

〈ニセコ(札幌)カンファレンス〉

脳動脈瘤手術の工夫

Surgical strategy of aneurysm surgery

藤田保健衛生大学 脳神経外科 加藤 庸子
佐野 公俊
神野 哲夫

はじめに

脳動脈瘤治療の最近の話題として血管内外科治療が topics としてとりあげられるようになってきた。しかし急性期のクモ膜下出血そのものに対する対策や、部位、形状の複雑な動脈瘤の根治治療には血管内外科や通常の手術手技ではいまだ力及ばない点も多いと思われる。ここではこれら工夫を要する動脈瘤の手術治療に関して、我々が行って来たいくつかの有用なテクニカルポイントについて述べたい。

1. 急性期脳動脈瘤手術

急性期脳動脈瘤の手術はクリッピングによる動脈瘤の再破裂予防というまでもないが、急性期のクモ膜下出血そのものによる種々の悪条件の脳に対する手術のこころえが必要となる。この章ではクモ膜下出血そのものに対する対処とクリッピングに至るまでの急性期手術のコツについて述べる⁹⁾。

A. 急性期脳動脈瘤手術の基本的考え

急性期手術では以下の3点に対する手術的配慮⁷⁾が必要となる。1. 急性期水頭症、2. 脳腫張、3. クモ膜下出血、脳内出血である。1. の急性期水頭症に対しては開頭前に脳室穿刺を行って減圧をしておくことと脳の圧排も少なくすむ。ただし、sylvius 裂を dissection する前に大量の排液をするとクモ膜の剝離が困難となるためわずかの排液にとどめる。Sylvius 裂剝離後にはドレナ

ージを開放したままとしてできるだけ脳の retraction を最小限にとどめるようにする。脳内血腫を伴う例では、やはり血腫を残したままクモ膜下腔の剝離を行うと脳の retraction が強くなるので再破裂に注意しながら動脈瘤の破裂部近傍の血腫は残して、減圧を目的とした残りの血腫をできるだけ除去する。また thick SAH に対してはみえないままにむやみにクモ膜下腔の血腫を吸引すると特にかたい SAH の場合では trabecula が断裂して、かえって二次性の出血をおこしクモ膜下出血を助長する結果となる⁹⁾。当教室で開発した irrigation bipolar system (Codmann Co.) (Fig. 1 a,b) は bipolar の tip より装置のパワーにあわせ jet 流から drip 流までの水流を調節して出せる仕組みになっている。target とする場所を正確に必要な水量で irrigation を行うことができる。この装置でクモ膜下腔の血腫を洗浄・吸引しながら手術を行うと厚いクモ膜下血腫は薄いクモ膜下血腫となり trabecula や細い血管の識別が容易となり、SAH の wash out にはきわめて有用である。クモ膜下腔の厚い血腫下での盲目的操作は時として pia の下に入りやすく、これも二次性出血をおこす原因となる。あくまで正常解剖を十分マイクロ下にみきわめた extrapial surgery の操作が大切となる。また2. の脳の腫張に対しては脳の減圧操作の後の脳ベラをかける方向と時間が問題となる。最も popular な approach である pterional approach をとる場合、frontal lobe の retraction については決して subfrontal approach とならないように十分に sylvius 裂を dissection した後に frontal lobe を外下方



Fig. 1 a irrigation bipolar forceps.



Fig. 1 b irrigation bipolar system (Codmann Co.)

からすくいあげるように杉田先細の脳ペラを斜めに脳にかけて用いると脳の一ヵ所への圧力はかなり減少される。かつできるだけ頻回に脳ペラをかけかえることも microcirculation の維持には必要であり急性期の手術では大切なことである。また脳ペラをかける時の基本としては空中に宙ズリにならないよう原則として3点固定する。すなわち圧排した脳ペラは脳ペラ固定器が骨の edge または固定器のワクのどこかに付いていることが大切となる。最小限の力で圧排したい方向に確実にひくことができるからである。

また、frontal と temporal にわたる vein は極力損傷や凝固はさけ、静脈損傷からくる灌流障害や静脈性出血を防ぐ必要がある。太い静脈が両葉をまたいでいる場合には、静脈のクモ膜を長く剥離しゆとりをもたせることにより又、静脈の流れの方向から他に合流する流れがあ

ればそれぞれの静脈の血流を考慮した上で最適な場所での切断も可能である。

B. 急性期脳動脈瘤のクリッピングのポイント

クリッピングはできれば短時間でかつ正確な事が要求される。そのための工夫として以下の4点⁵⁾について述べる。

1. tentative clipping method
2. dome coagulation method-wet bipolar coagulation-
3. short time temporary clipping method
4. irrigation preparation method

1のtentative clipping method は動脈瘤の neck 剥離の際、背部の branch を確認する前に premature rupture が生じそうなケースの場合、通常 temporary clip を安易に用いるが、常に ischemic damage の問題がある。そ

