特別寄稿

Willis 動脈輪前半部の動脈瘤の手術 —なぜ2時間で終わらないのか—

永田 和哉

Surgery of the Aneurysms at the Anterior Part of Willis Ring: Several Tips to Finish Within Two Hours

Kazuya NAGATA, M.D.

Department of Neurosurgery, Showa General Hospital, Tokyo, Japan

Summary: Operation of the aneurysm at the anterior part of Willis ring is one of the most common surgeries in the neurosurgical field and a large number of excellent textbooks or articles about this surgery have been published. From my personal experience of 485 cases, I have noticed several ways to rapidly complete clipping-surgery. Rapid surgery never means hasty surgery, but precise step-by-step surgery will lead to rapid surgery. Thus, no procedure should ever be done hastily. I offer the following four tips: 1) The surgeon should ensure complete hemostasis at each surgical step, which will make the following microscopic dissection smoother. 2) The surgeon should be aware of the appropriate steps of arachnoid dissection. The different steps should be considered based on the aneurysm's location. In the case of internal carotid (IC) aneurysm, the chiasmatic cistern should first be dissected to preserve the proximal IC for possible premature rupture. The proximal Sylvian fissure is then be opened, and finally the neck of the aneurysm should be carefully dissected. In the pterional approach for the anterior communicating aneurysm, the Sylvian fissure should first be opened widely, which will make the frontal lobe relaxed against the following surgical retraction. The proximal IC, chiasmatic cistern, and interhemispheric fissure should then be dissected in order. As for the middle cerebral (MC) aneurysm, I prefer to approach from the distal side, since the initial dissection of the proximal MC may sometimes be difficult behind the aneurysmal dome. 3) The appropriate method of arachnoid dissection should be practiced. The most important point is for the left hand to make the arachnoid membrane tensional for the correct observation of the dissecting plane. 4) The operative field should be properly expanded. For this purpose, the microscope and self-retractor should frequently be replaced. With the use of these techniques, the overall outcome of my department has improved a great deal. Although approximately 40 percent of the patients with subarachnoid hemorrhage belong to WFNS Grade IV or V in my clinic, the ratio of independent patients (Glasgow Outcome Scale; GR+MD) has significantly increased from 61.7% to 69.7% in the past four years. Since the number of neurosurgeons in Japan is increasing greatly, neurosurgeons are experiencing less surgery. Thus, these surgical tips should be helpful for inexperienced neurosurgeons.

Key words:

- cerebral aneurysm
- surgery
- clipping

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 27: 427-432, 1999

はじめに

年間80例以上のクリッピング症例を有する現施設に移って5年以上が経過した。動脈瘤手術の自験例が500例を超え、ここ数年は若い脳外科医のクリッピング術に介助として入るケースが増えてきたが、こうしたなかで「どうしてこの剥離に時間がかかるんだろう」「どうしてこのように術野を展開できないんだろう」などいろいろな気がつく点があった。こうしたちょっとした技術論はなかなか成書などには記載されていないことも多く、筆者自身もこれまでの自身の経験や先輩の手術をみながら少しずつ手探りで体得してきたものである。しかしながら脳外科専門医が全国で5000名にもなろうとしている今日、若い脳外科医が経験できる症例数は日に日に減っているといっても過言ではなく、症例の積み重ねから体得していくのは難しい時代になってきている。そこで本稿では成書や学会ではあまり触れられることのないちょっとした技術論を中心に、きちんと流れのある手術ができるコツについて、私見を述べてみたい。

対象および方法

筆者が1981年から1998年10月までに、執刀もしくは指導医として手術に臨んだ動脈瘤症例は485例であった。このうち自身がskin to skinで執刀したものは298例、その他が187例である。今回検討対象としたのはこのうちWillis動脈輪前半部の動脈瘤症例446例である。筆者が当院に赴任してからの最近の5年間にskin to skinで執刀した87例の平均手術時間は2時間9分であった。一方同時に10年目前後の専門医が行ったクリッピング手術234例の平均時間は4時間1分であった。そこでここでは同じ手術にどうして2時間も余計にかかるのかといった問題を中心に、技術論を述べてみたい。

