症例報告

Extradural temporopolar approach による脳底・内頸動脈瘤手術

茂野 卓 厚地 正道 田中 純一 石井 一彦
小堀 聡司 高橋 麻由 吉河 学史 望月 俊宏

Extradural Temporopolar Approach for Basilar and Internal Carotid Aneurysms

by

Taku Shigeno, M.D., Masamichi Atsuchi, M.D., Jun-ichi Tanaka, M.D., Kazuhiko Ishii, M.D.,
Satoshi Kobanawa, M.D., Mayu Takahashi, M.D., Gakushi Yoshikawa, M.D.,
and Toshihiro Mochizuki, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Kanto Rosai Hospital

A key principle for safe and reliable surgery is to provide ample working space as if operating in a shallow basin. Even for deep seated aneurysms located in a previously thought difficult positions, safe surgery is possible by carefully looking at all of the structures around the aneurysm. For this purpose, use of the skull base technique is essential. We present surgery of either high-positioned or large basilar top aneurysms, employing the so-called extradural temporopolar approach. By freeing the C2-C3 portion of the internal carotid artery, basically via the extracavernous route, full mobilization of the internal carotid artery was obtained. The aneurysm neck was approached easily; either medial or lateral to the carotid artery. Because the posterior communicating artery was located very distal in this approach, severance of the artery was not necessary. Following a step-by-step strategy, this technique can be performed by surgeons without advanced neurosurgical skills. This extradural temporopolar approach was also useful for an internal carotid aneurysm at the carotid ring. By contrast, in a case of a basilar artery-superior cerebellar artery aneurysm operated via conventional pterional approach, manipulation through the narrow space between the internal carotid artery and oculomotor nerve caused a tear in the internal carotid artery due to direct retraction. The extradural temporopolar approach if employed in this case would not have caused such disaster. Details of these cases are discussed.

(Received October 12, 1998; accepted May 13, 1999)

Key words : cerebral aneurysm, skull base, surgery

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 9 : 92-100, 2000

はじめに

脳底動脈先端部動脈瘤あるいは頸動脈輪近傍内頸動脈瘤の手術は、内頸動脈を長い距離にわたって露出し、その可動性を高めることが重要である。硬膜外からの海綿静脈洞への接近はすでに Dolenc らの仕事をはじめとして、今では脳神経外科日常の手術手技として一般化して

きた^{3)~7)}。Day ら²⁾が extradural temporopolar approach (ETA 法) として記述した頭蓋底硬膜外・海綿静脈洞外壁からの接近は、基本的にこれら先達らの仕事の延長上にあり、内頸動脈近傍に十分な作業空間を確保し、その可動性を得ることで有用である。脳底および内頸動脈瘤に対して本法を採用したもの、あるいは採用せず手術合併症を起こしたものを呈示し、本法の利点を

関東労災病院脳神経外科／〒211-0021 川崎市中原区木月住吉町 2035 (連絡先：茂野 卓)

Address reprint requests to: Taku Shigeno, M.D., Department of Neurosurgery, Kanto Rosai Hospital, 2035 Sumiyoshi-cho, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-0021, Japan

Fig. 1 Case 1: A ruptured basilar top aneurysm

- A, B:** The height of the aneurysm neck measured from the line between the anterior and posterior clinoid was 9.5 mm.
- C, D:** After clipping via the right extradural temporopolar approach. Thalamo-perforating arteries behind the neck were preserved.
- E, F:** The right internal carotid artery bent very laterally. By freeing the C2-C3 portion, ample space could be obtained either medial or lateral to the internal carotid artery.

学びたい。

症 例

1995年8月～1999年11月まで関東労災病院で単一の術者（茂野）が行った脳動脈瘤クリッピングは153例であった。そのうち orbitozygomatic approach, 前床あるいは後床突起切除, 後頭蓋窩後頭顆切除等の頭蓋底手術を採用したものは計34例（22%）であった。ETA法を積極的に行うようになったのは1997年からで、動脈瘤手術に用いたのは脳底動脈瘤14例、内頸動脈瘤12例であった。

【症例 1】

患者：クモ膜下出血当日にクリッピングを行った73歳、男性

Hunt & Kosnik grade 3の破裂脳底動脈先端部動脈瘤である。動脈瘤のサイズは小さかったものの、その頸部は前床後床突起を結んだ線より9.5mmと高かった（Fig. 1）。また内頸動脈C1～C2部は著しく外側に倒れ

