Keyhole clipping 術 (Supraorbital keyhole と Pterional keyhole)

森 健太郎

Keyhole Clipping Surgery (Supraorbital Keyhole and Pterional Keyhole)

by

Kentaro Mori, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Juntendo University, Shizuoka Hospital

Supraorbital keyhole craniotomy via an eyebrow skin incision (Perneczky method) is an alternative to conventional craniotomy for the treatment of various pathologies including aneurysms. We treated unruptured internal carotid artery aneurysms and anterior communicating artery aneurysms using the Perneczky method. We also developed the pterional keyhole approach to middle cerebral artery aneurysms through an outer canthal skin incision. Forty-four keyhole clipping surgeries (46 aneurysms) were performed in 42 patients. Scalp hair shaving, drainage placement, and anti-convulsant medication were not required. Most patients were discharged on the 2nd or 3rd postoperative day (mean 2.8 ± 0.99 days), except for one patient who suffered hemiparesis due to lacunar infarction. Keyhole clipping surgery is another treatment option for relatively small unruptured anterior circulation aneurysms.

(Received April 2, 2007; accepted April 26, 2007)

Key words : keyhole surgery, clipping, supraorbital keyhole, pterional keyhole, unruptured aneurysm
Jpn J Neurosurg (Tokyo) 16 : 944-953, 2007

はじめに

標準的 clipping 術は, semicoronal skin incision と前頭側頭開頭術の組み合わせによる方法や, bicoronal skin incision と両側前頭開頭術との組み合わせによる方法が, 日本では一般的に行われているのが現状である。一方, 1990 年代になり強力な光源を有する手術用顕微鏡の出現や神経内視鏡の再開発などを背景に, Mainz 大学の Axel Perneczky 教授らのグループは, 従来の開頭術に代わり, keyhole surgery による新たな “minimally invasive microneurosurgery—keyhole concept” を提唱し実践している。その一つとして, 無剃髪にて眉毛の上を切開 (eyebrow incision) し, 眼窩の上に 2~3 cm の小開頭 (supraor-

bital keyhole) を行い, sellar や parasellar region における脳動脈瘤や脳腫瘍の手術を施行している^{11)~14)}。この方法は Perneczky 法として知られているが, 日本ではあまり一般的ではなく, ほとんど紹介されていないのが現状である。われわれの施設では, 数年前から未破裂の内頸動脈瘤 (IC aneurysm) や前大脳動脈瘤 (AC aneurysm) の一部に対して Perneczky 法を導入して keyhole clipping 術を施行するとともに, 中大脳動脈瘤 (MC aneurysm) の一部に対しては, われわれが開発した outer canthal skin incision と pterional keyhole の組み合わせによる keyhole clipping 術を施行している⁸⁾。今回, これらの keyhole clipping 術の方法について解説するとともに, 現在までの手術成績やその問題点について報告する。

順天堂大学医学部附属静岡病院脳神経外科 / 〒410-2295 伊豆の国市長岡 1129 [連絡先: 森 健太郎]

Address reprint requests to: Kentaro Mori, M.D., Department of Neurosurgery, Juntendo University, Shizuoka Hospital, 1129 Nagao-ka, Izunokuni-Shi, Shizuoka 410-2295, Japan

Fig. 1 Illustrations showing the supraorbital keyhole technique (Perneckzy method)

- A :** Eyebrow skin incision (black line). The eyebrow skin incision should be designed to avoid the supraorbital foramen and the frontal sinus.
- B :** Exposure of the superficial layer of the deep temporal fascia of the temporal muscle.
- C :** Subperiosteal dissection of the temporal muscle restricted at the lateral part of the superior temporal line. The temporal muscle is retracted posteriorly and a McCarty burr hole is made.
- D :** Mini-craniotomy in the supraorbital area (supraorbital keyhole). Black dotted line indicates the dural incision.

