



# Supraorbital keyhole approachによる前方循環脳動脈瘤の手術

谷口, 理章

---

(Citation)

脳卒中の外科, 38(1):18-23

(Issue Date)

2010

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

right:日本脳卒中の外科学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001408>



# Supraorbital keyhole approach による前方循環脳動脈瘤の手術

谷口 理章

## Application of Supraorbital “Keyhole” Approach to the Treatment of Cerebral Aneurysm in the Anterior Circulation

Masaaki TANIGUCHI, M.D.

Department of Neurosurgery, Yao Municipal Hospital, Yao, Osaka, Japan

**Summary:** To reduce surgical invasiveness, the supraorbital keyhole approach was applied to the treatment of cerebral aneurysms in the anterior circulation. Twenty-four aneurysms in 22 patients were treated with the keyhole craniotomy placed in the supraorbital area. Preoperative CT angiography was evaluated to determine the optimal side of the craniotomy and feasibility of the surgery according to the predicted direction of clip insertion. The clipping was accomplished in all cases without major complications. The postoperative mRS grade was 0 in 18 patients (82%), 1 in 2 patients (9%) and 5 in 2 patients (9%).

Though careful case selection is an essential prerequisite, clipping of the anterior circulation aneurysm is feasible with the supraorbital keyhole approach with reduced surgical invasiveness.

### Key words:

- keyhole approach
- cerebral aneurysm
- endoscope-assisted microsurgery
- minimally invasive surgery

Surg Cereb Stroke  
(Jpn) 38: 18-23, 2010

### はじめに

前方循環脳動脈瘤に対しては pterional approach, inter-hemispheric approach などが確立された手術方法として存在するが、実際の手術では露出された頭蓋骨の一部分にのみ開頭が施行され、顕微鏡下操作はさらにその開頭範囲の一部に限局して行われていることも見受けられる。このように手術で使用されない部分を極力排除する目的で開頭を縮小し、結果として侵襲を軽減するとの考えから、いわゆる “keyhole” approach が提唱されている<sup>9)10)</sup>。前方循環脳動脈瘤に対しては眼窩上や眼窩外側に小開頭を設ける supraorbital および pterional keyhole approach の適用が提唱されている<sup>5)</sup>。術後の創部腫脹や疼痛が軽減され、開口障害も回避できることが利点とされ、その臨床例の報告

も散見されるが<sup>1)4)5)7)</sup>、いまだひろく普及するにいたってはいない。小開頭であるがゆえに視線が一定方向に制限され、術中のアプローチ方向の変更、さらにはトラブル時の対処に難渋する可能性を内在することがその理由と考えられる<sup>12)</sup>。しかし詳細な術前評価に基づいて対象を厳選し、動脈瘤手術の基本を遵守すれば、従来のアプローチと遜色ない手術が可能な症例も存在する。さらに視野の制限を補うべく内視鏡を併用し、側方からの視野を補完することで本アプローチの安全性・確実性は向上するものと考えられる。以上より本法、とくに supraorbital keyhole approach を適用した前方循環脳動脈瘤に焦点を絞って、その実際例を提示し、利点および問題点について考察を加えた。

**Table 1** Demographic data of the patients treated on cerebral aneurysm with the supraorbital keyhole approach

Age	48–92 year-old (mean 64±11.2)	
Sex	Female: 12; Male: 10	
Aneurysm size	≪ ¥ ±1.72 mm	
Aneurysm location	non-ruptured	ruptured
A-Com	≪	4
IC top	§	
IC-Oph	2	
IC-PC	†	
IC-Ant Chor	2	
MCA	¥	§