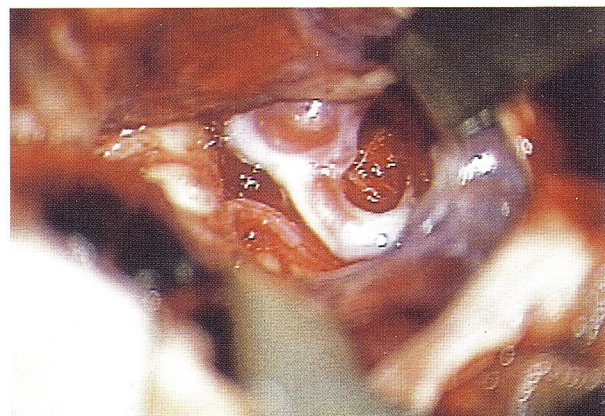


Fig. 2 a rt MCA ruptured aneurysm.

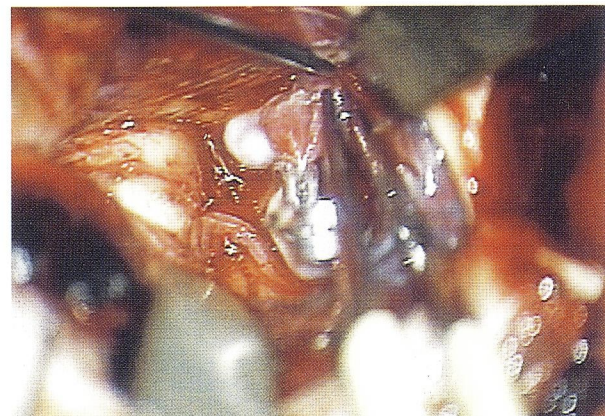


Fig. 2 b tentative clip and dome coagulation.

ここで遮断時間の短縮はもちろんの事、遮断血管の数もできる限り減らしておくことが望ましい。初回クリッピングで完璧をねらうのではなく、ひとまず neck と思われる動脈瘤の部位に仮クリップ(tentative clip)をおくようにしている (Fig. 2 a)。その後 rupture side を手ばやくこの時点で剝離した後に、2で述べたその部の dome coagulation を行い (Fig. 2 b)、最終の neck clipping のかけかえに必要な部分を残し、non rupture の aneurysm をつくることである (Fig. 2 c)。この時に先に述べた irrigation bipolar を用い水をおとしながら dome coagulation すると bipolar に壁のうすい dome が付着することなくスムーズに coagulation することができる。その後最適な場所に最終的なクリップをおくとよい (Fig. 2 d)。やむなく temporary clip を用いる場合は3に述べたようにできるだけ最終の動脈瘤剝離部分を短

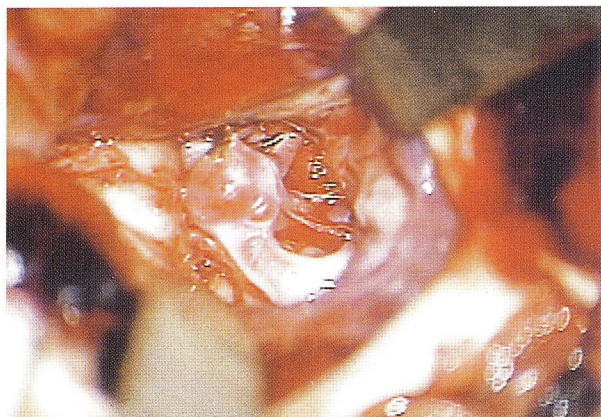


Fig. 2 c making a non ruptured aneurysm.

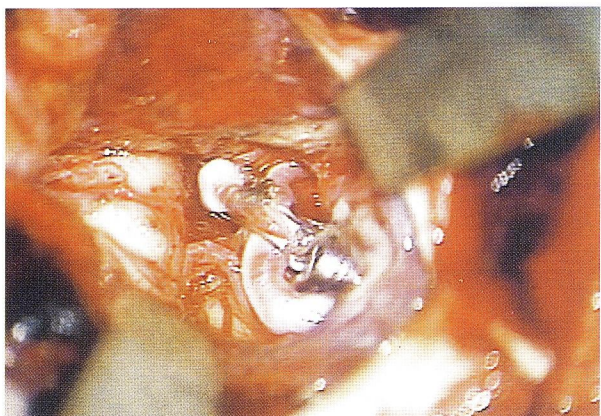


Fig. 2 d final clipping situation.