対象と方法

① Supraorbital keyhole (Perneckzy 法) による内頸動脈瘤の clipping 術 (Fig. 1)

1. 体位, 皮切

術前の planning three-dimensional (3D) -computed tomography (CT) angiography にて決定した頭部の回転角度 (内頸動脈瘤の場合は, 大抵は 15~30 度が多い) と head retroflexion の角度に基づいて頭部を Mayfield 3 点固定器で固定する. Perneckzy 法は基本的に subfrontal approach なので, やや tin up position のほうが前頭葉が自然下垂して展開しやすい. 剃髪は行っていない.

Perneckzy 法では, 前頭洞を開放すると pericranial patch を用いての修復が困難であることと, supraorbital nerve の損傷を避けるため前頭洞と supraorbital notch が開放しないように, それらの位置を皮膚ペンでマーキングして, これらの外側部から眉毛の上縁に沿って約 35 mm の eyebrow skin incision を施行する. 皺が発達している場合は, その皺に沿って皮膚切開を施行する. 切開した皮膚を fish hook を用いて後方に牽引するが, 必要なら皮膚切開の両端に数 mm の切開を後外側方に追加すると後方牽引が容易となる.

前頭骨を骨膜下に剝離して露出する. 次に, superior temporal line の前方部分で temporal muscle fascia の附着

部を 1 cm ほど切離して McCarty 部分のみ側頭筋を骨膜下に剥離する。McCarty 部に burr hole を穿ち、約 25×20 mm の楕円形の minicraniotomy を施行し supraorbital keyhole を作製する。開頭部が前頭蓋底と水平となるように air drill で余分な骨の突起を削除する。

2. アプローチ：keyhole 作製，脳脊髄液排出

硬膜を切開し，前頭葉が露出したら，脳表面のクモ膜をマイクロメスにて切開して脳脊髄液 (cerebrospinal fluid；CSF) を排出して，少し脳が slack となったところ Sugita spatula を少し subfrontal に入れる。CSF を吸引排出しながら少しずつ spatula の先端を optico-carotid space に向けて移動する。この作業を 15 分ぐらいかけてゆっくり施行すれば，前頭葉を強く retract する必要はない。Optico-carotid space でクモ膜を切開すると大量の CSF が排出し，脳がさらに slack となったところで，視神経を frontal base から剥離する。必要なら sylvian fissure の内側部を antegrade に開放する。

3. Clipping

脳動脈瘤を剥離して clipping を施行するのであるが，keyhole clipping 術では通常の clip applicator では大きすぎて使えないので，われわれは shaft type clip applicator (XS Applier：AESCULAP AG Et Co., Tuttlingen, Germany) を用いて clipping を施行している。なお，keyhole surgery では顕微鏡の視野が converge できる機能がついていると keyhole を介しての集光が効率よくできるので便利である。

4. 閉創

切開したクモ膜は SURGICEL® sheet (ETHICON, INC., Somerville NJ, USA) と fibrin glue で arachnoid plasty を施行する。すなわち，開放されたクモ膜部を fibrin glue で固めた SURGICEL® sheet で seal した後，さらに新たな fibrin glue を塗布して可能なかぎり seal する。硬膜を縫合し，骨片は titanium miniplate を 2 個使用してとめる。

ドレーンの留置や硬膜の tenting は必要ない。Temporal fascia と frontalis muscle は 4-0 bladed lactomer 合成吸収縫合糸で縫合し，皮下組織は 5-0 monofilament polyglyconate 合成吸収縫合糸で縫合したのち，皮膚を 6-0 nylon で連続縫合して手術を終了する。

5. 後療法

術後 1 日のみ抗生剤を投与するが，抗てんかん剤の投与は必要ない。術後の CT や MRI diffusion 像などで問題なければ，2 または 3 日目に退院する。皮膚切開の美容上の問題から術後 1 カ月間は瘢痕形成抑制剤 tranilast (リザベン®) の投与とマイクロポアテープによる創部の

テーピングを施行している。

われわれは，前交通動脈瘤 (A-com aneurysm) の一部に対しては，supraorbital keyhole よりさらに外側の pterion 部に minicraniotomy を拡大した変法 (supraorbital keyhole) を開発して手術を施行している。これによって sylvian fissure 外側部の開放が容易となり，前交通動脈瘤をより側方から観察処理できるようになった。