## 対象と方法

対象は2004年10月から2007年12月の間に施行された44例の脳動脈瘤手術のうち、supraorbital “keyhole” approachを適応した22例24動脈瘤とした。このうち破裂例は5例であり、大半は最大径5mm前後の比較的小型の動脈瘤で、頸部の形状は単純であった(**Table 1**)。中大脳動脈M1部が長い症例、またはその走行により中大脳動脈分岐部が前方からの視野で蝶形骨縁に隠れてしまうような症例、および内頸動脈から後方に分岐する動脈瘤で、側方からの手術操作を要すると思われる症例では、pterional “keyhole” approachなどの側方からの進入経路を適用したが、本論文では割愛する。いずれの症例も術前に3D-CTAを施行し、開頭をシミュレーションした。この際、動脈瘤頸部の所見から推測して単純な形状のクリップで処理可能であること、またアプライする方向がアプローチの方向と一致することを本法の実行可能性を判断するひとつの指標とした。supraorbital “keyhole” approachの開頭の実際についてはすでに詳細な論文が存在するので<sup>8)</sup>、具体的な手技については省略し、本シリーズに特徴的な事項についてのみ記載する。硬膜切開後、髄液を根気よく排除しつつ前頭葉を徐々に挙上していくが、他施設の報告ではそのまま鞍上部へアプローチすることも多いようであるが、本シリーズではいずれの症例でも従来のpterional approachと同様、先に近位側シルビウス裂の開放を行っている。この際、顕微鏡の視野を大きく外側に傾け、内側からシルビウス裂を剥離することとなる。これにより前頭葉の牽引は軽減され、内頸動脈の硬膜内走行部の全貌が露出でき、内側は前交通動脈、対側眼動脈分岐部まで、外側は中大脳動脈分岐部まで展開、手術操作が可能となる。動脈瘤本体へのアプローチは本法においても従来の基本を遵守して行う。すなわち親動脈の露出による近位側の早期確保を行ったのち、動脈瘤にアプローチし、丁寧に頸部から

**Table 2** Summary of the surgical results

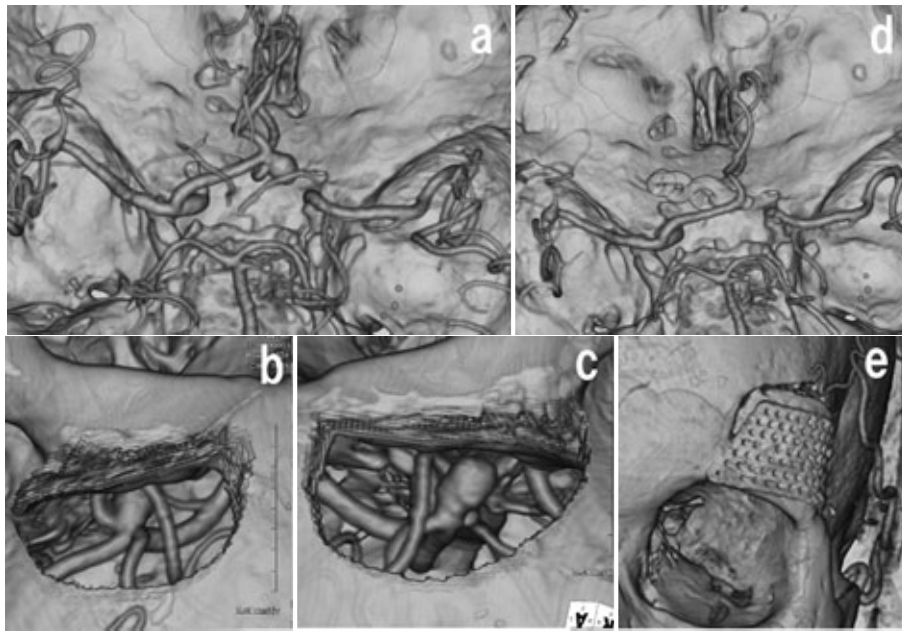
OP time	279±53 min
Hospital days	12.2±4.9 days
Blood loss	49.5±40.8 ml
CRP on day 1	1.79±2.05 mg/dl
Surgical complication:	
Supraorbital nerve injury (temporary)	2 (9%)
Facial nerve frontal branch injury (temporary)	3 (14%)
Subdural hematoma	3 (14%)
Short memory disturbance (temporary)	2 (9%) 1 (5%)
Visual field defect	1 (5%)

体部にむけて剥離を進めていく。症例によっては頸部のみを剥離し、クリップをかけたのちに体部を確認した。クリップ前の局所解剖、およびクリップ後の完全性・穿通枝温存などの妥当性については可能な限り内視鏡で確認した。