ており、通常の pterional approach では内頸動脈外側にはまったく作業空間を確保できないと思われた。そこで右 orbitozygomatic approach⁸⁾に続いて、ETA法を行った（Fig. 2）。硬膜外に上眼窩裂を開放、前床突起を切除、optic strutを完全に除去する。側頭葉先端部硬膜と海綿静脈洞外膜の間を二層に鋭的に切離を進め、上眼窩裂三叉神経第1枝および正円孔三叉神経第2枝を側頭葉先端部硬膜より剥離、さらに内頸動脈輪を完全に解放した。この結果、内頸動脈C2～C3部が基本的に extracavernous に露出され、十分長い距離と可動性が確保された。硬膜外から側頭葉先端部を圧排、内頸動脈周囲に広い作業空間を得た。内頸動脈は容易に外側にも内側にも移動でき、脳底動脈先端部はどちらからも視野に納めることができた。後交通動脈はこのアプローチでは非常に末梢側にあり、術野の妨げにはならなかった。後大脳動脈P1より動脈瘤後壁をまわる穿通枝を十分視野に納め、動脈瘤のサイズに適した短いクリップを挿入しクリップした。

Fig. 2 Operative view and schematic drawing of Case 1 via extradural temporopolar approach

- A :** Exposure of C2-C3 portion of the right internal carotid artery after removal of the anterior clinoid process. The temporal tip was retracted posteriorly over the dura by preserving the sylvian veins. Even though the internal carotid artery bent very laterally *in situ*, ample space could be obtained lateral to the artery.
- B :** By mobilizing the internal carotid artery medially, more space could be obtained to expose such a high-positioned basilar top aneurysm. The posterior communicating artery was located very distal in the surgical field.
- C :** Mobilization of the internal carotid artery more laterally. Aneurysm was exposed. The perforating arteries opposite to the aneurysm were seen.
- D :** Thanks to the increased working space, it was possible to insert two short clips.

Fig. 3 Case 2: An unruptured large basilar top aneurysm

- A, B: Basilar top aneurysm with perforating arteries behind the aneurysm
 C, D: Post-clipping. All perforating arteries were preserved.
 E, F: The straight upward course of the C1 portion of the internal carotid artery provided enough working space between the internal carotid artery and the oculomotor nerve.

Fig. 4 Operative view of Case 2 via the extradural temporopolar approach

- A: Exposure and mobilization of the internal carotid artery. Entire structure of the aneurysm was seen.
 B: Post-clipping of the aneurysm. The tiny posterior communicating artery was preserved within the ring of the fenestrated clip. Note that there is enough working space on both sides of the internal carotid artery.

【症例 2】

患者: 多発性嚢胞腎による腎不全で透析中の 49 歳男性

核磁気共鳴画像によるスクリーニングで未破裂径 1 cm 脳底動脈先端部動脈瘤が発見された (Fig. 3)。右内頸動脈 C1~C2 部の走行はほぼ中立位で動脈瘤は内頸動

脈の内外側いずれからも確認できると思われたが、手術に際してはサイズが大きいため、十分な作業空間を確保すべきと考えた。血管内手術を試みたが動脈瘤頸部が大きいため成功せず、直達手術を選択した。本例も ETA 法を採用し、内頸動脈の内側からもまた外側からも脳底動脈先端部が露出できた (Fig. 4)。対側後大脳動脈 P 1

Fig. 5 Case 3: An unruptured left basilar artery - superior cerebellar artery aneurysm

- A, B:** Preoperative angiography. The ruptured left middle cerebral aneurysm had been clipped one month before the present surgery.
C, D: Post-clipping
E, F: Preoperative angiography of the ruptured middle cerebral aneurysm. Although the internal carotid artery was slightly bent laterally, it was thought that working space could be obtained lateral to the internal carotid artery.

部からの穿通枝も内頸動脈を外側に圧排することによりすべて確認された。内頸動脈と動眼神経の間で、後交通動脈を有窓クリップ内に入れて、動脈瘤頸部をクリップした。術後軽度動眼神経麻痺を呈したが完治した。

【症例 3】

患者：46歳，女性

クモ膜下出血 Hunt & Kosnik grade 4 で出血直後に来院し，径 15mm の破裂左中大脳動脈瘤クリッピングを行った (Fig. 5)。同側に未破裂脳底動脈・上小脳動脈分岐部動脈瘤があったが，術中脳腫脹が著しく，中大脳動脈瘤のクリップを短時間に終わることを目的とし，脳底動脈への接近は行わなかった。骨片を除去，術後3週にはまったく神経学的脱落症候を残さず回復した。手術1カ月後に，未破裂脳底動脈・上小脳動脈分岐部動脈瘤の手術および頭蓋形成を目的として，前回手術側でpterional approachを行った (Fig. 6)。内頸動脈C1～C2部はやや外側に倒れていたが，動脈瘤は小さくその位置もほぼ後床突起のレベルであったためpterional

