術前脳血管撮影を基にした術中所見の予測

—pterional approach による前交通動脈瘤手術について—

師田 信人,^{*1} 瀬口 喬士,^{*1} 辻 勉^{*1}
酒井 輝夫,^{*2} 中島 一男,^{*2} 一ノ瀬 良樹^{*3}
小林 茂昭^{*3}

Prediction of the Intraoperative Finding on the Base of the Preoperative Cerebral Angiography —Operation of the Anterior Communicating Artery Aneurysm by Pterional Approach—

Nobuhito MOROTA, M.D.,^{*1} Kyoshi SEGUCHI M.D.,^{*1} Tsutomu TSUJI M.D.,^{*1}
Teruo SAKAI,^{*2} Kazuo NAKAJIMA,^{*2} Yoshiki ICHINOSE M.D.,^{*3} and
Shigeaki KOBAYASHI M.D.^{*3}

*Departments of ^{*1}Neurosurgery and ^{*2}Radiology, Seguchi Neurosurgical
Hospital, and ^{*3}Department of Neurosurgery, Shinshu University
School of Medicine, Matsumoto, Japan*

Summary: In this paper, the authors discuss the angle of projection in the preoperative cerebral angiography most useful for predicting the intraoperative view of the anterior communicating artery aneurysm when the pterional approach is used.

Preoperative cerebral angiograms taken from various angles (AP view: OM-20, -10, 0, +15 degrees; contralateral oblique view: 30, 45, 60 degrees) were compared with the intraoperative findings of the respective anterior communicating artery aneurysm complex. A picture simulation was made to predict the intraoperative view according to the findings of the preoperative angiograms.

The results showed that the preoperative angiogram taken with on AP angle of OM-10 degrees, and a rotative angle of contralateral oblique 45-60 degrees corresponded well to the intraoperative findings of the aneurysm. We adopted the angle of OM-10 degrees, and contralateral oblique 45 degrees as a standard operative view angle of the anterior communicating artery aneurysm because an excessive contralateral rotation often disturbed visualization of the aneurysm by the orbital rim. This specific angle was useful in predicting the intraoperative finding of the anterior communicating artery aneurysm operated on via the pterional approach. Especially when the angiogram was taken with a stereoscopic view, it offered further information about the intraoperative surgical anatomy around the aneurysm.

On the bases of these results, we classify the aneurysms into 4 types according to the preoperative angiography. Technical difficulties are discussed for each type.

Key words:

- aneurysm
- anterior communicating artery
- cerebral angiography
- pterional approach

^{*1}瀬口脳神経外科病院 脳神経外科, ^{*2}同 放射線科, ^{*3}信州大学 脳神経外科

はじめに

前交通動脈瘤は Willis 輪前半部動脈瘤の中では術野が最も深く、親血管も 4 本あり、手術は困難とされている。前交通動脈瘤に対する手術法としては、pterional approach¹⁾、interhemispheric approach^{2) 3)} および bifrontal craniotomy による subfrontal approach⁴⁾ によるものが代表的であり、おのおの利点、欠点についてはすでに十分議論されつくされていると思われる。pterional approach では、手術中に動脈瘤周辺の各血管の解剖学的位置関係がわかりにくいことが欠点のひとつとされている。このことは、逆に、術前に動脈瘤周辺血管の解剖学的位置関係が把握できれば、手術時間の短縮、手術成績の向上に大きく寄与するものと考えられる。

著者らは、前交通動脈瘤手術にあたっては、おもに pterional approach を用いて手術を行っている。また、以前より脳動脈瘤手術前に、脳血管撮影を基に術中所見の予想図を作成することを励行してきた。しかし、前交通動脈瘤の症例では通常の脳血管撮影所見のみで術中予想図を作成することは困難で、術中所見と大きくかけ離れることもまれではなかった。そこで、pterional approach による前交通動脈瘤手術時の術中所見を、術前脳血管撮影を基に予測することを検討してみた。

方 法

前交通動脈瘤術前脳血管撮影時に、様々な角度 (orbitomeatal basal line <OM> -20 度、-10 度、0 度、15 度；斜位 30 度、45 度、60 度) より撮影し、術中所見と比較検討した。具体的にするため、脳血管撮影所見を基に、術前に術中予想図を作成し、実際の手術所見との対比を行った。なお、前交通動脈瘤手術時の頭位は、背板を約 30 度挙上し頸部を対側に約 45 度回旋した vertex down 位にて 4 点式頭部固定枠に固定して開頭し、手術中に必要に応じて head frame、手術台を傾斜させて無理のない進入角度を得ている。また手術側は、脳血管撮影上のクリッピングの難易度、A₁ 優位側などを基に判断している。