時間にとどめることが大切である。これら全ての操作は4で述べた irrigation bipolar による irrigation を行い、よい視野を得ながら剝離を進めていくことが重要となる。

C. 急性期破裂脳動脈瘤の手術限界

以上、述べて来た急性期動脈瘤の手術の留意点を考慮し、著者らは急性期破裂脳動脈瘤 H&H gr. IV, V 238例を分析し、以下の結論を得た⁹⁾。

1. 急性期手術は発症後24時間以内の手術の方が24時間以降の手術例に比して良好な手術成績が得られた。
2. 3時間以上の深昏睡状態が続き、GCS score 4点以下、JCS score 200以上の例は急性期の手術適応外である。
3. CT 上脳ヘルニアサインを認め、脳底槽に大量のクモ膜下出血を認めるにもかかわらず水頭症を認めない例 (acute brain swelling) は急性期手術の適応外である。

2. 有用な動脈瘤のクリッピング方法

A. fenestrated clip の有用性

Y 又は U 字状の A₂ 間に broad neck をもった Acom aneurysm のような例では straight の clip では neck を完全につまみあげることができず clip は slip out して neck が残存することはしばしば経験する (Fig. 3 a)。このような例には進入側からの A₂ を fenestrated clip でまたいで neck 即ちこの場合 Acom になるがこれに平行にクリップをおくことにより、完全な neck clipping が完

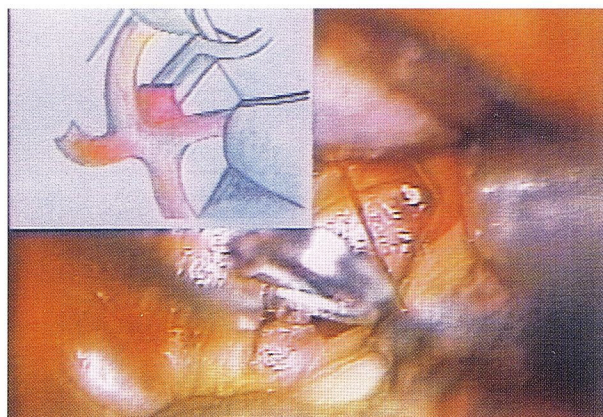


Fig. 3 a some part of the aneurysm is remaining caused by slipping out of the straight clip.

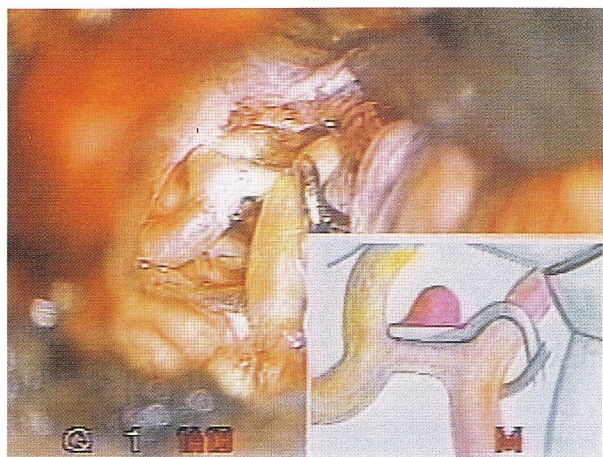


Fig. 3 b no more residual neck by using the fenestrated clip.

成する (Fig. 3 b)。この場合も Acom より出る hypothalamic artery の温存には留意する必要がある。また dome が一側の血管に強く癒着している場合などその部分を無理に剥離せず、癒着した部分を含め A₂ の血管形成と同時に neck clipping を行う場合にも有用と思われる。

3. 壁の薄い動脈瘤の手術工夫

内頸動脈に比較的多くみられるいわゆる blister-like aneurysm, dorsal aneurysm, チマメ動脈瘤といわれる type の動脈瘤は動脈瘤処置の際に容易に破裂し血管に穴があいた状態をきたし、かつ明確な neck がないためその対処には極めて困難を要することが多い。これら壁の薄い動脈瘤に対する著者らの工夫した clipping on wrapping method¹²⁾を紹介したい。

(症例) 58歳、男性、右内頸動脈 blister-like aneurysm。クモ膜下出血 H&H gr. II で発症し、術前脳血管撮影で右 IC bifurcation 手前に乳頭状の小動脈瘤を認めた (Fig. 4 a)。手術所見からは一見連続した外膜のみの膨隆したいわゆる blister-like aneurysm 又は dorsal aneurysm type の破裂動脈瘤であった (Fig. 4 b)。このまま neck clipping するには壁が薄く瘤がちぎれ飛ぶ可能性もあるとして我々の考案した guaze の耳の部分による動脈瘤の wrapping 後にその guaze を滑り止めとして guaze の上から動脈瘤の neck 部を Yasargil 強弯の小クリップで clipping を行った (Fig. 4 c)。その上に補強の意味で Biobond® を塗布した。術後の血管撮影では動脈瘤は消失していた (Fig. 4 d)。壁の薄い動脈瘤の発生機構とし

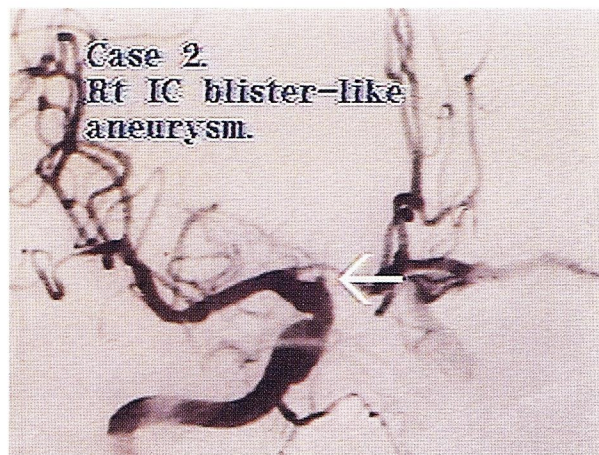


Fig. 4 a preoperative angiography.