approach で十分と考えた。しかし，血管撮影では見えなかった穿通枝が上小脳動脈から動脈瘤の壁に張り付いて存在し，この剝離操作に時間を要した。この際，動眼神経と内頸動脈の間は狭かったため，内頸動脈そのものに脳ベラをかけた。動脈瘤クリップの際はこのヘラが妨げとなったため，ヘラを取りクリップを挿入した際，クリップ柄が内頸動脈壁をこするような形になり，ヘラ圧排でやや脆弱化したと思われる動脈壁が裂けてしまった。この断裂部は筋肉片およびモスリンガーゼで動脈周囲をくるみ，クリップで締め付けたことにより閉鎖できた。術中動脈遠位部の拍動を十分確認して手術を終えた。しかし手術直後の血管撮影で内頸動脈が閉塞していたため，ただちに再開頭，クリップを解除した (Fig. 7)。おそらく閉頭後，大腦が前頭蓋底に戻った際クリップが前に倒れ，内頸動脈をより締め付けるようになったと思われる。脳梗塞を起こし右片麻痺を生じたが，意識清明となった。しかし1カ月後，突然梗塞巣から出血し死の転帰をとった。

Fig. 6 Operative view of Case 3

- A :** Exposure of the left internal carotid artery via standard pterional approach. The working space was limited between the internal carotid artery and the oculomotor nerve.
- B :** Although the aneurysm was exposed, a tiny perforator from the superior cerebellar artery was tightly attached to the aneurysm.
- C :** After clipping of the aneurysm with preservation of the perforator. However, the internal carotid artery was torn just after insertion of the clip.
- D :** The torn wall of the internal carotid artery was wrapped. Although the internal carotid artery appeared to be patent, postoperative angiography showed obstruction.

A/C
B/D

Fig. 7 Case 3: Post-clipping of the basilar artery-superior cerebellar artery aneurysm

- A :** Obstruction of the internal carotid artery after wrapping of the torn site with a muscle piece and clip
- B :** Intraoperative angiography immediately after release of the clip
- C :** CT scan at the time of admission after rupture of the left middle cerebral artery aneurysm
- D :** CT scan after clipping of the basilar artery-superior cerebellar artery aneurysm. Although the obstruction of the internal carotid artery was released, cerebral infarction occurred.

Fig. 8 Case 4: A right unruptured internal carotid artery aneurysm

- A : An aneurysm protruding dorsomedially at the C2 portion
 B : Post-clipping
 C : A similar, but intracavernous internal carotid artery aneurysm in the opposite side
 D : The aneurysm was embolized by intravascular surgery prior to direct clipping of the right internal carotid artery aneurysm.
 E, F : The basilar top was dilated. Operative finding disclosed diffuse sclerotic dilatation.

Fig. 9 Operative view of Case 4

- A : Exposure of C2-C3 portion of the right internal carotid artery after extradural removal of the anterior clinoid process and the opening of the dural ring. The aneurysm was protruded to the optic nerve.
 B : Post-clipping

【症例 4】

患者：59 歳，女性

尾状核出血精査で両側未破裂内頸動脈瘤が見つかった (Fig. 8)。左側は海綿静脈洞内にあり，血管内手術により閉塞した。右側は内頸動脈輪部で硬膜内へ内上方へ突

出した内頸動脈前壁動脈瘤で，動脈瘤頸部が大きいため血管内手術が成功しなかった。ETA 法により内頸動脈を十分な距離確保してクリップした (Fig. 9)。脳底動脈先端部も拡張していたが，術中所見では後大脳動脈，上小脳動脈起始部および穿通枝を含んだ壁の厚い拡張であ

り、動脈瘤を形成していなかったため、なんら処置を施さなかった。

考 察

頭蓋底手術の発達には、脳の圧排を最小限にして最大の術野を確保できる利点を明らかにしてきた。脳動脈瘤手術においても、十分な作業空間の確保は術者にストレスの少ない環境を提供する。脳底動脈瘤の場合は穿通枝の温存が最重要であり、その確認、剝離、クリッピングのためには術中縦横に視野を展開できることが求められる。非常に狭い視野で、長いブレードをもつクリップの先端だけを差し込んでクリップすることは避けたい。

