内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤に対する手術手技の工夫 —Dolenc's 硬膜外・内操作法と頸部内頸動脈経由瘤内血液吸引法との併用—

前田 稔, 森 健太郎, 石丸 純夫, 田島 厚志

Direct Clipping of the IC-dural Ring Giant Aneurysms: Dolenc's Combined Epi- and Subdural Approach with Aspiration of Intraaneurysmal Blood Via Catheter Placed in the Cervical IC

Minoru MAEDA, M.D., Kentaro MORI, M.D., Sumio ISHIMARU, M.D., and
Atushi TAJIMA, M.D.

*Department of Neurosurgery, Juntendo University Izunagaoka Hospital, Shizuoka,
Japan*

Summary: Direct clipping of giant aneurysms of the internal carotid (IC)-juxta dural ring region is considered very difficult. Several methods are currently available for the treatment of giant aneurysms. We describe our experience with the Dolenc' pterional combined epidural and subdural approach and emphasize the technique of temporary trapping of the aneurysms followed by aspiration and collapse, and subsequent clipping. Eight patients presented with 5 giant (>25 mm in diameter) and 3 large (15 mm to 25 mm in diameter) aneurysms of the IC artery in the juxta dural ring region during a 4-year period, manifesting as subarachnoid hemorrhage (SAH) in 5 patients, mass effects (visual disturbance, oculomotor paralysis) in 2 patients, and 1 incidental finding. Preoperative collateral circulation and tolerance to ischemia were studied in 3 patients by the Allcock and balloon Matas tests.

The IC artery in the neck was exposed and catheterized for temporary occlusion during collapse, dissection and clipping of the aneurysm. Standard pterional craniotomy was performed. The posterior orbital roof together with the sphenoid wing, and the dorsal wall of the optic canal and the anterior clinoid process were removed through the epidural approach. Complete opening of the dural ring, and exposure of the surgical genu and axilla of the IC artery were achieved through the subdural approach. Intraaneurysmal blood was aspirated through a catheter placed in the cervical IC artery during trapping of the aneurysm, resulting in collapse of the giant aneurysm and easy dissection of the aneurysm from the surrounding structures. Clipping was then relatively easy with the use of tandem Sugita's fenestrated angled clips. Intraoperative angiography was then performed to confirm aneurysm occlusion.

Postoperative carotid angiography revealed that all 8 aneurysms were completely obliterated by the clip. Transient CSF leakage due to opening of the ethmoid sinus occurred in 1 patient. One patient

Key words:

- IC-dural ring aneurysm
- giant aneurysm
- Dolenc' combined epi- and subdural approach
- intraaneurysmal blood aspiration
- aneurysm decompression

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 25: 463-471, 1997

died of severe delayed cerebral vasospasm. The other 7 patients returned to their preoperative occupations without neurological deficits. The Dolenc' pterional combined epidural and subdural approach is the procedure of choice for IC-juxta dural ring giant aneurysms.

はじめに

内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤は、前床突起、視神経、内頸動脈、海綿静脈洞などの解剖学的関係²¹⁾から、最も外科的治療の困難な動脈瘤の1つに数えられている。この巨大動脈瘤に対する直接クリッピングに際しては(i)前床突起の削除法、(ii)視神経損傷、(iii)脳虚血合併症、(iv)クリッピングによる内頸動脈整復、(v)クリップのslip outなどの問題点があげられる¹³⁾。

我々はDolenc'の硬膜外・内操作法に頸部内頸動脈経由瘤内血液吸引法の併用を考え、上記問題点の克服に努めてきた。ここでは、手術手技の工夫と問題点の対処方法を症例を呈示しながら述べる。

対 象

1993年1月より1996年12月までの4年間の間に当科に入院し、クリッピング術を行った脳動脈瘤282症例のうち、内頸動脈硬膜輪近傍巨大(大)動脈瘤8症例を対象とした(**Table 1**)。年齢は43～70歳(平均59.2歳)で、女性6例、男性2例である。Giant aneurysm(25 mm in diameter以上)5例、Large aneurysm(15～25 mm in diameter)3例で、硬膜輪近傍4例、IC-Pcom 4例である。5例がクモ膜下出血で発症し、2例は未破裂症候性動脈瘤で、1例はincidentalである。Fig. 1に各症例の脳血管撮影像を示す。