早い手術の意義—急ぐ手術との差異

「なぜ2時間で終わらないのか」などという演題で話すと必ず、「何も急ぐ必要はない。ゆっくり時間をかけて丁寧にやればよいではないか」という反論を受けるが、筆者が最初に最も強調しておきたいことは手術を「急ぐ」必要はまったくないことである。そもそも4時間かけて手術していた人がどんなに急いで手を抜いて(?)も2時間も早くなるわけがない。手術は急ぐのではなく、無駄なこと、逆戻りの操作をせず、淡々と決められた道筋を必要十分な剥離操作で着実に進むのである。適切な術野の展開と剥離手技がすべてであり、適切な剥離操作の習得が最も手術時間に関係する。よく聞く言い訳に「慎重に剥離を進めたら時間がかかった」というのがあるが、これは正

しい剥離操作を知らないことの裏返しである。ただ剥離子を漫然と動かしていつの間にか剥がれていた場合に「慎重に」という言葉が使われることが多い。またこういう場合剥離が不十分であることも多く、後のクリップ操作に影響を及ぼす場合もある。シチュエーションに応じた正しい術野の展開と剥離手技を用いれば、無駄な時間を費やさずにすむ。こうして無駄のない操作で手術を終えた結果として、自然に早く手術が終わるのであって、一つ一つの操作を急ぐ必要は一切ないことを明記しておきたい。逆にいえばそれ以上時間がかかっているのは、それだけ無駄な操作をしているわけであり、患者に無用な侵襲を加えていることを意味する。すなわち早い手術は患者にとってleast invasiveな手術といえる。

手術手技のポイント

動脈瘤の手術の総論については、すでに多くの教科書で述べられているので、本稿では筆者が気がついた手術手技の細かい技術論について述べたい。筆者が考える動脈瘤手術の四つのポイントとは、

- 1) ステップごとの確実な止血操作
- 2) 適切な剥離の順番
- 3) 適切な剥離操作
- 4) 立体解剖と適切な術野の展開

の四つである。実はこれらはいずれも動脈瘤の手術に限ったことではなく、脳外科手術全般にいえることなのであるが、ここでは特に動脈瘤手術に絞って話を進めることにする。

1. ステップごとの確実な止血

多くの若い人の手術をみていていちばん感じるのは止血不十分による術野への血液の垂れ込みである。垂れ込みの一番の弊害は正しい剥離のプレーンを確認することを著しく困難にすることである¹⁰⁾。またこれを吸引する過程で正常組織を誤って損傷することもあり、小綿片でせき止めたりする術者を多くみかけるが、時にはいったん顕微鏡を外して再度止血操作を求められることもあり、著しく時間をロスすることになる。

手術の円滑な流れに最も大切なのは後ろに戻る操作をせず、常に着実に進んでいくことである。したがって、開頭から各ステップごとにきちんと完全な止血が得られるべきと考える。体位は上体を25度挙上したreversed jackknife position (筆者は足を挙上する意義を認めていないので、上体だけあげた体位をBarber's shaving positionと呼んでいる)が最も静脈性の出血を少なくできる⁷⁾。皮膚はあらかじめ20万倍希釈adrenalin液を十分に浸潤させ、adrenalinの作用時間を置いたのちに初めて加刀する。加刀時も

Fig. 1 My approach to the internal carotid (IC) artery aneurysm. Chiasmatic cistern should first be dissected (1) to preserve proximal IC (2) for the possible premature rupture. Proximal Sylvian fissure will then be opened (3). Dissect the carotid cistern in front of the carotid artery (4), and finally the neck of the aneurysm should be carefully dissected from proximal (5) and distal side (6).

一気に皮切予定線をすべて切るのではなく、術者と助手が指で圧迫止血できる範囲ずつの加刀とし、必ず大きい血管を電気凝固したのちにレイニークリップをかける。皮弁筋肉弁を反転後は高張食塩水ガーゼでくるんで止血というのではなく、細かい点状出血まで丹念に電気凝固し、骨弁は骨口ウで完全に止血する。開頭後、とくにリュエルでかじった骨の断端は必ず骨髓からの出血を骨口ウで止める。内部操作に移る前に硬膜は必ず事前に tenting suture をおいて、硬膜外からの出血を完全にコントロールする。このように一つ一つのステップをきちんと止血処理していけば、先に述べた垂れ込みの弊害は予防しえし、結果として逆戻りなく常に前進できることになる。