## 結 果

重大な術中トラブルの経験や開頭および手術方針の変更を要した症例はなく、全例において予定通りのクリッピング術が施行された。手術操作は視線と同軸方向になることが多く、このため手術器具は長めのバヨネットタイプのものを頻用し、止血操作についても従来のバイポーラに加えて、先端が屈曲したタイプのもを使用する必要があった。また同様の理由から、深部や周辺構造物に隠れた部分は顕微鏡下に確認しにくい局面もあったが、内視鏡を併用することでこのような術野の微細な構造物を照明下に拡大して観察することができた。さらに側視鏡で動脈瘤の裏面を観察することで、クリップ前後の動脈瘤頸部の状態を把握できた。クリップのアプライに際しては、クリップブレードの先端がアプライヤーのヘッドに隠れてしまうこともあり、顕微鏡視線の変更や吸引管で親動脈を牽引して視野を確保したり、バヨネットタイプのクリップを使用するなどの工夫が必要であった。

最近の11例の未破裂例について手術時間、出血量、術翌日のCRP、入院期間をまとめた(**Table 2**)。手術時間、入院期間の短縮は認めないが、出血量、CRPについては従来の報告と比べて若干低下している<sup>3)</sup>。創部は多くの症例で術後半年までにほとんど目立たなくなり、また主観的評価ではあるが、術後の疼痛や腫脹も従来と比べると軽減されている。術後合併症は、穿通枝障害による脳梗塞が3例に合併し、1例は無症候性、2例は記憶力障害を発症し、そのうち前交通動脈動脈瘤破裂の1例は3カ月後も持続し



**Fig. 1** The preoperative CT angiography of the case 1 demonstrating an aneurysm at the anterior communicating artery (a). The preoperative simulation of the left (b) and right (c) supraorbital craniotomy revealed the former being more suitable as the expected direction of the clip application would be almost congruent with that of the approach. The postoperative CT angiography demonstrates complete elimination of the aneurysm (d) and the site of the craniotomy (e).

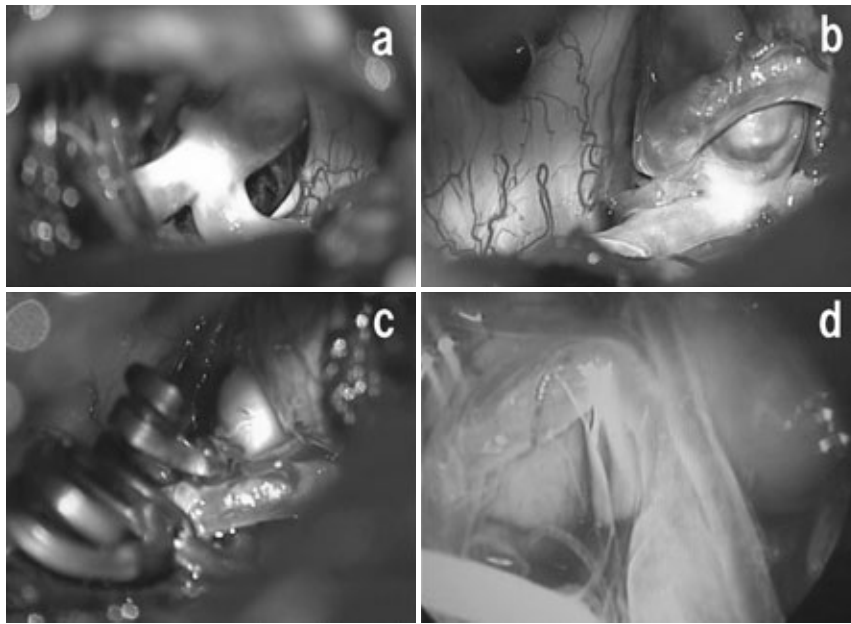
た。上記3例のうち2例は動脈瘤に癒着した穿通枝の剝離中に損傷し、1例は強固なくも膜下血腫の除去の際に損傷した。内頸動脈眼動脈分岐部動脈瘤の1例で四半盲を合併した。他に一過性の眼窩上神経および顔面神経前頭枝の障害がそれぞれ2例と3例、硬膜下血腫を併発し後日穿頭術を要した症例が3例あった。術後3カ月後のmRSはgrade 0が18例(82%)とおおむね良好であったが、四半盲を生じた1例および軽度記憶力障害が残存した1例でgrade 1(9%)、高齢の重症くも膜下出血で亜急性期に手術を施行した2症例で、術前から認めていた意識障害が遷延し、grade 5(9%)となった。