手術手技

(i)開頭術に先立ち頸部内頸動脈の確保を行う。頸部総頸動脈、内頸動脈、外頸動脈を露出し、テープを通しておき、後ほど行うtrappingの準備をしておく。内頸動脈に18Gサーフロー針を挿入し留置し固定する。サーフロー針は加圧バッグを用い絶えずヘパリン加生食で洗浄する。海綿静脈洞からの出血を少なくするため、頸部を心臓より約25～30°挙上し、頭部を対側に約35°回転、固定する。(ii)通常の前頭側頭開頭をしたのちに、硬膜外操作にて、蝶形骨小翼に沿って、前頭蓋底、中頭蓋底の硬膜を骨より剥離する。前頭蓋底側硬膜と中頭蓋底側硬膜が深部では癒合し上眼窩裂へと続いている。(iii)上眼窩裂の前方の眼窩上壁のunroofingと蝶形骨の削除を10万回転ダイヤモンドドリルで行う。(iv)orbital unroofingを後方に視神経管の方向に延長し、視神経管を開放する。この際skull base micro-punch(刃幅2 mm, Marui Medical Instruments CO. LTD.)を使用すると視神経管の開放がdura propriaを傷つけることなく、またドリルによる熱の心配もなく容易に施行しえる。視神経管の開放時、内側部を削り過ぎると篩骨洞が開放され、感染、髄液漏などの合併症をきたしうるので注意が必要である。(v)前床突起を完全に切除する。この操作にはダイヤモンドドリルを装着したコマンド5万回転(連続可変)電気ドリルがsizeも小さく操作がやりやすい。前床突起の先端は鋭利で後外方に向かって曲がっており、剥

Table 1 Clinical summary of 8 cases with IC-giant aneurysm

Case	Age	Sex	Locations	Symptoms	Outcome
1	70	M	Lt-IC・juxta dural ring	SAH	good
2	43	F	Lt-IC・juxta dural ring	Lt-retroorbital pain Lt-visual disturbance	good
3	61	F	Rt-IC・PC	SAH	dead (severe delayed cerebral vasospasm)
4	65	F	Rt-IC・PC	Lt-oculomotor palsy	good
5	70	F	Rt-IC・PC	SAH	good
6	59	F	Rt-IC・juxta dural ring (ruptured) Rt-MC	SAH	good
7	54	F	Rt-IC・PC	TIA (Lt-hemiparesis)	good
8	52	M	Lt-IC・juxta dural ring	SAH	good

Lt: left, Rt: right, IC: internal carotid artery, PC: posterior communicating artery.

Fig. 1 Carotid angiograms of 8 cases.

離子で硬膜より丁寧に十分に剥離し、前述の skull base micropunch で切除する。前・後床突起の状態、篩骨洞の発育状態、ことに前床突起内まで延びているかどうかなどは thin slice bone CT, 3D・CT で術前に把握しておく。前床突起と optic strut(carotid groove, 上眼窩裂と視神経管の隔壁)を完全に切除すると Dolenc' の anteromedial triangle が露出される。ここまでは硬膜外操作で行う。(vi) 上眼窩裂の外側端から硬膜切開を加え、上眼窩裂の内側方向、内頸動脈、視神経の entry point の方向に硬膜切開を進める。(vii) 硬膜内操作に移り、内頸動脈を分岐部より近位側に向かって剥離を進め眼動脈起始部を露出、内頸動脈硬膜輪(dural ring)を内頸動脈の外側縁に沿って切断し、さらに dural ring の内側を切離する。IC の C_3 segment, surgical genu, axilla が露出される¹⁷⁾。(viii) ラボナールとマニトールを投与しながら(最近の4例では mild hypothermia 下に)、頸部総頸動脈、外頸動脈、頭蓋内内頸動脈 C_2 (または C_1)遠位部、P-com に一時血流遮断クリップをおき、(眼動脈、前脈絡叢動脈は遮断しない)頸部内頸動脈にあらかじめ挿入しておいたカテーテルより巨大動脈瘤内血液をゆっくり持続吸引する(眼動脈からの血液逆流により、常に