2. 適切な剥離の順番

Willis 動脈輪前半部の動脈瘤についてはほとんどが pterional approach か interhemispheric approach で処理できる。筆者が考えるに動脈瘤の手術とは結局くも膜の剥離に尽きると思われるが、その部位によって適切かつ合理的な剥離の順番があると思われる。pterional approach ではしばしば開頭が終わると盲目的に末梢からシルビウス裂を分けに入る術者をみかけるが、動脈瘤手術の基本原則は可及的すみやかに親動脈を確保して早期破裂に備えることを考えれば一概に賛成できない。部位ごとに筆者の考えを述べる。

A. 内頸動脈(IC)系の動脈瘤

IC-PC, IC-Ant Chor, IC-Bifurcationなどをこの範疇とし

て考える。いずれも pterional approach で手術される。すでに多くの大家がその手術法について成書もしくは論文で記しているが、くも膜剥離の順番はそれぞれに考え方が異なっているのは興味深い。Yaşargil はその著書の中で¹²⁾ まず proximal Sylvian fissure を開放、中枢側へ向かい IC の中枢側を確保、それから脳底槽を開放してから動脈瘤にアタックすると述べている。一方 Fox²⁾³⁾ や伊藤⁶⁾、児玉⁸⁾ はまず末梢から Sylvian fissure を分けることを勧めている。これに対して、Ojemann⁹⁾ はまず脳底槽を開放したのち、中枢側から末梢側に剥離を進めると述べており、彼らの図譜では Sylvius 裂は開放されないままになっている。Fein¹⁾ Ojemann⁹⁾ と同様にまず脳底槽に入ること勧めており、場合によっては一部 corticectomy を置くことも述べているがやはり Sylvius 裂の開放には触れていない。

筆者はまず視交叉槽を開放して圧を下げ、次に内頸動脈中枢側を確保し、その後 proximal Sylvian fissure を必要なだけ開放するのが合理的と考えている (Fig. 1)。あまり末梢の Sylvian fissure を分けることは、多くの未熟な術者にとって無用な皮質や小静脈の損傷をきたすのみで、前頭葉の retraction の軽減につながるとは思えないからである。それよりは必要なだけを剥離して早く手術を終えるほうがより less invasive と思えるのである。

B. 前交通動脈瘤 (Acom)

Acom を pterional でやるか interhemispheric でやるかは多くの議論がある⁴⁾¹¹⁾ が、本稿はその適応を議論する場

Fig. 2 My pterional approach to the anterior communicating aneurysm. Sylvian fissure should widely be opened at first (1), which will make the frontal lobe relaxed against the following surgical retraction. Proximal IC (2) and chiasmatic cistern (3) should then be dissected in order. A1 portion of the affected side (4) and contralateral side (5) can be noticed on the chiasma. Then, interhemispheric fissure should be dissected to find both A2 (6). Aneurysmal neck should then be dissected free.

A | B

ではないので、筆者の現在の strategy とそのそれぞれのポイントについて触れるにとどめたい。

筆者は動脈瘤の高さおよび方向によって両者を使い分けている。低位で前もしくは下方向きの場合 pterional を、その他の場合は interhemispheric としている。pterional の場合、斜位像での親動脈の確保のしやすさと動脈瘤頸部との位置関係から左右を決めている。そのおのおのについてポイントを述べる。

1) pterional approach について

Acom の場合は不用意な前頭葉の挙上 が catastrophe につながることもあるので、必ずやや大きめに Sylvian fissure を分けてから入っている。末梢から中枢へ向かい、内頸動脈を確保、その後脳底槽を開放して A1 をたどるが、場合によっては視交叉の上方で A1 を探すこともある (Fig. 2A)。原則的には患側と健側の A1 を確保してから interhemispheric fissure の開放へ移るが、aneurysm complex の形状により臨機応変に患側の A2 から剥離していく場合もある。いずれにせよ頸部へ中枢側および末梢側から攻めていくのは他の部位の動脈瘤と変わることはない (Fig. 2B)。

2) interhemispheric approach

筆者の基本的な考えはクリップに必要な範囲を必要かつ十分なだけ剥離するということである。したがってどの動脈瘤でも一律に同じ両側開頭でということはなく、ほとんどの場合は橋静脈を避ける一側前頭開頭で入り、大脳鎌