結 果

前交通動脈瘤症例の前後像 (OM+15 度)、および側面像を Fig. 1A に示す。この写真のみでは動脈瘤の位置は不明瞭である。前後像での撮像角度を徐々に変化させたのが Fig. 1B である。進入角度が低くなるにつれて、当初二重輪郭であった動脈瘤が下方に突出してくる。更に、この状態で斜位をとると Fig. 1C のように下方に向かう動脈瘤陰影が明らかとなり、正確には A₁ 動脈瘤であることがわかる。OM-10 度の斜位像を用いて作製した術中予想図と

術中写真を Fig. 1D に示すが、両者がよく相関していることが理解できる。斜位の角度変化も重要である。Fig. 2 は重症のため手術にいたらなかった症例であるが、OM-10 度下で斜位の角度を変化させることにより、動脈瘤の二重輪郭像が確認できる。ステレオ撮影および逆斜位像を参考にすることにより動脈瘤は A₂ の裏側に突出していることがわかる。斜位の角度については術中所見と合わせると 45~60 度が望ましいが、斜位 60 度では眼窩外縁に前交通動脈部が重なり判読困難となることがあるので、OM-10 度、斜位 45 度を前交通動脈瘤手術時の脳血管撮影角度として対側頸動脈用手的圧迫下にステレオ撮影を行い、これを基に術中予想図を描き手術に臨んでいる。

症 例

<症例 1> 72 歳、女性。未破裂前交通動脈瘤である。通常の前、側面、斜位像では動脈瘤と周辺血管の位置関係の把握が困難であるが、前交通動脈瘤手術角度 (OM-10 度、斜位 45 度) での撮像像より、右 A₂ 部が下垂した後に反転し、動脈瘤体部上を通過しているのがわかる。術中所見はほぼ手術前に描いた術中予想図と同じであるが、対側 (右) A₁ の走行は予想図と異なっている。

<症例 2> 54 歳、男性。破裂前交通動脈瘤 (H & K Gr 3, WFNS Gr 3) にて Day 0 で手術を行った。通常の前、側面、斜位像で下方に向かう重複動脈瘤が認められる。しかし、前交通動脈瘤手術角度の像では動脈瘤は前交通動脈の上に乗る、術野に向かうように突出していることが疑われる。この所見どおりだと手術困難のため、予想図では動脈瘤をやや下向きに描いた。しかし、動脈瘤は血管撮影どおりに術野に向かっており、動脈瘤体部剥離中に術中出血を生じ、血管撮影所見の重要性を痛感した症例である。

<症例 3> 56 歳、男性。破裂前交通動脈瘤 (H & K Gr 3, WFNS Gr 2) にて Day 0 で手術を行った。側面像で動脈瘤はやや後方に伸展しておりクリッピング困難が予想される症例であるが、前交通動脈瘤手術角度像より両側 A₂ 間からクリッピング可能と判断し手術に臨んだ。術中所見はほぼ予想図どおりであったが、両側 A₂ 間からのクリッピングは何回行っても不完全であった。そのため周囲を更に剥離したところ、前交通動脈後方に伸展する一部血栓化した大きな動脈瘤体部を認め最終的にはリングクリップを用いてクリッピングした。血管撮影所見では血栓化した動脈瘤を予測できず、苦労させられた症例である。

考 察

脳動脈瘤手術における血管撮影の重要性は改めて言及す

Fig. 1 A: Showing conventional AP and lateral views of angiograms of the anterior communicating artery aneurysm. The aneurysm shadow is difficult to point out. B: Showing AP view angiograms taken by shifting the AP angle from OM+15°, 0°, -10°, to OM-20°. Note that the aneurysm shadow (*arrow*) becomes apparent following the change of the angle from caudal side. C: Showing oblique view angiograms taken by shifting the AP angle from OM+15°, -10° to -20°. Note that the aneurysm dome and neck are demonstrated more clearly from the caudal projection. The aneurysm is originated from the A₁ distal portion accompanying the A₂ azygos malformation. D: The left showing a simulation picture to predict the intraoperative finding. The right showing an intraoperative photograph of the aneurysm protruding into the optic nerve. Note the satisfactory correlation between the preoperative oblique angiogram taken OM-10° degrees and the intraoperative finding.