少量の血液は吸引し続けるのが重要)。(ix) 動脈瘤が縮小虚脱したところで、視神経を dura propria とともに内側に圧排し動脈瘤から剥離する。さらに海綿静脈洞後壁、動眼神経、各穿通枝との剥離を進める。(x) 前記 viii, ix の操作を間歇的(7分間の動脈瘤のトラッピング、瘤内血液吸引と5分間の解除)に繰り返し、動脈瘤を周囲組織から十分に剥離する。各吸引終了後はヘパリン加生食水の注入を行い血栓を予防する。動脈瘤が縮小虚脱したところで直角有窓クリップを用い、新たに IC を作るように multiple clipping を行う。(xi) クリッピング後は頸部内頸動脈に留置した同一のカテーテルを用い、術中脳血管撮影を行い、クリッピングの完全性、IC の狭窄の有無を確認する。

手術成績

1例は術後経過良好であったが強度の遅発性脳血管攣縮をきたし死亡。他の7例は神経脱落症状を残さず社会復帰している。術後、新たな視力・視野障害をきたした例や、クリップの slip out した例はみない。

Fig. 2 Pre- (A) and post- (B) operative carotid angiograms of Case 2.

症 例

<症例 2> 左内頸動脈硬膜輪傍巨大動脈瘤。

症例は43歳、女性。左眼球後部痛、左視野・視力障害を主訴として眼科、神経内科受診。CTにて suprasellar region に round mass を認めたため、当科に転科入院となった。入院時神経学的には左眼上外側部の視野欠損と左眼の異物感を認めたが他には異常はなかった。

CT スキャン：単純CTで鞍上部槽の大部分を占める脳実質よりやや高吸収域を示す丸い病巣が認められ造影剤増強法によって均一に、著明に増強された。

MRI 画像：T₁ および T₂ 強調画像で鞍上部槽のやや左側より low signal intensity (flow void) を認めた。

脳血管撮影：セルジンガー法による左内頸動脈撮影前後像 (Fig. 2A) にて IC の C₃ portion から C₂ portion にかけて比較的広い neck を有する円形の巨大動脈瘤 (29 × 25 × 23 mm) を認めた。balloon Matas test を10分間施行したが意識障害、運動障害、失語症などの症状は出現せず ABR の反応時間の延長も観察されなかった。

手術と術後経過：前記手術手技の項で述べたごとく、手術を進め、海綿静脈洞の Dolenc' の anteromedial triangle を露出したのち、硬膜内操作に移り、内頸動脈を分岐部から近位側に剥離を進めると動脈瘤が視野の全面に現れた。眼動脈を剥離露出したのち dural ring を全周にわたって切離すると dural ring、海綿静脈洞後壁に動脈瘤頸部の近位側が接しているのが観察された (Fig. 3A)。ラボナール、マ

ニットール投与下に頸部総頸動脈、外頸動脈、P-com、IC の C₁ portion の順に temporary clip をおき内頸動脈に挿入したカテーテルより動脈瘤内血液を吸引すると、巨大動脈瘤は虚脱・縮小した (Fig. 3B)。縮小したところで視神経、視交叉部、海綿静脈洞壁などの周囲組織との癒着を十分に剥離、さらに、IC の surgical axilla、surgical genu 部を十分に露出、瘤内血液吸引により動脈瘤壁の一部をなしていた内頸動脈が自然と形成されるので、第一のクリップは Sugita の左側に屈曲した有窓クリップにて、ブレードの先端が surgical axilla まで達し、neck の proximal 部を十分に閉鎖するようにクリッピングを行った。ついで第2、第3の有窓直角クリップにて内頸動脈を形成するようにクリッピングを行った (Fig. 3C)。頸部内頸動脈に留置したカテーテルよりヘパリン加生食を注入しながら P-com、C₁ portion の temporary clip をはずし、総頸動脈、外頸動脈内の血栓は外頸動脈領域に flash したのち、内頸動脈の temporary clip を解除した。動脈瘤の再膨隆、IC の狭窄、クリップのずれ、動き (slip out) のないことを確かめたのち、同一の頸部内頸動脈カテーテルを用い術中脳血管撮影 (DSA) を施行した。動脈瘤は完全に消失し、内頸動脈も完全に温在されていることを確かめたのち、閉頭した。術後、再度脳血管撮影を施行しクリッピングの完全性を確認した (Fig. 2B)。