② Pterional keyhole による中大脳動脈瘤の clipping 術 (Fig. 2)

1. 体位，皮切

術前の planning 3D-CT angiography にて決定した頭部の回転角度 (中大脳動脈瘤の場合は，大抵は 30～45 度が多く，supraorbital keyhole 法に比べ傾きが大きい) に基づいて頭部を Mayfield 3 点固定器で固定する。剃髪が必要はないが，もみあげ (sideburn) が邪魔な場合は適度に剃る。

顔面神経前頭枝 (frontal branch of facial nerve；FBN) の損傷を避けるために，前頭枝が走行していないと思われる安全域を設定 (眼窩上外側角から 16 mm 以内，frontozygomatic suture から 18 mm 以内，zygomatic arch 基部から 15 mm 以内) し，皮膚ペンでマーキングする³⁾⁸⁾。眼窩内腫瘍の手術で用いられる outer canthal skin incision を，FBN の安全域内で，眉毛の外側部から zygomatic arch の約 10 mm 上で，さらにこれに平行に皮膚切開を 10 mm 後方に伸ばす。皮膚切開の全長は約 40 mm である。皮膚を fish hook で後外側に牽引し，temporal fascia を superior temporal line より 1 cm 切除して眼窩外側部に沿って切開し，さらに必要なら zygomatic arch と水平に 5～10 mm だけ皮膚切開と平行に切開する。側頭筋を pterion 部で部分的に骨膜下に剥離し後外側に牽引する。

2. アプローチ：keyhole 作製，脳脊髄液排出

Pterion 部に burr hole を穿った後，high speed drill を用いて直径約 25 mm の円形の骨窓を burr hole の前方に拡大するように作製する。術前 planning 3D-CT angiography で中大脳動脈瘤が sylvian fissure より上に存在する場合は minicraniectomy をやや前頭骨側に大きくし，sylvian fissure より下に存在する場合はやや側頭骨側に大きく作製する。Lateral sphenoid ridge の一部も必要に応じて削除する。

硬膜を切開し，sylvian fissure のクモ膜の一部を切開して CSF を排出して脳が十分 slack となったところで，さらに sylvian fissure を開放して中大脳動脈瘤を剥離する。

Fig. 2 Illustrations showing the pterional keyhole technique

- A :** Outer canthal skin incision (black line). The safety zone (green shading) is located within the safe distance from the superolateral angle of the orbit (16 mm), the frontozygomatic suture (18 mm), and the anterior origin of the zygomatic arch (15 mm).
- B :** Exposure of the superficial layer of the deep temporal fascia of the temporal muscle.
- C :** Subperiosteal dissection of the temporal muscle restricted at the pterion. The temporal muscle is retracted posteriorly. The orange circle indicates the location of the burr hole at the pterion.
- D :** Mini-craniectomy in the pterion (pterional keyhole).

Reproduced and modified from ref. 8 with the permission of Georg Thieme Verlag KG.

3. Clipping

Clipping は supraorbital keyhole の場合と同様に shaft type clip applicator を用いて行う。

4. 閉創

SURGICEL® sheet と fibrin glue を用いて arachnoid plasty を行ったのち、硬膜を縫合閉鎖する。骨窓部は 1 個の burr hole 用 miniplate で閉鎖することが可能である。この場合、平らな miniplate を外側にわずかに球面となるように成型して使用すると皮膚のへこみができずにより、ドレーンや tenting suture は必要ない。Supraorbital keyhole 法と同様な手順で創部を閉鎖して手術を終了する。

③ 手術対象と術前検査

42 名の患者(年齢: 35~76 歳; 女性 28 名, 男性 14 名)に対して, 44 回の keyhole clipping 術が施行され 46 個の脳動脈瘤が治療された。2 例の症候性未破裂脳動脈瘤の他は, 前方循環の未破裂無症候性脳動脈瘤であった。動脈瘤のサイズは 3~11 mm (平均: 6.1 ± 1.9 mm) であり, 27 個は中大脳動脈瘤 (MC aneurysm), 15 個は内頸動脈瘤 (IC aneurysm), 4 個は前交通動脈瘤 (A-com aneurysm) であった。患者と家族に脳動脈瘤の自然歴や治療方法などを十分に説明し, 経過観察も大切な選択肢であることを理解していただき, 患者および家族が希望された症例のみを手術対象とした。Keyhole clipping 術の対象は, 手術中の破裂などのトラブルを避けるため, 直径 10