#### 代表症例

〈症例1〉70歳、男性。高血圧加療中に頭蓋内精査を施行され、前交通動脈に動脈瘤を指摘された(Fig. 1a)。CTAによるシミュレーションでは左開頭によるアプローチにおいて両側A2が分離し、クリップの挿入方向がアプローチ方向と一致することが予想された(Fig. 1b, c)。左眼窩上に小開頭を施行後、髄液をゆっくり排除しつつ前頭葉を徐々に挙上、スペースが確保された時点で外側に視野を傾けてシルビウス裂に到達した。これを鋭的に開放し、剝離しつつ鞍上槽まで到達、硬膜内内頸動脈の全貌および前大脳動脈、中大脳動脈分岐部を露出した(Fig. 2a)。さ

らに左側のA1を確保したのち、前交通動脈にアプローチし、大脳半球間裂を剝離し、動脈瘤全体を露出した(Fig. 2b)。その後内視鏡にて頸部の裏面を観察し、対側A1および周辺の穿通枝の走行を確認後、この情報を念頭において動脈瘤にクリップを置いた(Fig. 2c)。クリップ後も完全性、穿通枝の温存を内視鏡にて確認した(Fig. 2d)。術後一過性の前頭部の知覚低下・前頭筋麻痺を生じたが、術後2週間目に退院、外来経過観察中3カ月までにいずれの症状も消失した。

〈症例2〉70歳、女性。一過性意識障害のために頭蓋内精査を施行され、左内頸動脈眼動脈分岐部に動脈瘤を指摘された(Fig. 3a)。術前シミュレーションでは対側開頭によるアプローチで動脈瘤の頸部が確認しやすく、クリップの挿入方向もアプローチ方向とほぼ一致すると予想された(Fig. 3b, c)。右眼窩上に小開頭を施行後、対側の視神経周囲まで剝離を進めた。falciforme ligamentを切開し対側視神経に可動性を持たせ、内頸動脈の近位側を確保したのち、動脈瘤を露出した(Fig. 4a)。内視鏡にて穿通枝の走行を確認後、クリッピングを施行(Fig. 4b, c)。クリップの完全性および穿通枝の温存を再度内視鏡にて確認し、手術を終了した(Fig. 4d)。術後は合併症なく15日目に退院したが、外来経過観察中2カ月目に硬膜下血腫を併発し、穿頭術を要した。



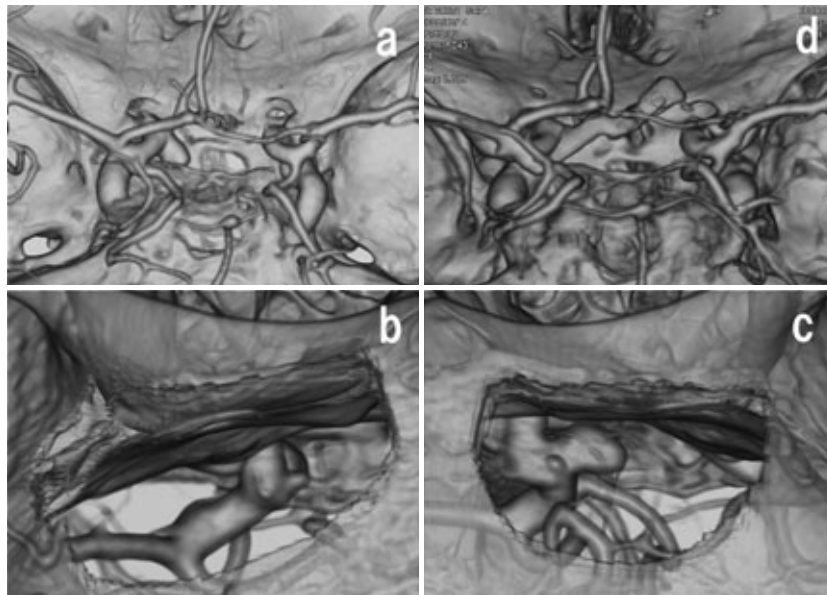
**Fig. 2** Intraoperative photo of the case 1 demonstrating the exposure of the left internal carotid artery (a) and the aneurysm at the anterior communicating artery (b) with the left supraorbital approach. The aneurysm was clipped with 2 titanium clips (c). Complete clipping and preservation of the perforating arteries were confirmed with the endoscope (d).