術後特に合併症をみず、現在、視力・視野も完全に回復し正常生活を送っている。

<症例 4> 左内頸動脈・後交通動脈分岐部巨大動脈瘤。

症例は65歳、女性。左眼瞼下垂を主訴として某眼科を受診、左動眼神経麻痺がみられ、CTにてround high density massを認めたため当科を紹介された。当科受診時神経学的には左瞳孔散大し、左瞳孔反応なく、眼瞼下垂をきたし左動眼神経麻痺を認めた。他には神経学的異常所見は認めなかった。

CTスキャン：lt-parasellar regionに造影剤により増強される楕円形のhigh density massを認めた。またbone CTにて前床突起内にethmoid sinusが進展していることが観察された。

脳血管撮影像：セルジンガー法による左内頸動脈撮影にて左側ICのP-com分岐部より後外側に直径26 mmの巨大動脈瘤を認め、domeは外前方に膨張し、海綿静脈洞後壁に癒着していることが予想された。ICのサイフォン部が開大し、C₂～₁部が前方に挙上されていた(Fig. 1, Case 4)。右内頸動脈撮影で左側頸動脈の圧迫で左中大脳動脈領域まで前交通動脈を介する良好な側副循環を認めた。また、術前の左側内頸動脈のballoon Matas test 15分間で臨床上、脳波検査ならびにABR上、異常所見を認めず、また、stump pressure低下率は前値の50%以下で50 mmHg (mean)以上を保っていた。

手術と術後経過：術前の検討から前床突起下面の硬膜には動脈瘤が癒着している可能性が強いので、前床突起の硬膜側骨皮質のみを残し(Fig. 4A)、可及的に削除したのち、一度、硬膜を開き、IC、動脈瘤を確認したのちに再び硬膜外操作に戻り、前床突起の完全削除を行った。硬膜輪の外側部を切離していくと、動脈瘤茎部の近位側が露出された(Fig. 4B)。動脈瘤のtrapping (P-comにはtemporary clipはおかず)を行い、瘤内血液を吸引すると、動脈瘤は顕著に縮小した。動脈瘤の近位側を海綿静脈洞壁から剥離し(Fig. 4C)、さらにP-com、動眼神経との間の剥離を行い(Fig. 4D)、Sugitaの直型クリップにてクリッピングを行い、

Fig. 3 Intraoperative photograph of Case 2 via left pterional combined epi- and subdural approach.

A: Exposure of the aneurysm. **B:** Intraaneurysmal blood was aspirated through a catheter placed in the cervical IC artery during trapping of the aneurysm, resulting in collapse of the giant aneurysm and easy dissection of the aneurysm from the surrounding structures. **C:** Clipping the aneurysm with the use of tandem Sugita's fenestrated angled clips. DP: dura propria, DR: dural ring, ON: optic nerve, An: aneurysm, ant cho: anterior choroidal artery, C₁: C₁ portion of the IC, FL: frontal lobe, opht: ophthalmic artery, Pcom: posterior communicating artery, TL: temporal lobe.

Fig. 4 Intraoperative photograph of Case 4.

A: Removal of the tip of the anterior clinoid process attached to the aneurysm was achieved through the subdural approach. **B:** Exposure of the aneurysm. **C:** Trapping the aneurysm followed by aspiration of the intraaneurysmal blood. **D:** Clipping the aneurysm. ACP: anterior clinoid process, A₁: A₁ portion of the left anterior cerebral artery, ant cho: anterior choroidal artery, DP: dura propria, DR: dural ring, M₁: M₁ portion of the left middle cerebral artery, ON: optic nerve, Pcom: posterior communicating artery.