Fig. 3 Representative case of unruptured right internal carotid-posterior communicating artery (IC-PC) aneurysm

- A : Preoperative 3D-CT angiogram with osteotomy planning image showing a saccular aneurysm located on the right IC through the bone window in the supraorbital area.
B : Photograph obtained during supraorbital keyhole surgery. Black dotted lines indicate the orbit, anterior temporal line, frontal sinus, and supra-orbital notch. Red line is the planned eyebrow skin incision.
C : After the mini-craniotomy in the supraorbital area and posterior retraction of the temporal muscle.
D : Dural incision and exposed right frontal lobe.
E : Exposed aneurysm on the IC.
F : After neck clipping.

Fig. 4 Postoperative 3D-CT images and postoperative appearance

- A : Postoperative 3D-CT angiogram showing complete neck clipping. The 3D-CT bone image shows the supra-orbital keyhole fixed with mini-plates.
B : Photograph immediately after the surgery.
C : Photograph at 3 months after the surgery. The right eyebrow skin incision at 3 months after the surgery is acceptable.

mm 以下の比較的小さな前方循環の未破裂脳動脈瘤としている。手術中の working space が狭いために脳動脈瘤の剝離操作などで破裂する可能性があり、keyhole surgery では危険と判断した場合は、いったん閉創した後に剃髪し再度消毒してから通常の開頭術に切り替えることをあらかじめ説明している。なお、現在までに keyhole surgery を予定した症例で手術中に通常の開頭術に変更した症例はない。全例に手術前に 3D helical CT angiogra-

phy を施行し、computer workstation を用いて 3D skull bone image と 3D angiography image を重ね合わせ、さらに 3D osteotomy technique を用いて、手術中の最善の患者の頭部の傾きと keyhole の部位や大きさなどを症例ごとにシミュレーションした。特に頭部の回転角度に関しては、workstation を用いて正面像、15 度、30 度、45 度といったいろいろな角度に頭部を回転することによって、予定される keyhole から脳動脈瘤が最もよく観察し

Fig. 5 Representative case of unruptured right middle cerebral artery (MC) aneurysm

- A :** Preoperative 3D-CT angiogram with osteotomy planning image showing a saccular aneurysm on the right MC through the bone window in the pterion.
- B :** Photograph obtained during pterional keyhole surgery. Black lines indicate the orbit, anterior temporal line, zygomatic arch, and frontozygomatic suture. Green dotted line shows the safety zone to avoid damage to the frontal branch of facial nerve. Red line is the planned outer canthal skin incision within the safety zone.
- C :** Pterional mini-craniectomy and posterolateral retraction of the temporal muscle.
- D :** Dural incision and exposed right frontal lobe and sylvian fissure.
- E :** Exposed aneurysm on the MC.
- F :** After neck clipping.

Fig. 6 Postoperative 3D-CT image and postoperative appearance

- A :** Postoperative 3D-CT angiogram showing complete neck clipping. The 3D-CT bone image shows the pterional keyhole covered by a single mini-plate.
- B :** Photograph at one day after the surgery.
- C :** Photograph at 3 months after the surgery. The right outer canthal skin incision at 3 months is acceptable.

うるであろう頭部回転角度を決定している。また、中大脳動脈瘤の場合には動脈瘤が sylvian fissure より前頭葉側に存在するのか、あるいは sylvian fissure 内または側頭葉側に存在するかで pterional keyhole の位置が決まるので、しっかり手術前に 3D-CT angiography で検討しておく必要がある。すなわち、keyhole clipping 術は tailored surgery である。なお、原則的に脳血管撮影は施行しないが、MRV にて脳静脈の状態を術前に把握している。

Fig. 3 に内頸動脈-後交通動脈瘤 (IC-PC aneurysm) に対する supraorbital keyhole clipping 術の術前 planning