Fig. 2 A: Showing AP, lateral and contralateral oblique view angiograms of the anterior communicating artery aneurysm. The arrow indicating the aneurysm protruding posterior direction. B: Showing ipsilateral oblique angiograms taken by rotating the angle. By rotating the angle, the anatomy of the anterior communicating artery complex is demonstrated clearly. The aneurysm (arrow) is originated from the reverse side of the proximal lt. A₂. (from left to right; OM+15°/oblique 30°, OM-10°/oblique 30°, OM-10°/oblique 45°, OM-10°/oblique 60°)

るまでもないが、実際の手術方法、術中所見と合わせて論じられたものは少ない。小林らは側面像における前交通動脈瘤の方向を基に術中所見を分類する試みを述べている⁵⁾。彼らは、側面像より前交通動脈瘤を、前房型、後房型および下方型に分類し、親血管との関係、手術上の注意点、クリッピングの困難度について検討を加えた。Hesselink は前交通動脈瘤の伸展方向により斜位血管撮影の方向を尾側よりにしたほうが動脈瘤頸部を描出するのに適していると述べたが、術中所見との関連については触れていない⁶⁾。

著者らはこれまで、通常の斜位ステレオ血管撮影像を基に術中予測図を作製していたが、前交通動脈瘤では術中所見と一致することは少なかった。そこで、手術時の頭位、脳の圧排を計算にいった前交通動脈瘤手術角度に近い脳血管撮影像を検討し、OM-10度、斜位45~60度の結果を得た。実際には、OM-10度、斜位45度を前交通動脈瘤手術角度として用いているが、前者は手術時のvertex down位および前頭葉の圧排により前交通動脈瘤 complex が偏位することより、後者は手術時の頸部回旋および術中

Fig. 3 The upper row and the lower left showing conventional AP, lateral and oblique views of the angiograms. The detailed anatomical relationship of the aneurysm and surrounding vessels are difficult to understand. The lower right is the angiogram taken OM-10°, oblique 45°, demonstrating the aneurysm between the bilateral A₂'s. The rt. A₂ runs down on the optic nerve and its ascending portion overrides the aneurysm dome.

Fig. 4 The left showing a simulation picture based on the angiogram taken OM-10°, oblique 45°. The right showing the angiography and the intraoperative photograph of the aneurysm. Note the better correlation among them except the direction of the rt. A₁.

の顕微鏡，手術台の傾きによりこのような結果ができたものとする。

前交通動脈瘤手術角度の血管撮影像を基に術中予想図を描く上で問題となるのは対側 A₁ の走行である。症例 1 のように対側 A₁ の走行は血管撮影所見と異なる場合が大部分であった。これは前頭葉圧排による影響が対側 A₁ にまで及ばないためと考えられる。ひとつの平面のみで、立体的な手術の全部を表わすことにはおのずと制限が生じるのであろう。一方、同側 A₁ の走行角度を基に両側 A₂ がどの方向にどのような角度で派生しているかが予測できることは、手術中大きな助けとなる。

前交通動脈瘤手術にあたって、最近では手術角度の血管撮影像を基に前交通動脈瘤を 4 型に分類し手術の難易度想定を行っている。

Type 1, 上方型：動脈瘤が interhemispheric cistern 方向に伸展しており、脳血管撮影上は両側 A₂ に挟まれるようにして存在する。両側 A₂ と動脈瘤頸部の剥離が問題となるが、手術は容易な場合が多い。注意すべきは、動脈瘤頸部が高位に存在する時で、この場合、術野の展開は困難となる。

Type 2, 前方型：動脈瘤が前交通動脈の上、術野に向かって伸展している場合である。術中破裂に十分注意しなければならない。症例 2 のように小動脈瘤の場合には動脈瘤頸部のみの剥離は困難であり、subpial に剥離を進めるなどの状況判断が必要である。動脈瘤が大きな場合には動脈瘤頸部のみを剥離しクリッピングが可能であるが、場合によっては対側 A₁ 遠位部、A₂ 起始部が動脈瘤に隠されるため、手術用 mirror の使用や動脈瘤の direct retraction が必要となる症例もあり、手術困難な症例が多い⁷⁾。

Fig. 5 The upper row and the lower left showing conventional angiogram of AP, lateral and oblique views. The double anterior communicating artery aneurysms are demonstrated. The lower right showing the angiography taken by the standard operative view (OM-10°, oblique 45°). The aneurysm locates on the anterior communicating artery as protruding toward the operative field.