さらにブレード先端部の閉鎖圧を補強するため、先のクリップのブレードの近位側に有窓部に当たるように、かつ、ブレードが平行に接するように有窓直型クリップをかけた。術中、術後の血管撮影にて動脈瘤は完全に消失し、IC、P-comが完全に温存されていることが確認された。術中 ethmoid sinusが開いたこと(筋肉片、筋膜と fibrin glue で閉鎖)を考慮し、術後 spinal drainage を7日間行った。術後、髄液瘻もきたさず、他の合併症もなく、また、動眼神経麻痺も徐々に回復し、現在、神経脱落症状全くなく社会復帰している。

<症例8>左内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤。

症例は52歳、男性。当科入院8日および4日前に2度、頭痛、吐気、嘔吐をきたし某病院で、左側内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤(Fig. 1, Case 8)の破裂によるくも膜下出血と診断され当科に転送入院となった。

3D・CT:入院当日施行した3D・CTにて、左IC-dural ring近傍に後下方に bleb を有する巨大動脈瘤を認め、断面画像で動脈瘤壁および内腔の不整が描出されている。また、前・後床突起、斜台、PCAなど周囲組織との位置関係が明瞭に示されている(Fig. 5)。

手術:前記症例2、4と同様の操作にて手術を行った。動脈瘤のトラッピング後瘤内血液を吸引しつつ、視神経と

Fig. 5 Preoperative 3D-CT of Case 8. Voxel transmission method (A, Ba) and cut plane image with CT endoscopy (Bb). An: aneurysm, A₁ and A₂: A₁ and A₂ portions of the anterior cerebral artery, IC: internal carotid artery, M₁: M₁ portion of the middle cerebral artery, PCA: posterior cerebral artery.

の剥離を行い、Sugita有窓直角湾曲クリップにてクリッピングを行った(Fig. 6).

考 察

内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤は、くも膜下出血で発症

Fig. 6 Intraoperative photograph of Case 8 via left pterional combined epi- and subdural approach. An: aneurysm, C₁: C₁ portion of the internal carotid artery (IC), DP: dura propria, DR: dural ring, FL: frontal lobe, ON: optic nerve, opht: ophthalmic artery, TL: temporal lobe.

するほかに視力、視野障害といった症候性を呈する例も多く、この部位の動脈瘤に対し、従来、直達手術は死亡率、罹患率が高く危険とされてきた。このためこの部の大・巨大動脈瘤に対しては種々の間接的治療法が試みられてきた⁵⁾⁸⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾²⁰⁾²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾³⁴⁾。近年、直接クリッピングを施行するために種々のテクニックが導入されてきた。すなわち(i)hypothermiaとelective cardiac arrest²⁸⁾、(ii)動脈瘤の直接穿刺と虚脱化⁶⁾¹²⁾²⁶⁾、(iii)動脈瘤のトラッピング下に瘤切開、クリッピング⁷⁾、(iv)動脈瘤内部血栓の切開・除去³²⁾、などがあげられる。最近では suction decompres-

sion⁶⁾や玉木³³⁾らにより報告された“trapping collapsing” techniqueは術野をよごすことなく、修復不能な裂傷をきたす恐れもなく、さらに頸部内頸動脈に挿入した瘤内血液吸引用カテーテルを用い術中DSAにも使用可能な利点も有する。

内頸動脈硬膜輪近傍動脈瘤の手術¹⁶⁾¹⁷⁾は、近年、内頸動脈硬膜貫通部近傍の微小解剖学⁴⁾⁹⁾¹⁵⁾、海綿静脈洞への直達手術³⁾⁴⁾⁹⁾²⁴⁾の発達に伴い、大きな進歩がみられ、クリッピングの確実性が増している¹³⁾。