3D-CT と手術写真, **Fig. 4** に術後 3D-CT および手術直後と 3 カ月後の患者の顔写真を提示する。また, **Fig. 5** には中大脳動脈瘤に対する pterional keyhole clipping 術の術前 planning 3D-CT と手術写真, **Fig. 6** に術後 3D-CT および手術後 1 日目と 3 カ月後の患者の顔写真を提示する。

結 果

13 例の supraorbital keyhole clipping 術, 27 例の pteri-

onal keyhole clipping 術, 4 例の supraorbital-pterional keyhole clipping が 46 個の脳動脈瘤に対して施行された。結果は complete neck clipping が 43 個 (93.5%), 穿通枝の温存のため clipping したもののやむなく neck remnant となったもの 2 個 (4.3%), blister-like aneurysm のため wrapping のみ施行されたもの 1 個 (2.2%) であった。なお, 手術中に破裂をきたした症例はなかった。Table 1 に手術合併症と 3 カ月後の modified Rankin Scale (mRS) を提示する。1 例で穿通枝損傷による lacunar infarction による片麻痺が残存した。1 例で lacunar infarction による一過性の軽度片麻痺 (RIND) を認めた。3 例で FBFN の障害によると思われる前頭筋の麻痺を認めたが, 術後 6 カ月目にはかなり改善している。この合併症は, 手術方法の部で説明したように, FBFN の安全域を設定してからはほとんど問題とならなくなった。術後 CT の異常所見として lacunar infarction を 3 例 (2 例は symptomatic, 1 例は non-symptomatic) で認めた以外に, 出血や脳挫傷といった手術操作による異常所見は認められなかった。結果的に術後 3 カ月目の mRS では前頭筋の麻痺が認めら

れた 3 例が grade 1, 片麻痺が残存した 1 例 (grade 3) 以外はすべて grade 0 であった。すなわち生活上問題となる神経症状の残存した例は 44 例中 1 例 (2.3%) であった。手術後の在院日数は, 麻痺を生じた 2 例と髄膜炎を合併した 1 例の 3 例を除く 39 例では 2~5 日であり, 平均 2.8 ± 0.99 日であった。なお, 退院後 1~2 カ月後に 3 例で慢性硬膜下血腫を認めたが, この合併症も SURGICEL® と fibrin glue による arachnoid plasty を完全に施行するようになってから発生していない。なお, keyhole clipping 術の術後に新たな抗てんかん剤投与の必要はなかった。

Table 2 に 44 例の keyhole clipping 術で作製された keyhole のサイズや形, 手術時間を提示する。Supraorbital keyhole の大きさは平均 29×21 mm と楕円形であるのに対して, pterional keyhole の大きさの平均は 25×22 mm と円形でやや小さいことがわかる。また, 手術時間は約 3 時間であるが, これは皮膚切開から硬膜の開放までに約 30 分, clipping 完了後から閉頭には約 1 時間を費やしており, keyhole surgery では美容上の問題からかなり閉頭に時間をかけていることがわかる。

Table 1 Surgical complications and outcome of 44 keyhole clipping surgeries

Complications	
Complete stroke	1
RIND	1
Frontalis muscle weakness	3
Meningitis	1
CSDH	3
modified Rankin Scale (mRS) at 3 month	
Grade 0	40
Grade 1	3
Grade 2	0
Grade 3	1
Grade 4	0
Grade 5	0
Grade 6	0
RIND; reversible ischemic neurological deficits, CSDH; chronic subdural hematoma	

考 察

Fig. 7 に同一患者に右 IC cave 未破裂脳動脈瘤 (carotid cave aneurysm) に対して Dolenc technique を用いた通常の開頭術による clipping を施行し, 左 IC-anterior choroidal artery 未破裂脳動脈瘤に対して supraorbital keyhole による clipping 術を施行した症例の 3D-CT bone image を提示する。

右側の開頭では頭蓋底外科の追加が必要だったため通常より大きく施行されたが, 両者の大きさの違いは一目瞭然であり, 安全性の問題は別として keyhole surgery が医師にも患者にも魅力的な手術方法と考えられるであろう。また, 問題なく手術が終了すれば在院日数も短く, 医療経済的にも魅力的な手術方法である。Eyebrow skin