Day ら¹⁾²⁾の命名になる ETA 法は、海綿静脈洞部の内頸動脈をフリーにし、内頸動脈を長い距離にわたって露出することにより内頸動脈の可動性を得、その内外側に広い空間を確保できる。もとより Day らも述べているごとく、ETA 法は Dolenc ら^{3)~7)}の先駆者としての業績以来、これまでの諸家のアプローチの集成であり、多かれ少なかれ多くの術者が行ってきたことではある。硬膜外から sylvian veins を含めて側頭葉先端を後方に引くことにより、sylvian veins の温存と、pterional approach から subtemporal approach に近い広角の視野が得られる。このことは動脈瘤の後壁に張り付いている穿通枝を剝離するうえで非常に有利となる。側頭葉先端硬膜と海綿静脈洞外壁の剝離は原則として extracavernous の操作であり、大きく海綿静脈洞を解放させる必要はない。わずかに解放された場合は少量のジェルフォームを海綿静脈洞内に詰め込むことなく、上から当てれば十分である。内頸動脈を最大限長く C4 まで露出したい場合は、三叉神経第 1 枝及び 2 枝を gas-serian ganglion 近くまで硬膜外に剝離すればよい。この場合は海綿静脈洞からの出血は多くなるが、同様に処理できる。ただ通常はここまでする必要はない。

Matsuyama ら⁷⁾の内頸動脈の可動性を得ることを強調した報告によると、C3 まで露出することによりさらに平均 17mm 伸長、その可動性は内外側に 3~11mm から 6~21mm に増したという。脳血管撮影上の厳密な計測でその可動性を予測することは重要であるが、実際の手術時の環境では前床突起の発達程度、脳底動脈先端部の高さ、内頸動脈の倒れ具合、A1 および M1 の分岐部の高さ、走行、動眼神経の位置等、さまざまに影響を受ける。それらに応じて骨切削あるいは硬膜海綿静脈洞外壁間の剝離の範囲も臨機応変に十分行うことが重要である。すなわち、たとえ通常の pterional approach

で十分と考え手術を開始しても、いつでも ETA 法を含めた頭蓋底アプローチに切り替えられる準備が望まれる。

Tanaka ら⁹⁾は脳底動脈瘤に対する pterional route における進入路を詳細に分析した。動脈瘤の大きさ、高さによりクリップブレードの長さとクリップ進入方向が内頸動脈内側あるいは外側からの接近でさまざまに制約を受ける。後床突起より低位のものには subtemporal approach を、その他のものは pterional approach を用いた報告である。pterional approach は内頸動脈が外側に倒れているものに対しては視神経と内頸動脈の間から入り、その他のものに対しては内頸動脈の外側から後交通動脈の内側から入る medial retrocarotid approach とその外側から入る lateral retrocarotid approach をとっている。また後交通動脈もしばしば切離している。この論文を読むと、術者は臨機応変に前あるいは後床突起を切削し、極力術野の展開を図っていることがうかがい知れる。ETA 法はこれらのすべてのルートが展開できるもので、動脈瘤を全周にわたって観察するに適した方法である。

症例 1 は高位の脳底動脈瘤で orbitozygomatic approach を用いて低い位置から脳底動脈先端部を見上げて、動脈瘤頸部の操作は困難が予想された。また内頸動脈 C1~C2 部が外側に倒れているため、pterional approach では内頸動脈外側の空間はほとんど確保できないと思われた。すなわち内頸動脈を長く露出してその可動性を高めることがぜひとも必要となる。ETA 法によりこれらの問題が解決され、両側後大脳動脈 P1 部よりの穿通枝も十分視野に納めることができた。

症例 2 は大きな脳底動脈瘤で、穿通枝、特に対側後大脳動脈 P1 からのものの確認が大切である。subtemporal approach ではこの対側穿通枝の確認が特に大きい動脈瘤では困難である。同じく ETA 法の利点である。

症例 3 は穿通枝の問題はなく、容易にクリップできるであろうとの予測のもと、通常の pterional approach を採用した。本例は術中 ETA 法に切り替えるべきであった。しかしクリップが何とか入ってしまった後に内頸動脈損傷が生じたため、時すでに遅きに失した症例である。

症例 4 は眼動脈分岐部で内上方に突出した動脈瘤で、内頸動脈近位部の確保が必要であった。硬膜内からの前床突起切除は動脈瘤が妨げとなるため、ETA 法に利点があった。