の切開も必要なときのみしか行わない。くも膜下腔での剥離を主として、脳梁膝部と両側の A2 を目安としてこれを中枢側へたどる tunnel surgery で、軟膜同士の剥離は術野の展開に必要な部分のみで行っている。Acom は IC 系の動脈瘤と異なり MC 系と同じく末梢血管の動脈瘤と考えられ、たとえ術中破裂をきたしても、出血量は少なく point suction などで処置は比較的容易であり、IC 系ほど厳密に中枢側親動脈の確保にこだわる必要はないというのが筆者の考えである。

C. 中大脳動脈瘤 (MC)

この部位の動脈瘤に対するアプローチは distal approach と proximal approach がある。石井は動脈瘤の向きによって分類してアプローチを変えているが⁵⁾、合理的と思われる。術者の慣れや好みもあるが、大きく Sylvian fissure を分ければ大部分の症例で M1 の確保は可能であるため、筆者は原則的に全例 distal approach で入っている。先に述べたように MC が末梢血管の動脈瘤であるというのもその根拠の一つである。

まず末梢より Sylvian fissure を分け、いずれかの M2 を確認し、これを中枢側へたどる (Fig. 3A)。術前の血管写から aneurysm complex の位置と、M1 のみえるであろう位置を予想し、必ず動脈瘤の頸部側から剥離していくことがポイントである。M1 を確保後、残りの M2 と頸部を確認してクリップする (Fig. 3B)。

Fig. 3 My approach to middle cerebral artery aneurysm. I usually prefer the distal approach, since the initial dissection of proximal MC may sometimes be difficult behind the aneurysmal dome. Distal Sylvian fissure should first be dissected (1) to find any branch of M2 (2). The arachnoid should then be dissected along the noticed M2 branch, which will lead to the aneurysmal neck. Then, the proximal M1 should be found based on the angiographical finding (3). On the opposite side of the aneurysmal neck, another branch of M2 can usually be found (4,5). Aneurysmal neck can be dissected with the same manner as described above.

A | B

3. 適切な剝離操作

先にも述べたように動脈瘤の手術は基本的にくも膜剝離の手術である。近年学会でビデオセッションが盛んになり、バーチャル手術体験のみが豊富な若い先生が増え、右手のハサミによる sharp dissection の有用性が過度に強調される傾向にある。しかし目が養われていない術者では伸展した静脈などを切ってしまう場面もみられ、昔ながらの鈍的剝離のほうが侵襲が少ないことも多い。筆者自身は特に未破裂のものでは sharp dissection を多用するが、やはり動脈瘤周囲での鈍的剝離は捨てがたいと感じている。

いずれにせよ、上手な剝離の最大のポイントは左手の誘導である。床屋のひげ剃りと同じで、左手の吸引管で局所に適切な tension を加え、stretch したくも膜を切っていくのがポイントである。多いのは動脈瘤周囲で恐がって、弛緩したくも膜のまま剝離子を突っ込んでやみくもに鈍的に動かしたりする状況で、これが「慎重に剝離した」と呼ばれるシチュエーションであることが多い。何回か繰り返すうちに少しずつくも膜が切れていくことも多いが、時間もかかり剝離も不十分になりやすい。やはり左手で周囲組織を引っ張るか、場合によっては dome を圧迫してでもくも膜に tension を与えて正しいプレーンで切離するという基本は変わらない。親血管をきれいに剝がし、これを左手で軽く変位させるというのもネック周囲のくも膜

に tension を与えるには有効である。

また急性期のものでドーム周囲のクロットが付着したくも膜はバイポーラ摂子でつまんで剝がす peel off technique も有用である。いずれにせよネック周囲は十分に剝離しないとクリップにて親動脈の kinking などをもたらす可能性もある。そして剝離の基本は左手である。どの程度の力で tension を加えるかだけは言葉で伝えることは難しい。経験とセンスが必要なのはこの点だけである。

4. 立体解剖と適切な術野の展開

同じ範囲のくも膜を剝離できていても展開の仕方では術野が大きく異なることもよく経験する。術前の血管写から3次元的な解剖を予想して手術を進めることは当然であるが、脳を含めた正常構造をどれだけ圧排するとどのように術野が展開されるのかを意識すべきであり、圧排に伴って引っ張られたくも膜をさらに追加して剝離していくことがよりよい術野の展開につながる。