Table 2 Size of keyholes and operation time

Type of keyhole (Number of operation)	Supraorbital keyhole (n=13)	Pterional keyhole (n=27)	Supraorbital-pterional keyhole (n=4)
Target aneurysm	IC aneurysms	MC aneurysms	A-com aneurysms
Size of keyhole			
minimum diameter (mm)	29 ± 3	25 ± 4	36 ± 3
maximum diameter (mm)	21 ± 3	22 ± 3	26 ± 4
Shape of keyhole	Oval	Round	Oval
Operation time (min)	178 ± 22	183 ± 32	221 ± 49

IC; internal carotid artery, MC; middle cerebral artery, A-com; anterior communicating artery

incision と supraorbital keyhole による手術方法は Perneczky らのグループによって開発され, suprasellar あるいは parasellar region の動脈瘤や腫瘍などの手術に応用されている¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾. この Perneczky 法は, superior temporal line より 1 cm 外側から supraorbital notch にかけての約 25 mm の minicraniotomy による手術であるが, 基本的には subfrontal approach である¹¹⁾. Transorbital keyhole や frontotemporal keyhole や mini-supraorbital approach といった他の keyhole technique も提唱されているが, これらは基本的には Perneczky 法の変法と考えられる⁵⁾⁶⁾¹⁷⁾. Perneczky らは, この方法で sylvian fissure を内側部から切開することによって内頸動脈瘤以外に後方循環の動脈瘤や中大脳動脈瘤まで clipping 可能であるとしている¹¹⁾. しかしながら, 外側に位置する中大脳動脈瘤に対しては subfrontal approach では十分に視野を得るには無理がある. そこでわれわれは, 中大脳動脈瘤に対しては新たに pterional keyhole を設定し, 外側から sylvian fissure を開放してアプローチするという従来どおりの方法で clipping を施行している⁸⁾. これら keyhole technique に共通する問題は, 手術には術者の豊富な経験を必要とするほか, keyhole 手術用の特別な micro-instruments を必要とすることであろう. なお, 著者は通常の開頭術による clipping 術を 700 例以上経験し, 術前検査から clipping 術の難易度がある程度把握できるようになってから, keyhole による clipping 術を開始した. また, この keyhole 手術の最大の欠点は, 通常の開頭術に対して病変部をいろいろな角度から観察できない (working angle が狭い) という点である⁶⁾. Perneczky らは, 神経内視鏡を用いることによってこの問題を克服しようとしているが, 狭い視野と狭い working space による手術の危険性が上がることは否定できない事実であろう^{11)~14)}. Perneczky らは, 未破裂脳動脈瘤のみならず破裂脳動脈瘤に対しても keyhole clipping 術を施行してい

るが, 本来 keyhole surgery が CSF を排出することによってできる頭蓋内のスペースを利用した手術であることを考えれば, CSF の循環が障害されて, かつ術中破裂の危険が高いと考えられるクモ膜下出血急性期には, keyhole clipping 術は避けるべきと考えている. われわれは, この keyhole 手術の危険性を認識しているため, 現在 keyhole clipping 術は 10 mm 以下の小さい未破裂動脈瘤のみに限定しているのである. また, 小さな内頸動脈瘤であっても前床突起の骨削除やテント切痕の切除が必要と考えられるような症例や posterior wall aneurysm など特別な処置が必要と考えられる場合は行わないようにしている.