動脈瘤手術においては術中の突発事に対し余裕をもって当たることが大事である。そのためには頭蓋底手術を

応用して広く浅い空間を確保することが望ましい。クリップ鉗子を十分に挿入し、動脈瘤のサイズに合ったクリップを用いることができる。pterional approach ではしばしば後交通動脈切離の可否が論じられ、subtemporal approach では対側穿通枝の温存をいかに工夫するかが論じられる。ETA 法では後交通動脈は術野の妨げにならず、対側穿通枝も内頸動脈の内側から見渡せる。また内頸動脈のさらなる可動性を得るためには眼動脈の切離も考慮に入れてよいと思われる。術者は限られた進入方向で名人芸を駆使してクリップするよりも、いずれの方向からも術野を展開できる multidirectional approach を心がける方がよい。術野の作業空間を得るため臨機応変に対応し、必要ならいつでも ETA 法に移行できる準備が大切である。ETA 法というとりあえず便利な命名を用いているが、この名前の通りに決まりきった方法というものは存在せず、先人の集大成として自ら必要にして十分な視野の展開ができれば、それが患者個々に適した ETA 法であるといえるだろう。脳底動脈先端部動脈瘤に対しては、動脈瘤の位置が高い、大きい、内頸動脈 C1~C2 が短い、内頸動脈が外側に倒れている、後交通動脈が発達している、対側 P1 からの穿通枝が発達している、動脈硬化が強い等の、少しでも作業空間を広くしたい場合は ETA 法を選択した方がよい。基本は広く浅い洗面器ともいうべき術野を得、術中いかなる突発事態

にも対処できる用意が、脳動脈瘤手術の肝要である。

文 献

- 1) Day JD, Fukushima T, Giannotta SL: Cranial base approaches to posterior circulation aneurysms. *J Neurosurg* 87: 544-554, 1997.
- 2) Day JD, Giannotta SL, Fukushima T: Extradural temporopolar approach to lesions of the upper basilar artery and infrachiasmatic region. *J Neurosurg* 81: 230-235, 1994.
- 3) Dolenc V: Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 58: 824-831, 1983.
- 4) Dolenc VV: A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg* 62: 667-672, 1985.
- 5) Dolenc VV, Škrap M, Sušteršič J, Škrbec M, Morina A: A transcavernous-transsellar approach to the basilar tip aneurysms. *Br J Neurosurg* 1: 251-259, 1987.
- 6) Dolenc VV: *Anatomy and surgery of the cavernous sinus*. Wien, New York, Springer-Verlag, 1989.
- 7) Matsuyama T, Shimomura T, Okumura Y, Sakaki T: Mobilization of the internal carotid artery for basilar artery aneurysm surgery: Technical note. *J Neurosurg* 86: 294-296, 1997.
- 8) Shigeno T, Tanaka J, Atsuchi M: Orbitozygomatic approach by transposition of temporalis muscle and one-piece osteotomy. *Surg Neurol* 52: 81-83, 1999.
- 9) Tanaka Y, Kobayashi S, Sugita K, Gibo H, Kyoshima K, Nagasaki T: Characteristics of pterional routes to basilar bifurcation aneurysms. *Neurosurgery* 36: 533-540, 1995.

要 旨

Extradural temporopolar approach による脳底・内頸動脈瘤手術

茂野 卓 厚地 正道 田中 純一 石井 一彦
小堀 聡司 高橋 麻由 吉河 学史 望月 俊宏

脳底動脈先端部動脈瘤あるいは頸動脈輪近傍内頸動脈瘤の手術は、内頸動脈を長い距離にわたって露出し、その可動性を高めることが重要である。硬膜外側頭葉先端経由法 (extradural temporopolar approach; ETA 法) はこの目的に適している。側頭葉先端部硬膜と海綿静脈洞外壁の間を剥離し側頭葉を硬膜外から後方に引くことにより、硬膜外かつ海綿静脈洞外から内頸動脈を C4 部近くまで露出でき可動性を得ることができる。高位あるいは大きな脳底動脈先端部動脈瘤および内頸動脈輪近傍動脈瘤に対して本法を用い、内頸動脈の両側に広く浅い作業空間を確保でき、容易にクリップできた。これに対し脳底動脈・上小脳動脈分岐部動脈瘤に対して、通常の pterional approach で十分と考え手術した。しかし内頸動脈と動眼神経の間にわずかな空間しか得られず、内頸動脈を直接牽引したところ断裂が生じた。断裂部を被覆し動脈瘤をクリップしたが、内頸動脈狭窄をきたした。再開頭し被覆圧迫部をゆるめ狭窄を解除したが、脳梗塞を生じた。ETA 法を用いていたら、十分な作業空間で容易にクリップできたと思われた。脳動脈瘤クリッピングの肝要は、あたかも浅い洗面器の底のような空間で、血管構築をすべて見渡せる術野を得ることに尽きる。狭く深い空間で名人芸を要するクリッピングは避けた。step by step surgery で確実にクリッピングできる方策が必要とされる。