Fig. 4 b intraoperative picture of rt IC blister-like aneurysm.

て外膜、中膜が裂け、内膜のみでできた外傷性動脈瘤と、連続した健在な外膜をもち内膜、中膜が裂けてできた解離性動脈瘤やその初期像に似たパターンの blister-like aneurysm があげられる。

これに対してこれまで筋肉片、硬膜などによる wrapping や bemsheet、guaze の耳による wrapping、血流遮断の上 clipping の後に wrapping したり、土管型クリップを用い対処していたが、上記 coating のみでは自然吸収されたり不十分なことが多く¹⁾¹¹⁾、clipping 後の wrapping では clipping で動脈瘤が裂けることも多く、また土管型クリップはその適切な長さ、太さに乏しく時として正常血管も遮断してしまうことがある。これに対し我々が考案した clipping on wrapping method は、guaze の耳の部分をもくモ膜を十分剥離した後に動脈瘤を含めた親血管の全周に wrapping し、あらかじめ設定し

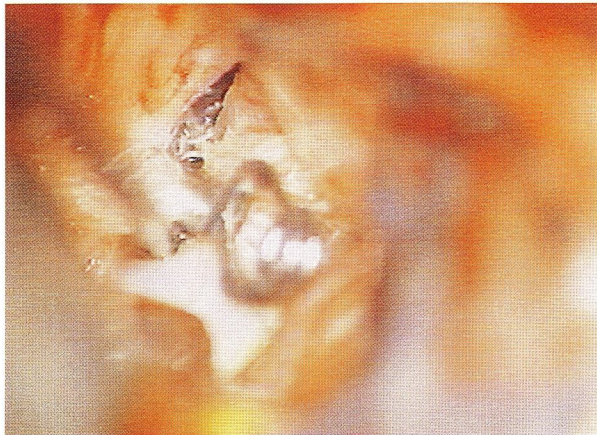


Fig. 4 c clipping on wrapping procedure was performed.

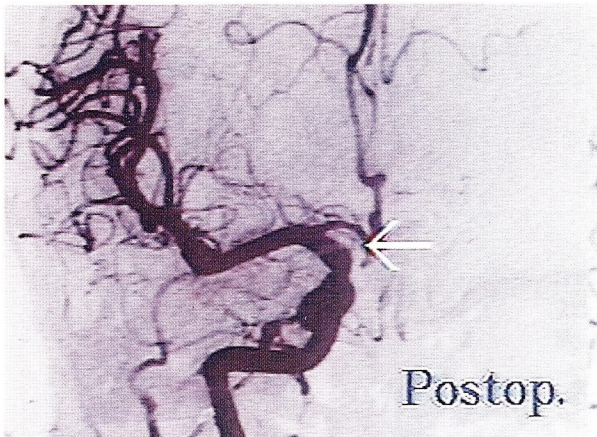


Fig. 4 d postoperative angiography shows the clipped aneurysm.

ておいた方向に wrapping した guaze を滑り止めとして guaze の上より clipping する方法であるがこれは途中で動脈瘤が裂けたとしてもガーゼをしめあげること、また場合によっては一部健常な親動脈も含めてクリップをかけることにより止血が可能である。発生機構のいまだ解明されていないこの type の壁の薄い動脈瘤に対し、あくまで clipping を動脈瘤の根治治療と考えた立場からの 1 つのよい方法と思われる。

4. 海綿静脈洞 (CS) 手術のポイント

CS の手術はその解剖と手術手技の習熟により比較的安全に行える手術の一つとなってきた。その key point は以下の 6 点であると思われる。1. 体位、2. 前床突起の削除、3. CS からの止血、4. C₃及びC₄の確保、5. クリッピングのパターン、6. 頭蓋底の修復。

まず 1. の体位に関しては 40° 程の上体の挙上が良いと思われる。この上体を高くキープするのみで CS 開放時の出血はかなりの場合コントロール可能となる。2. 前床突起の削除については extradural から完全に前床突起を削除する Dolenc の approach⁴⁾とある程度 extradural に削除した後に、intradural に残った部分を除去する combine の方法⁶⁾が行われている。我々は動脈瘤の projection で前上方向きのものを除いては原則的に extradural に前床突起を除去するようにしている。その除去を困難としている一つは上眼窩裂の硬膜の高まりであり、その内側に前床突起が深く陷入しているかたちとなるからである。そこで上眼窩裂内の神経の集束して走る上内側には十分注意しながら安全な外側の硬膜を少しずつ切開して視野を flat とする (Fig. 5 a,b) ことにより、