Semicoronal skin incision, 側頭筋の剥離, frontotemporal craniotomy からなる standard な pterional craniotomy による開頭術では, 側頭筋萎縮による “anterior temporal hollow” による顔面側部の変形や, 骨片萎縮による前額部の陥没は美容上の問題となりえる¹⁰⁾. また, 側頭筋の障害は, 開口障害や咀嚼時の疼痛といった機能的障害の原因ともなりえる. こういった広範囲側頭筋剥離による側頭筋萎縮から生じる障害を防止するために, retrograde dissection 法, 側頭筋を fascia cuff に固定する方法, 側頭筋付の cortical bone slat を作製する方法などが考案されているが, どの方法も側頭筋萎縮を完全に抑制することは不可能であろう⁹⁾¹⁰⁾¹⁶⁾. 一方, Perneczky 法による supraorbital keyhole でも pterional keyhole でも, 側頭筋膜の切除は superior temporal line 最前部の 1 cm のみであり, 側頭筋の剥離も keyhole 部分に局限しているため, anterior temporal hollow はできることが少ない. われわれは, 特に pterional keyhole 法の場合は 1 枚の burr hole 用 mini-plate で seal しているが, その際に mini-plate に外側に少し張り出した曲面を持たせることによって, 側頭筋の限局的な萎縮による美容上の問題を予防している. 一方, これらの keyhole surgery の欠点は, FBFN の

Fig. 7 3D-CT bone image after right conventional frontotemporal craniotomy and left supraorbital keyhole mini-craniotomy.

損傷による前頭筋麻痺が、特に眼窩外側部に皮膚切開が伸びる pterional keyhole 法では問題となる。頬骨弓の下で FBFN はさらに anterior, middle, posterior ramus といった 3 本の終末枝に分枝する¹⁾³⁾⁴⁾¹⁵⁾¹⁸⁾。このうち anterior ramus は眼輪筋を、middle ramus は前頭筋を支配する。FBFN の走行には多くのバリエーションがあることと、FBFN と側頭筋の筋膜や fat pad との複雑な解剖学的位置関係が顔面側頭部における手術操作にて神経損傷をきたす原因となっている¹⁸⁾。Keyhole surgery では皮膚および側頭筋を後外側に向かって牽引するため、間接的な神経への障害のため手術後に弱い前頭筋の麻痺を認めることがあるが、神経の直接損傷がないかぎり一過性のものである。しかしながら、今回の手術経験では初期に持続する前頭筋麻痺を認めたため、われわれは FBFN の走行の可能性が少ない安全域を設定することによって、この問題を克服しつつある⁸⁾。この outer canthal skin incision の安全域領域は、眼窩内腫瘍の lateral approach による手術に使われる皮膚切開で、FBFN の損傷を避けるために頬骨弓上縁に沿っての皮膚切開が外眼角から 35～40 mm 以内にとどめるとのこととよく一致している²⁾⁷⁾。今後はさらに FBFN のバリエーションに対応すべく MR imaging による神経描出法による対応を模索している。

おわりに

現在、keyhole clipping 術を受けた患者の高次脳機能の長期的調査や創部の美容上の長期的結果や満足度に関する調査が進行中である。Keyhole surgery に適した micro-instrument の多くは、さらなる改良が必要である。特に一般の bipolar forceps では keyhole surgery では大きすぎるので、われわれは forceps の基部の幅が 8 mm のものを開発して使用しているが、さらなる改良が安全な手術を施行するためには必要である。このように keyhole 手術による clipping 術にはいろいろな問題が残存していることは事実ではあるが、症例によっては minimum invasive surgery となりえる keyhole clipping 術は、未破裂脳動脈瘤治療の 1 つの選択肢となりえるものと考えられる。

謝辞

SERGICEL® sheet と fibrin glue による arachnoid plasty は、東京警察病院脳神経外科部長 河野道宏先生より教えていただいた方法である。