また、それに応じて顕微鏡も適切な位置に移動すべきである。筆者は立って手術を行っているが、これは座ってやるのに比しこまめに顕微鏡の位置が変えられるからである。絶えずよりよい術野の展開を求めると、必然的にこまめに self-retractor も掛け替えることになるし、数分おきに顕微鏡の移動も必要となる。これが結果的に脳の 1 ヲ所

への圧排とダメージを避ける結果にもつながる。顕微鏡を動かさず、retractorだけを掛け替えて新たな術野を広げていく手術をみかけるが、みえない部分を脳の圧排によってみようとする結果として圧排の力が増す結果となる。

結 果

筆者が赴任後の公立昭和病院脳神経外科の急性期くも膜下出血治療成績を紹介する。平成6年9月から4年間の急性期くも膜下出血のうち80歳以上の高齢者および巨大動脈瘤さらに後頭蓋窩のものを除く199例の治療成績を検討した。これを年度ごとに4期に分けて治療成績の推移をみた。各群におけるWFNS Gr IV&Vの重症例の占める割合はI期29.8%, II期34.6%, III期41.2%, IV期40.9%であった。このように重症が少しずつ増えているにもかかわらず、退院時にGOSでGRもしくはMD (independentで退院した者)の占める割合は、I期61.7%, II期65.4%, III期70.6%, IV期69.7%と、治療成績の段階的に向上し、最近2年間は大体70%で安定した。

上記のように当院では重症者の占める割合が多いので、手術成績をよく反映すると考えられる比較的軽症群(WFNS Gr I & II)を対象を限ってみると、I期ではGR+MD群が73.1%であったのに対し、II期、III期はともに100%, IV期が94.7%とほぼ「取りこぼし」例はなくなった。また完全に社会復帰したGRだけに限ってみれば、I期46.2%, II期63.6%, III期81.3%, IV期84.2%と着実に増加したことが明らかになった。

おわりに

以上、自身のこれまでの経験をもとに、日常臨床で最もよく遭遇するWillis動脈輪前半部の動脈瘤について、その手術上のいくつかのポイントを紹介した。これらはいずれ

も筆者自身の私見であり、経験のある術者にとってはあたりまえのことも多く、また多くの先達のなかには批判的なご意見もあるかもしれない。しかし実際にこうした手技でいけば多くのクリッピングが2時間前後で終了するのは事実であり、その治療成績も悪くないことは最近の治療結果にも示したとおりである。本稿が自験例が50例に満たない若いこれからの脳外科医に一助となれば幸いである。

文 献

- 1) Fein JM: Internal carotid posterior communicating artery aneurysms. *In*: Fein JM, Flamm ES (eds), Cerebrovascular Surgery III, Springer-Verlag, New York, 1985, pp841-860
- 2) Fox JL: Intracranial aneurysms. Vol II. Springer-Verlag, New York, 1983, pp877-904
- 3) Fox JL: Intracranial aneurysms. Vol II. Springer-Verlag, New York, 1983, pp949-975
- 4) 後藤恒夫, 仲野雅幸, 小麓山博之, ほか: 破裂前交通動脈瘤に対するpterional approachとinterhemispheric approachの比較—術中・術後合併症の検討から。脳卒中の外科 **23**: 351-355, 1995
- 5) 石井録二: 脳動脈瘤に至るまでの手術手技. Neurosurgeons **13**: 247-255, 1994
- 6) Ito Z: Microsurgery of cerebral aneurysms. Elsevier/Nishimura, Niigata, 1985, pp122-125
- 7) 岩淵 隆: 硬膜静脈洞圧から見た脳外科の手術体位と問題点. Neurosurgeons **8**: 31-41, 1989
- 8) 児玉南海雄, 松本正人, 浅利 潤: 内頸動脈瘤の手術—前脈絡叢動脈瘤と後交通動脈瘤について。脳外誌 **6**: 668-673, 1997
- 9) Ojemann RG, Crowell RM: Surgical management of cerebrovascular disease. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983, pp157-170
- 10) 佐野公俊: 脳動脈瘤の手術手技 Pitfallとパニックに陥らないために. Neurosurgeons **15**: 62-71, 1996
- 11) 玉谷真一, 外山付加, 川口 正, ほか: 前交通動脈瘤に対するInterhemispheric approachとpterional approachの治療成績の検討. 脳神経外科 **20**: 657-661, 1992
- 12) Yaşargil MG: Microneurosurgery II. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1984, pp71-123