT angiography (3D-CTA)が診断のみではなく手術シミュレーションにも使えるという意味で非常に有用である⁹⁾。

①下向き(**Fig. 2**)：このタイプの動脈瘤に対しては通常右からのアプローチを行っている。優位側A1からアプローチするという意見もあるが、動脈瘤は両側A2の前方にあるためneck clippingにさいして両側A2が妨げにならず、左右どちらからアプローチしてもneck clippingは困難ではない。したがって慣れた右側からのアプローチがよいと考える。この方向の動脈瘤の場合には通常対側A1はAcom complexの後方から確保される。また動脈瘤は半球間裂の外にあるため、動脈瘤自体の露出・剥離は困難ではないが、しばしばoptic apparatusに癒着していることがあり、前頭葉のretractionには注意が必要である。前述したように前交通動脈からの穿通枝は後面から出るため、このタイプの動脈瘤ではneck clippingにさいして穿通枝を損傷することはない。

②前～上向き(**Fig. 3**)：同側A2後方側からアプローチすることが重要である。このタイプの動脈瘤はlarge～

Fig. 2 50/F. SAH. Left carotid, anteroposterior (A) and lateral (B), angiograms. The aneurysm is projecting inferiorly (B) and pulling the entire Acom complex out of the interhemispheric fissure. A | B

Fig. 3 58/F, incidental. Left carotid, right anterior oblique (A), anteroposterior (B), left anterior oblique (C), angiograms. Left A2 segment is posterior to the right A2 segment, therefore the left perioral approach is suitable in this case. A | B | C

giant の場合を除き半球間裂内にあるため、動脈瘤が optic apparatus などの頭蓋底の構造物に癒着していることはない。したがって、同側 A1 確保後、動脈瘤を露出することなく、対側 A1 の剥離ができる。その後、同側 A1 を Acom complex 近傍まで十分に剥離後、同側 A2、動脈瘤頸部、対側 A2 などの剥離を行う。このさい、同側 A2 後方側からアプローチしているため Acom complex が術者側に対峙することになり、術中 Acom complex の構造がよくわかる (Fig. 1B)。穿通枝に関しても後面から出ていることを考えると、neck clipping にさいして損傷することはまずない。

③後方向き (Fig. 4)：PTA では最も neck clipping が困難な方向である。動脈瘤のサイズ、両側 A2 の開き具合に

もよるが、原則的に前～上向き動脈瘤の場合とは逆方向、すなわち同側 A2 前方側からアプローチする。もし、前～上向きの場合と同様に同側 A2 後方側からアプローチした場合には動脈瘤のサイズが小さく両側 A2 が開いておれば両側 A2 の間から neck clipping も可能であろうが、両側 A2 が閉じており動脈瘤もあまり小さくない場合には半球間裂の中で両側 A2 のさらに奥に存在する動脈瘤を neck clipping することになり、動脈瘤頸部全体の剥離は非常に難しく、さらに穿通枝の確認も困難である。やはり同側 A2 前方側からアプローチし、同側 gyrus rectus を吸引して両 A2 の後方から半球間裂に入ったのち neck clipping するのがよい。また、穿通枝の温存に関しても穿通枝が前交通動脈の後方から分岐することを考えると、動脈瘤頸部

Fig. 4 61/F, incidental. 3D-CT, right lateral (A), posteroanterior (B), left lateral (C), angiograms. An aneurysm is projecting posteriorly and the left A2 segment is anterior to the right A2 segment. Left pterional approach should be employed in this case.

A | B | C

A | B
C | D | E

Fig. 5 64/M, incidental. MR, right anterior oblique (A), anteroposterior (B), left anterior oblique (C), angiograms. D: an intraoperative schema, E: an imaginative schema of the right side approach. An aneurysm is directing leftward. Left pterional approach was employed. The aneurysm was directing to the surgeon, but there were no obstacles between the aneurysm and the clip (C, D), and neck clipping was very easy. If approached from the right side, the aneurysm is located behind the bilateral A2 segments and the right Heubner artery. Therefore, neck clipping may be very difficult (E).

Fig. 6 59/F, incidental. Left carotid, anteroposterior **(A)**, lateral **(B)**, angiograms. The aneurysm is projecting posteriorly, highly located and large in size. Neck clipping is very difficult if approached via a pterional route. An interhemispheric approach should be employed.