文 献

- 1) Ammirati M, Spallone A, Ma J, Cheatham M, Becker D: An anatomical study of the temporal branch of the facial nerve. *Neurosurgery* 33: 1038-1044, 1993.
- 2) Arai H, Sato K, Katsuta T, Rhoton AL Jr: Lateral approach to intraorbital lesions: Anatomic and surgical considerations. *Neurosurgery* 39: 1157-1163, 1996.
- 3) Bernstein L, Nelson RH: Surgical anatomy of the extraparietal distribution of the facial nerve. *Arch Otolaryngol* 110: 177-183, 1984.
- 4) Coscarella E, Vishteh AG, Spetzler RF, Seoane E, Zabramski J: Subfascial and submuscular methods of temporal muscle dissection and their relationship to the frontal branch of the facial nerve. *J Neurosurg* 92: 877-880, 2000.
- 5) Czirjak S, Szeifert GT: Surgical experience with fronto-lateral keyhole craniotomy through a superciliary skin incision. *Neurosurgery* 48: 145-150, 2004.
- 6) Figueiredo EG, Deshmukh V, Nakaji P, Deshmukh P, Crusius MU, Crawford N, Spetzler RF, Preul MC: An anatomical evaluation of the mini-supraorbital approach and comparison with standard craniotomies. *Neurosurgery* 59: 212-220, 2006.
- 7) Maroon JC, Kennerdell JS: Lateral microsurgical approach to intraorbital tumors. *J Neurosurg* 44: 556-561, 1976.
- 8) Mori K, Osada H, Yamamoto T, Nakao Y, Maeda M: Pterional keyhole approach to middle cerebral artery aneurysms through outer canthal skin incision. *Minim Invas Neurosurg* 50: 195-201, 2007.
- 9) Oikawa S, Mizuno M, Muraoka S, Kobayashi S: Retrograde dissection of the temporalis muscle preventing muscle atrophy for pterional craniotomy. Technical note. *J Neurosurg* 84: 297-299, 1996.
- 10) Park J, Hamm IS: Cortical osteotomy technique for mobilizing the temporal muscle in pterional craniotomies. *J Neurosurg* 102: 174-178, 2005.
- 11) Perneczky A, Muller-Forell W, van Lindert E, Fries G: Current strategies in keyhole and endoscope-assisted microneurosurgery. in Perneczky A (ed): *Keyhole Concept in Neurosurgery*. Stuttgart, Thieme Medical Publishers, 1999, pp.37-51.
- 12) Perneczky A, Fries G: Endoscope-assisted brain surgery: Part 1—Evolution, basic concept, and current technique. *Neurosurgery* 42: 219-225, 1998.
- 13) Reisch R, Perneczky A, Filippi R: Surgical technique of the supraorbital key-hole craniotomy. *Surg Neurol* 59: 223-227, 2003.
- 14) Reisch R, Perneczky A: Ten-year experience with the supraorbital subfrontal approach through eyebrow skin incision. *Neurosurgery* 54: 242-255, 2005.
- 15) Salas E, Ziyal IM, Bejjani GK, Sekhar LN: Anatomy of the frontotemporal branch of the facial nerve and indications for interfascial dissection. *Neurosurgery* 43: 563-569, 1998.
- 16) Spetzler RF, Lee KS: Reconstruction of the temporalis muscle for the pterional craniotomy. Technical note. *J Neurosurg* 73: 636-637, 1990.
- 17) Steiger HJ, Schmid-Elsaesser R, Stummer W, Uhl E: Transorbital keyhole approach to anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery* 48: 347-352, 2001.
- 18) Yaşargil MG, Reichman MV, Kubik S: Preservation of the frontotemporal branch of the facial nerve using the interfascial

cial temporalis flap for pterional craniotomy. *J Neurosurg*

67 : 463-466, 1987.

要 旨

Keyhole clipping 術 (Supraorbital keyhole と Pterional keyhole)

森 健太郎

通常の開頭術に対して, eyebrow skin incision と supraorbital keyhole による keyhole surgery で, 脳動脈瘤を含む病変の外科的治療を行うことが提唱されている (Pernecky 法). われわれの施設では, 未破裂内頸動脈瘤と前交通動脈瘤の一部に, この Pernecky 法による clipping 術を施行している. 中大脳動脈瘤に対しては, outer canthal skin incision と pterional keyhole による clipping 術を開発し施行している. 42 名の患者に 44 の keyhole clipping 術 (46 個の未破裂脳動脈瘤) を施行した. 無剃髪, 無ドレーン, 無抗てんかん剤で手術は施行された. 1 例で lacunar infarction で片麻痺を生じた以外は, ほとんどの患者が術後 2 日か 3 日で退院している (平均 2.8 ± 0.99 日). Keyhole clipping 術は, 前方循環の未破裂脳動脈瘤で比較的小さなものに対して, 治療法の一つの選択肢となりえると考えられる.

脳外誌 16 : 944-953, 2007