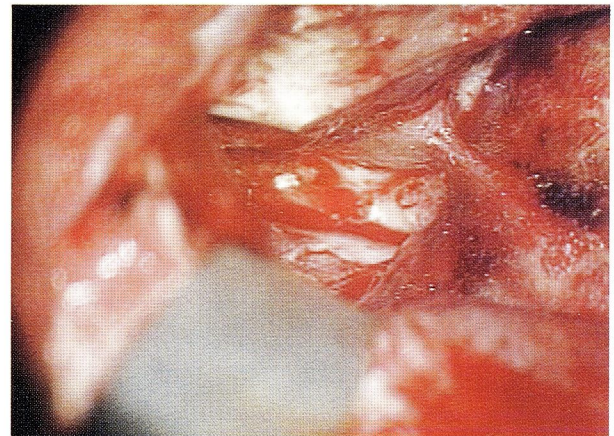


Fig. 5 a exposure of the rt anterior clinoid process and the dura of the superior orbital fissure by Dolenc approach.

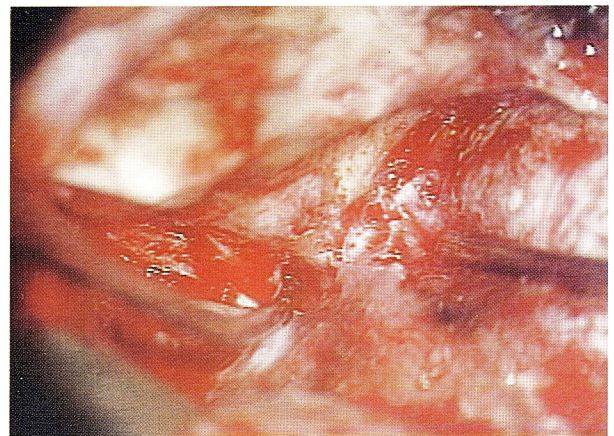


Fig. 5 b after the dissection of the superior orbital fissure's dura, it is easier to remove the anterior clinoid process.

前床突起の extradural からの除去は著しく容易となる。硬膜切開の後にいまだ前床突起が残った状態で硬膜をあけ動脈瘤が rupture した場合には対処が大変となることもある。できれば extradural での大部分の除去が望ましいと思われる。また当教室で開発した tip の径が 5 mm × 4 mm と小さく head が 5° ずつ左右にふった前床突起削除鉗子（マルイ医科）(Fig. 6) を用いると除去のたすけとなる。ダイヤモンドバーなどでは熱のため時として生ずる視神経の損傷の報告もありそれを考慮するとこの前床突起削除鉗子は有用である。3. の CS からの出血のコントロールは先に述べた上体を挙上することによりかなり制御できるが、それでも視野を妨げるほどの出血の場合にはまず Dolenc の triangle に小サージセル 1 ～ 2 枚を挿入すればコントロールは容易である。このサージセルは止血後にその一部を除去すれば手術操作の妨げには

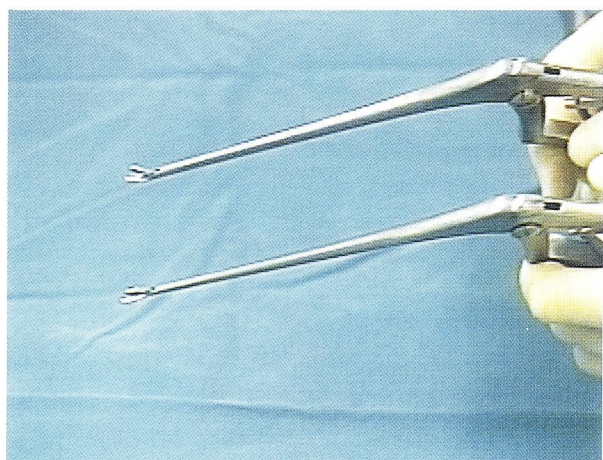


Fig. 6 a micropunch for resection of anterior clinoid process.

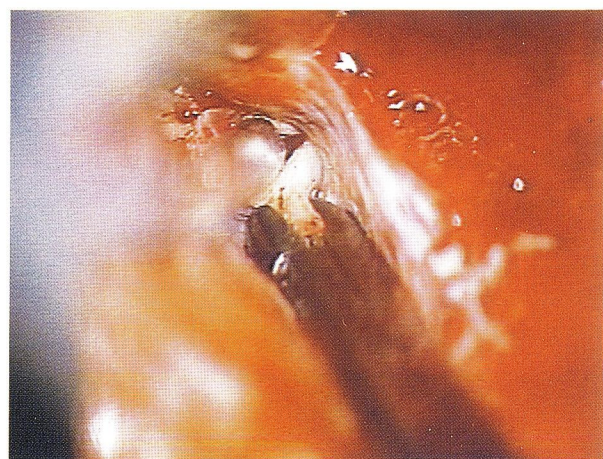


Fig. 6 b intraoperative photograph of removing the anterior clinoid process using this micropunch.