## 考 察

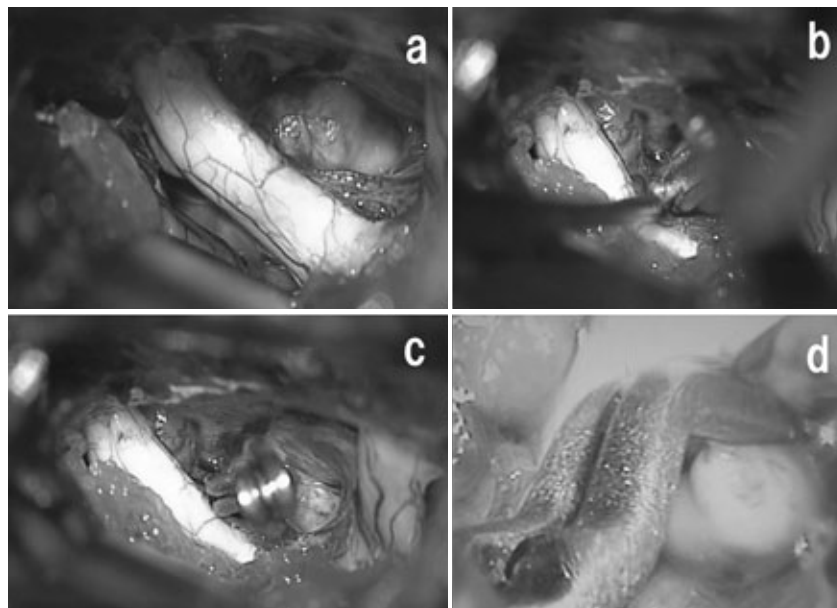
脳神経外科の歴史の中で手術用顕微鏡も含めた手術器具および手技の進歩，さらには術前画像診断の進歩は，病変へのよりの確かなアプローチを可能にし，開頭サイズの縮小をもたらした<sup>12)</sup>．しかしながら現在でも，開頭に比して顕微鏡下操作がその一部のみに限局して行われていることも見受けられ，マイクロ操作に必要な十分な範囲以上の開頭がなされていることもある．このような，従来の開頭手術で利用されていない部分を極力そぎ落とし，結果として開頭が縮小され，それに伴う手術侵襲の軽減を意図したものがkeyhole approachともいえる<sup>9)10)</sup>．前方循環脳動脈瘤に対するkeyhole approachとしては主に眼窩上から進入するsupraorbital keyhole approachと眼窩外側縁後方から進入するpterional keyhole approachが提唱されている．両者間には鞍上部への進入方向がより前方から，あるいはより側方からという違いがあり，また前者では側頭葉先端に遮られることなく鞍上部に到達でき，一方後者では蝶形骨小翼の削除により，蝶形骨縁より低いレベルまで視野に収めることができるとされている<sup>6)</sup>．われわれの施設では前者をfirst choiceとし，後方向きの内頸動脈後交通動脈分岐部動脈瘤などで，側方からの視野を要する症例に対して後者を適応している．いずれの方法でも頭部軟部組織の手術操作および脳表の露出範囲は縮小され，開頭のサイズから

おのずと過度の脳の牽引は予防されることが利点とされる<sup>7)</sup>．さらに前者では側頭筋操作がごく一部に限られ，蝶形骨縁の追加削除や中硬膜動脈の処理は必要なく，開閉頭に要する手技は大幅に省略される．