Fig. 6 The left showing a simulation picture of the aneurysm modifying to direct toward the optic nerve. The right showing a picture of the intraoperative finding. Note that the aneurysms adhere the frontal base and protrude toward the operative field as predicted by the preoperative standard operative view angiogram.

Type 3, 下方型：動脈瘤は視交叉あるいは視神経に向かうように突出している。視神経と癒着していることもあり不用意な前頭葉挙上、視神経・視交叉部の剝離により術中破裂を生じる点に注意すれば、前交通動脈瘤 complex の確認は難しくなく、手術、クリッピングとも容易な症例が多い。

Type 4, 後方型：動脈瘤は前交通動脈の裏側に存在する。前交通動脈瘤 complex への接近、剝離は用意であるがクリッピングは通常困難を伴う。症例 3 のように、リングクリップが有効な場合が多い。この type が予想される場合は interhemispheric approach が望ましい。

これら 4 型は絶対的なものではなく、各型間の移行型も当然存在する。Yasargil は術中所見を基に前交通動脈瘤を 4 型に分類したが著者らの分類は、1. 術前脳血管撮影を基に予測が可能。2. Yasargil の前方型に含まれる Type 3 (下方型) を別分類とし、前方型、上方型のうち手術困難なものを Type 2 (前方型) としたことに意義がある⁸⁾。

pterional approach による前交通動脈瘤手術といっても術者、施設により手術方法も異なるし、また症例毎に動脈瘤への進入角度が異なってくるのも当然である。脳血管撮影所見もあくまで手術の参考になるのみであり、絶対的なものではない。しかし、手術角度に近い条件で行った血管撮影所見より多くの情報を術前に得られることも事実である。従来、術前脳血管撮影は脳動脈瘤の形態、動脈瘤頸部の位置を明らかにすることが強調される傾向があったが、手術を念頭にいった脳血管撮影という観点より、今回は再検討を加えてみた。

pterional approach による前交通動脈瘤手術時、OM-10 度、斜位 45 度の術前脳血管撮影像は術中所見予測に有用であり、ステレオ撮影を行うことにより、前交通動脈瘤近傍血管のより詳細な術中外科的解剖を把握できる。

Fig. 7 The upper row showing preoperative angiogram. Although the lateral view indicates the aneurysm directing postero-superiorly, the standard operative view shows the aneurysm between the bilateral A₂'s, suggesting easy accessibility. The lower row showing intraoperative photographs. The aneurysm complex is exposed same as the standard operative view of the angiogram. However, the thrombosed portion of the aneurysm made it difficult to apply the clip. A ring clip is the choice of clipping.

Fig. 8 Showing 4 types of the anterior communicating artery aneurysm based on the angiogram of the standard operative view and technical difficulty of the operation.

文 献

- 1) Yasargil MG, Fox JL, Ray MW: The operative approach to aneurysms of the anterior communicating artery. In: Krayenbühl H(ed), *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*. vol 2, Springer, Wien, 1975, pp 113-170
- 2) Loughheed WM: Selection, timing and technique of aneurysms surgery of the anterior circle of Willis. *Clin Neurosurg* 16: 95-113, 1969
- 3) 伊藤善太郎: 破裂前交通動脈瘤急性期例における microsurgical anterior interhemispheric approach の利点. *Neurosurgeons* 1: 21-34, 1981
- 4) 鈴木二郎, 新妻 博: 前交通動脈瘤の手術手技, 両側前頭開頭法を用いて. *脳神経外科* 9: 1009-1014, 1981
- 5) 小林茂昭, 一ノ瀬良樹, 杉田慶一郎: 前交通動脈瘤の手術, 解剖を中心とした考察. *脳神経外科* 15: 235-240, 1987
- 6) Hesselink JR: Investigation of intracranial aneurysms. In: Fox JL(ed), *Intracranial Aneurysms*, Springer-Verlag, New York, 1983, pp 497-548
- 7) Sugita K: *Microneurosurgical Atlas*, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 1985, pp 44-55
- 8) Yasargil MG: *Microneurosurgery* 2, George Thieme Verlag, Stuttgart, 1984, pp 169-223