ならない。4. の C₃ 及び C₄ の確保は特に C₃ distal の aneurysm に関しての親動脈の確保の意味で重要である。regular size の動脈瘤であれば Glasscock の三角や頸部で IC を確保しておく必要は全くない。ただしやや大きい動脈瘤になってくると CS の狭い場所でのクリッピングと temporary clip の両者の操作はしにくい場合もでてくるのでこの際には posterolateral triangle を三叉神経Ⅲ枝 (V₃) のすぐ後方の骨を drilling して開放し C₅ を露出して確保しておく方が安全である。5. CS 部でのクリッピングのパターン⁸⁾としては大きく 2 つにわけられる。いわゆる ophthalmic aneurysm のようなものでは straight clip にてクリッピング可能 (Fig. 7) な場合が多く、また superior hypophyseal artery より下方に突出したものでは fenestrated type のクリップを用いて血管形成をするパターン (Fig. 8) をとる必要がある。6. 頭蓋底の修復に関しては base の骨除去の部分に開頭時にとっておいた bone tip と bone dust をうまく利用し、フィブリン糊でかためて充填する。また CS 手術の際の硬膜切開による CSF の漏れに対しては人工硬膜 2 枚を用い本来の硬膜をサンドイッチ状にはさみこみフィブリン糊で密着させ、さきの充填した bone dust、bone tip に密着させて water tight とすることをおすすめしたい。

5. Transzygomatic anterior subtemporal approach

A. Transzygomatic anterior subtemporal approach の長所と短所

High basilar bifurcation (BB) aneurysm に対する我々の開発した transzygomatic anterior subtemporal approach²⁾¹⁰⁾ の利点は、1. 動脈瘤の neck が後床突起上 15mm を中心とし、10mm から 21mm までの間の高位の neck の処理が可能である点、2. 耳介後方は不要で上方も sylvian fissure に達しない小開頭である点 (Fig. 9a,b)、3. subtemporal approach に比して脳の圧排が少ない点、4. chiasma を裏面よりみることが可能であり、その部に埋没した動脈瘤の処理も可能であること、などが主として挙げられる。欠点としては、1. 皮切の際の顔面神経の損傷の可能性と 2. 後床突起より 10mm 以下 (テントの位置) の neck の部分にはテントを切開しなければ到達不可能な点が挙げられる。

B. Transzygomatic anterior subtemporal approach と

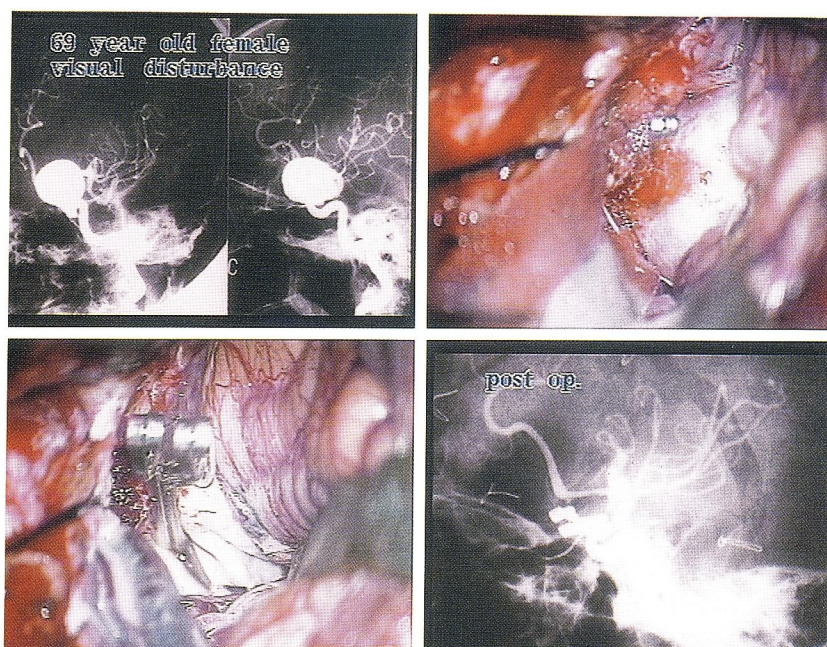


Fig. 7 the clipping pattern for the aneurysm projecting upward.
rt IC ophthalmic giant aneurysm case.