手術の侵襲度については定量的な評価は困難であるが，手術時間・入院期間・出血量や術後のCRPなどを指標にする試みも報告されている<sup>3)</sup>．本シリーズでも上記指標について最近の症例で連続的に検討したところ，出血量とCRPについては過去の報告とくらべて低下しており，本法の低侵襲性を示唆するものと考ええる．また主観的評価にはなるが，術後の側頭筋腫脹および開口時の疼痛や制限はほとんど認めず，この点でも従来の方法と比べて侵襲の軽減が図られているものと考ええる．他部位の手術と異なり，頭部の手術創は可動性に乏しく，その大小は術後の活動性の制限にあまり影響しないとの考えもあるが，術後の頭部顔面の腫脹・疼痛のために食事に支障をきたしたり，このためその後の退院・日常生活復帰に時間を要する症例が存在するのも事実である．このような観点からも手術創は可能な範囲で縮小されるべきと考える．一方で脳神経外科の手術においては，頭蓋内操作があくまで手術の主体であり，開頭の縮小がすべて低侵襲になるとは限らない．開頭の縮小にこだわり，顕微鏡下手術のリスクが上昇することは本末転倒である．このため本法を適応するに際しては各症例で術前に詳細な検討を行い，縮小開頭下での顕微鏡操



**Fig. 3** The preoperative CT angiography of the case 2 demonstrating an aneurysm at the ophthalmic segment of the left internal carotid artery (a). The preoperative simulation of the left (b) and right (c) supraorbital craniotomy revealed the latter being more suitable as the simple straight clip would be applicable in the approaching direction. The postoperative CT angiography demonstrates complete elimination of the aneurysm (d).



**Fig. 4** Intraoperative photo of the case 2 demonstrating the exposure of the aneurysm at the right internal carotid artery ophthalmic segment (a). The aneurysm was clipped with a bayonet-type clip (b, c). The endoscopic image demonstrates completeness of the clipping (d).

作について実行可能性を評価しておくことはとくに重要となる。術前画像診断の寄与はこの点において多大で<sup>2)</sup>、3次元画像による手術シミュレーションはアプローチ方向に対するクリップの挿入方向を推測することを可能とし、こ

れらが一致することが本法の容易さを判断するひとつの指標と考えている。しかし穿通枝の走行や親動脈の硬化の程度など、術前に評価できない要素も依然として存在し、また本シリーズでは幸い経験しなかったが、確保した親動脈

に対しテンポラリークリップをアプライすることが困難であるような場合など、術中にこれらの要因で本法の継続が危険と判断された場合は小開頭に固執せず、トラブルが生じる前に開頭を新たに追加する余裕も含めて、十分に対処法を準備しておく必要があると考える。

本法では先端が屈曲したバイポーラなどの特殊な器具が有用である。クリップアプライヤーについても現存のものはクリップが覆い隠され、ブレード先端の視認が困難な場合がある。現在は顕微鏡視軸の頻回の微調整や親動脈の牽引、バヨネットタイプクリップの使用などで対処しているが、今後はよりスリム化したアプライヤーが開発されることを期待したい。

クリップ前の動脈瘤頸部周辺の確認は、従来であれば顕微鏡の視野方向を大きく振って多方面から確認をすることとなるが、本法では視線の変更に制限をうけることから、内視鏡(主に30度、場合によって70度の側視鏡)を挿入し、側方・後方の視野を補完した。また内視鏡は術中にクリップ後の評価、すなわち完全性および穿通枝の温存などについての評価をする際にも威力を発揮した<sup>11)</sup>。内視鏡は単に顕微鏡視野の死角を補うのみならず、顕微鏡視野の細部を拡大し明視下におくこともでき、本法のような手術ではとくに有用と考える。