を直視下におさめつつ穿通枝も確認できる同側 A2 前方側からアプローチする必要がある。

④横向き (**Fig. 5**) : このタイプでは動脈瘤側からアプローチするようにしている。たいてい、優位側 A1 の先端に動脈瘤があり、両側 A2 はほぼ前後に並んでいる。このため、proximal control に備えて優位側 A1 側からアプローチすると、動脈瘤は両側 A2 の奥、すなわち Acom complex の最も奥になり、非常に neck clipping が難しくなる。したがって、前述の後方向きの場合と同じ考えで、neck clipping の妨げになる両側 A2 の後方に動脈瘤があるので動脈瘤側からアプローチするのがよい。さらに、前述のごとくこのタイプのように A1 に左右差があると前交通動脈からの穿通枝は優位側 A1 側の前交通動脈後面から分岐する。したがって、優位側 A1 側からアプローチすると両側 A2 および動脈瘤自体に阻まれて穿通枝と動脈瘤頸部の関係がわからない可能性が高い。動脈瘤側からアプローチするため、術中破裂のコントロール上、問題があるように思われるが、動脈瘤は半球間裂内にあるため、劣位側 A1 からアプローチしても動脈瘤をみる前に、対側の優位側 A1 を確保できるため proximal control も問題はない。

IHA

本アプローチを行った症例は 105 例中 5 例に過ぎない。著者はほとんどの症例 (100/105 例 = 95%) を PTA で行っており、この経験から PTA では困難と思われる症例が IHA になった。すなわち、① large size、② 前大脳動脈瘤合併例、③ 高位の場合であった。動脈瘤が後方 (両側 A2 の後方) 向きの場合も、一般的には IHA がよいとされているが³⁾、基本方針で述べたように、なれた方法で Acom complex に到達したいという著者の方針で、後方向きとい

う単独因子のみでは IHA は行わず PTA で行っている。したがって IHA を行う場合には不慣れなアプローチであるという demerits 以上の merits があると思われる例、すなわち後方向きかつ高位かつ large size の例などに限られた (**Fig. 6**)。

考 察

前交通動脈瘤に対しては PTA が広く行われているが、IHA を原則としている施設もある⁸⁾。両アプローチの特徴については、すでに議論が尽くされた感があるが⁴⁾⁸⁾、いずれのアプローチを用いるかについては、動脈瘤側の因子以外に、施設の方針・術者の経験なども関係しており、現在でも議論が行われている⁴⁾⁸⁾。いうまでもなく、脳動脈瘤手術の基本は、proximal control のための親動脈の早期確保および動脈瘤頸部の完全な剥離であるが、前交通動脈瘤の場合には、さらに、いかに前頭葉に対する圧迫を少なくして Acom complex に到達できるか、また Acom complex に到達後は前脳基底部に対していかに愛護的に neck clipping ができるかが重要である。一方、未破裂脳動脈瘤の手術成績の検討から術後の悪化因子として、用いるアプローチ以外に動脈瘤のサイズが大きいこと、および高齢であることがあげられている⁶⁾。この点を考慮すると、高齢かつ large の前交通動脈瘤の場合には周囲脳組織への影響を最小にするために血管内手術という方針も考慮すべきであると考えている。

おわりに

以上おもに PTA について述べた。前交通動脈瘤の手術において、良好な手術成績を得るためには、前頭葉に対する最小の retraction で Acom complex にまで到達し、前脳

基底部に対する最小の侵襲で neck clipping することが重要であることを強調したい。

最後に本論文の要旨は第 30 回日本脳卒中の外科学会 (2001 年, 大阪) で発表した。

文 献

- 1) 宜保浩彦, 外間政信, 大沢道彦, ほか編著: 臨床のための脳局所解剖学. 中外医学社, 東京, 2000, pp20-21
- 2) 鹿島晴雄, 大江康雄, 加藤元一郎: 前脳基底部損傷と記憶障害. 脳神経 47: 437-442, 1995
- 3) 小林茂昭, 一之瀬良樹, 杉田慶一郎: 前交通動脈瘤の手術—解剖を中心とした考察—. 脳外 15: 235-240, 1987
- 4) 橋本信夫: 前交通動脈瘤の手術—Pterional approach—. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* 8: 146-150, 1999
- 5) Perlmutter D, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex. *J Neurosurg* 45: 259-272, 1976
- 6) 齊藤 勇: 無症候性脳動脈瘤: その対応と問題点. 脳外 24: 875-884, 1996
- 7) Yaşargil MG: Microneurosurgery Vol 2, Stuttgart, New York, George Thieme Verlag, 1984, pp178-179
- 8) 安井信之: 前交通動脈瘤に対する手術アプローチ—Interhemispheric approach を中心として—. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* 8: 139-145, 1999
- 9) 安井敏裕, 岸 廣成, 小宮山雅樹, ほか: 脳動脈瘤の診断・治療における three dimensional CT angiography (3D-CTA) の限界. 脳外 28: 975-981, 2000