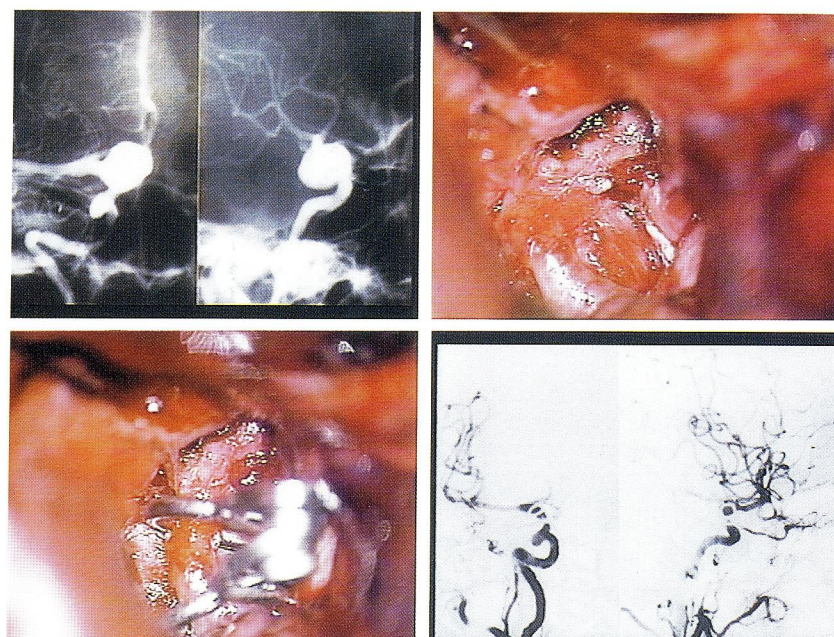


Fig. 8 the clipping pattern for the aneurysm projecting
downward. rt C₃ giant aneurysm case.

pterional approach との比較

通常の pterional approach による BB aneurysm への approach では IC が短かったり、Pcom が太い場合には視野がとりにくくなることはいうまでもないが (Fig. 9 a,b)、high basilar の場合この視野では視野の中央は、basilar trunk が主体を占め neck はたいていの場合 re-

tract をかけた IC の下面にわずかにみえる程度である。

しかし、Transzygomatic approach ではまず temporal lobe の anterior part を retract すると最初に視野に入る太い血管は IC であり、IC から PCA にわたる Pcom がみえてくる (Fig. 9 c)。この Pcom に retraction をかけると直下に high position の動脈瘤の neck をとらえるこ

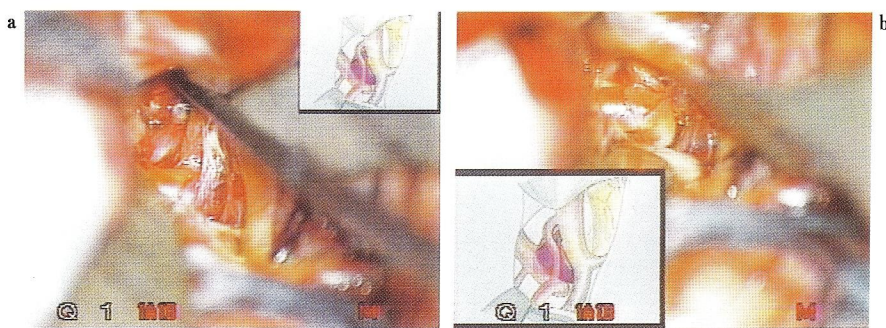


Fig. 9 a, b operative view of high basilar bifurcation aneurysm by pterional approach

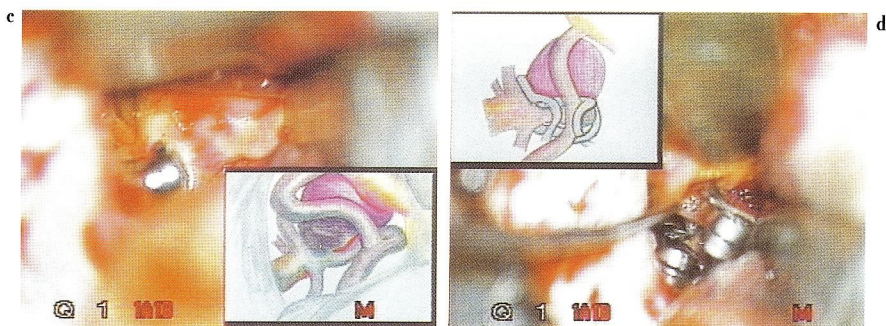


Fig. 9 c, d operative view of high basilar bifurcation aneurysm by transzygomatic anterior subtemporal approach.

とができる (Fig. 9 d)。またこの視野からは chiasma の裏面も確認することが可能である。これまで12例の症例に対して治療を行い、手術による complication としては一過性の動眼神経マヒを2例に認めたのみである。

考 察

急性期脳動脈瘤の手術はクリッピングそのものと、その後の脳血管攣縮の問題につながるクモ膜下出血に対する対処との2つを考慮する必要がある。血管内外科の発展につれ、動脈瘤の血管内手術による瘤の消失は期待できていぜんクモ膜下出血そのものに対する解決策は残されたままである。

それらの意味も含め、急性期クリッピング手術は脳を愛護的に扱い、microcirculation を温存して動脈瘤を手ぎわよく clipping する技術の習熟と可及的にクモ膜下出血を除去して、CSF の流通をつける2点が大切と思われる。教室で開発した irrigation bipolar system (Codmann Co.) は血腫を wash out しながら視野を clear にして細部の解剖を確認しながら手術が行えるので手術時間の短縮と正確さに対してきわめて有効である。クリッピング時の premature rupture の防止の一つ