本アプローチでは顔面神経前頭枝の本幹を切断することは少ないが、皮膚切開後、皮膚・皮下組織の牽引が強くなりすぎると上記神経に障害が生じることがある。また内側の眼窩上神経も同様に牽引により障害を受け、明らかな知覚障害はきたさないものの、頭頂部の違和感が術後唯一の訴えとなった患者も存在する。いずれの症状も一過性で大きなQOLの低下には結びつかないが、皮膚の過度の牽引には注意を要する。また本法では術野の展開のために髄液を相当量吸引除去することとなるが、これにより術後の硬膜下液貯留の量も従来の方法に比べて多くなる傾向がある。比較的脳萎縮の少ない患者でも硬膜下血腫を合併した経験から、最近の症例では鞍上槽からシルビウス裂にかけて丁寧に膜形成を行うこととしている。それ以来術後の硬膜下髄液貯留の程度は軽減しており、同様の結果は他施設からの報告でも認められ<sup>5)</sup>、今後はある程度回避可能な合併症と考える。

ある術式が普及するためには手術の安全性とともに確実性が重要であり、このため通常のレベルを逸脱して優れた技術を必要とする術式は普及しないと考える。keyhole approachで必要になる同軸方向の手術操作は本法に限った新しい手技ではなく、後頭蓋窩腫瘍の摘出時や他の手術に際してもその局面局面で要求されているものである。この点からも、従来の顕微鏡下手術手技を応用し、動脈瘤手

術の基本的手順を遵守することで、本法を安全・確実に施行しうる症例は存在すると考える。一方で、本シリーズの大半は比較的小型の未破裂動脈瘤が対象になっているが、これは本法が病変への多方面からのアプローチができず、複雑な手術手技に対応困難と考え<sup>7)</sup>、小病変へピンポイントで処理できる症例を主な対象としたためである。また本シリーズで認められた穿通枝障害は必ずしも本法の適応に起因するものとは考えていないが、今後もさらなる検証を要すると思われる。以上のように本法は前方循環脳動脈瘤に対する手術の選択肢となりうるが、今後も厳密な術前評価のもと症例を蓄積する必要があると考える。

## 文 献

- 1) Czirjak S, Szeifert GT: Surgical experience with frontolateral keyhole craniotomy through a superciliary skin incision. *Neurosurgery* 48: 145-150, 2001
- 2) Hoh BL, Cheung AC, Rabinov JD, *et al*: Results of a prospective protocol of computed tomographic angiography in place of catheter angiography as the only diagnostic and pretreatment planning study for cerebral aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery* 54: 1329-1342, 2004
- 3) 石黒友也, 安井敏裕, 森川俊伎, ほか: 無症候性未破裂脳動脈瘤に対する手術侵襲. 脳神経外科 31: 35-40, 2003
- 4) Lan Q, Gong Z, Kang D, *et al*: Microsurgical experience with keyhole operations on intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 66(Suppl 1): 2-9, 2006
- 5) 森 健太郎, 山本拓史, 中尾保秋, ほか: 未破裂脳動脈瘤に対する Overnight 手術を目標とした Keyhole clipping 術の開発. 脳卒中の外科 36: 50-57, 2008
- 6) Perneczky A, Reisch R: Keyhole Approaches in Neurosurgery Volume 1: Concept and Surgical Technique. Springer Verlag, Wien, 2008, pp40-42
- 7) Reisch R, Perneczky A: Ten-year experience with the supraorbital subfrontal approach through eyebrow skin incision. *Neurosurgery* 57(Suppl 4): 242-255, 2005
- 8) Reisch R, Perneczky A, Filippi R: Surgical technique of the supraorbital key-hole craniotomy. *Surg Neurol* 59: 223-227, 2003
- 9) Sánchez-Vázquez MA, Barrera-Calatayud P, Mejia-Villela M, *et al*: Transciliary subfrontal craniotomy for anterior skull base lesions. Technical note. *J Neurosurg* 91: 892-896, 1999
- 10) Taniguchi M, Perneczky A: Subtemporal keyhole approach to the suprasellar and petroclival region: microanatomic considerations and clinical application. *Neurosurgery* 41: 592-601, 1997
- 11) Taniguchi M, Takimoto H, Yoshimine T, *et al*: Application of a rigid endoscope to the microsurgical management of 54 cerebral aneurysms: results in 48 patients. *J Neurosurg* 91: 231-237, 1999
- 12) van Lindert E, Perneczky A, Fries G, *et al*: The supraorbital keyhole approach to supratentorial aneurysms: Concept and technique. *Surg Neurol* 49: 481-490, 1998