として tentative clipping method⁵⁾は親動脈に temporary clip をおくよりも脳循環の低下を少なくすることが可能であり、その後 dome coagulation をして rupture side を凝固し non rupture aneurysm とすれば安全確実なクリッピングが可能となる。

壁の薄い動脈瘤いわゆる blister-like aneurysm、dorsal aneurysm といわれるものは分岐のない場所にできることが多く発生機構も通常とは異なるといわれている。主たる原因として congenital medial defect、後天的な動脈硬化性変化、local hemodynamics などがいわれているがいまだ不明のままである。しかもたいていの場合は内頸動脈 C₁ portion に好発するため一旦この C₁ 部の動脈瘤から出血すると瘤ごとちぎれ飛ぶ形をとることが多く C₁ 本幹に穴があいたようになるので止血困難な状況に陥ることが多い。従って手術治療にあたっては万全な準備のもとにクリッピングを試みる必要がある。我々の考察した guaze の耳の部分による病変血管の wrapping の後にその guaze を滑り止めとして動脈瘤も含め clipping する clipping on wrapping method¹²⁾は動脈瘤をじかに clipping して瘤がちぎれ飛ぶ危険性もなく、たとえ動脈瘤が完全に clipping されていなくとも

wrapping した guaze をしぼりあげるようにしておけば動脈瘤の破裂予防としては十分な効果があると思われる。clipping を動脈瘤の根治治療とする観点から安全で容易な我々の方法としておすすめしたい。

海綿静脈洞部の手術は特に Dolenc や白馬の triangle³⁾ を開放する技術に習熟しておくことは CS 内手術のみならず、眼動脈部動脈瘤や C₁、C₂部の perforation、dorsal aneurysm の際の親動脈 C_{2,3}部の確保に役立つ場合が多い。また CS 内の神経の走行も解剖学的に熟知しておくことは重要である。特に mass として CS を占拠する巨大動脈瘤や tumor の場合その lesion の発育方向により神経の圧排方向が異なり dissection していく上で神経の偏位している方向を正常解剖より推測して剝離していくことが大切となるからである。

Transzygomatic approach は、high basilar bifurcation に対する 1 つの approach として紹介したが、他にも数種の approach が報告されている。各々の長所も欠点もあるが、我々の方法はきわめて開頭時間が短く煩雑さがないのが最大のメリットといえよう。時として、この approach に通常の pterional approach の開頭を加えれば、動脈瘤への前上方からと、側方下面からとの両者のアクセス が得られ解剖学的によく病変部を理解することができる。

結 語

以上数々の動脈瘤クリッピングに対する手術手技、手術器具のポイントについて述べてきたが、わずかな工夫でおもいがけず視野が展開したり、到達困難な部位へのアプローチが可能となることを強調した。

文 献

- 1) Ebina K, Iwabuchi T, Suzuki S : A clinical-experimental study on various wrapping materials of cerebral aneurysms. Acta Neurochir (Wien) 72 : 61-71, 1984
- 2) Sano H, Kato Y, Tanji H, et al : Operation for aneurysms at the highly placed basilar bifurcation. Surgery for Cerebral Stroke 15 : 76-81, 1987
- 3) 白馬 明, 西村周郎, 白方誠弥, 他 : 海綿静脈洞への直達手術 19 例の経験. Neurol Med Chir (Tokyo) 22 : 296-308, 1982
- 4) Dolenc VV : A combined epi-and subdural direct approach to carotid ophthalmic artery aneurysms. J Neurosurg 62 : 667-672, 1985
- 5) 佐野公俊, 加藤庸子, 安倍雅人, 他 : Temporary clip と tentative clip の有用性と問題点. 脳卒中の外科 19 : 595-597, 1991
- 6) 大西英之, 下村隆英, 藤田豊久, 他 : 海綿静脈洞内動脈瘤の直接手術. Neurosurgeons 8 : 210-221, 1989
- 7) 佐野公俊, 永田淳二, 加藤庸子, 他 : 急性期破裂脳動脈瘤の手術のポイント. 脳卒中の外科 12 : 105-110, 1983
- 8) Day AL : Aneurysms of the ophthalmic segment. A clinical and anatomical analysis. J Neurosurg 72 : 677-691, 1990
- 9) 加藤庸子, 佐野公俊, 金岡成益, 他 : 破裂動脈瘤重症例における治療方針. 脳卒中の外科 17 : 219-224, 1989
- 10) 加藤庸子, 佐野公俊, 今井文博, 他 : 解剖学的見地からみた高位脳底動脈分岐部動脈瘤に対する手術. 脳卒中の外科 19 : 370-373, 1991
- 11) Mount LA, Antunes JL : Results of treatment of intracranial aneurysms by wrapping and coating. J Neurosurg 62 : 667-672, 1985
- 12) 加藤庸子, 佐野公俊, 笠間 睦, 他 : 壁の薄い動脈瘤の手術とその考察. 脳卒中の外科 19 : 615-618, 1991