内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤の手術に際し、考慮すべき問題点¹⁰⁾¹³⁾²⁷⁾につき検討を進める。(i)前床突起の削除法：動脈瘤頸部が硬膜輪に近接しているため、前床突起の完全切除がぜひ必要で、これには①硬膜外法⁴⁾、②硬膜内法¹⁶⁾、③硬膜内外併用²⁴⁾などがあげられる。硬膜外法は比較的容易に完全切除が可能で、骨屑や血液が硬膜下に入らず、術野をよごすことがない利点をもつ。一方、前床突起下の硬膜と動脈瘤が強く癒着しているとき(症例4のごとく)、動脈瘤破裂の危険性は残る。我々はDolenc⁴⁾の硬膜外法を採用しているが1例では硬膜外操作で前床突起を削除し、残った先端部の鋭利な部位のみ硬膜を開きIC、動脈瘤部を確認後、削除している(Fig. 4A)。いずれの方法にせよ前床突起先端部は硬膜より十分に剥離したのちに削除することが重要であるが、過去6年間に手術を行った硬膜輪近傍動脈瘤20例の経験から手術手技としては硬膜外法が容易ですぐれているような印象を持っている。(ii)視神経損傷の予防：巨大動脈瘤と視神経との間の剥離、クリッピング、P-comの一時的血流遮断などの操作の際、視神経を圧排・牽引する必要にせまられる。このため、前床突起の完全切除とともに視神経管の開放が必要である。眼窩後部上壁のunroofingとこれに連続した視神経管の開放はskull base micropunchを用いることによって容易に安全に施行できる。(iii)脳虚血合併症の予防：脳虚血合併症の原因として①頸部内頸動脈、ICAのC₁またはC₂ portion、P-comの一時血流遮断(脳動脈瘤のトラッピング)によるもの、②塞栓形成によるもの、③クリッピングによるICA整復の不完全性(ICA stenosisなど)によるもの、などがあげられる。脳動脈瘤の一時的トラッピングにより脳虚血が生ずるか否かは術前にballoon Matas test, Allcockなどによる側副血行の検索が必要となってくるが、実際の手術ではトラッピングのためP-com, C₂ portionも遮断し、さらに脳べらによる脳圧排も加わるため、術前のballoon Matas testよりも強い虚血負荷が加わることになる²⁷⁾。血流遮断時のモニターに関し、SEP(N₂O)を指標とした場合、IC occlusion開始から平均10.4分でN₂Oの振幅低下が始まり血流再開後、平均4.9分でSEPが再び現れるとの報告がみられる¹⁹⁾。皮質血流の絶対値の測定と血流遮断の安全

時間²³⁾、SEPとの関連¹⁾も報告されている。normothermia, normotension下でdexamethasoneとsodium thiopentalの投与によって一時血流遮断(平均16.2分)の成績(脳動脈瘤手術)がmortality 0で、75%がgood recoveryと良好な成績が発表されている¹⁸⁾。また、最近etomidateの脳保護作用が示され、最大15～20分間の血流遮断で良好な結果が報告されている²⁵⁾。脳虚血における脳温の重要性についてBusto²⁾らは脳温が36°Cから33°Cに下がるとglutamateのreleaseが脳虚血時、常温では7倍に増加するところが、これが抑制され、またdopamineの細胞外への放出が60%減少するとした。Ogilvyら²²⁾は動脈瘤手術において軽度低体温下でmannitolの静脈内投与³¹⁾と全身血圧の人為の上昇によって血流遮断の時間が20分以内であれば、一時的血流遮断は安全な方法であるとしている。このような諸報告を考慮し、我々はmild hypothermia (32～34°C)下にトラッピング直前より、mannitol, Ravonal (200 mg～250 mg/single shot, その後5 mg/kg/hの持続注入)の投与を行い7分間のトラッピングと5分間の解除の繰り返しで脳保護に努めている。トラッピングの間、動脈瘤内血栓、IC内血栓・形成の予防のため、留置カテーテルより血液を持続吸引することが重要で、さらにトラッピング終了時、同カテーテルよりヘパリン加生食の注入を行っている。(iv)クリッピングによるICA整復：硬膜輪近傍巨大動脈瘤ではICAは動脈瘤壁の一部をなしていることが多い(Fig. 3A)。玉木ら³³⁾も報告しているように、トラッピング後瘤内血液を吸引すると、動脈瘤壁の一部をなしていたICAが自然と形成される。周囲組織との間を十分に剥離したのち、再形成されたICAを温存するように60°～90°のSugita有窓クリップを用い、multiple clippingを行う。この際最もproximalのclipは硬膜輪を越えC3のsurgical axillaの部に達することが多い(Fig. 2B, Fig. 3C)。このために動脈瘤頸部のproximal部を剥離する際に、硬膜輪の全周の切離、surgical axilla, surgical genuの露出が重要である。(v)クリップのslip out：ICAの巨大動脈瘤におけるクリップのslip outは大きな問題点で、これには2種類、すなわちクリップがICA側にslip outしICAの狭窄をきたす場合と、クリップが動脈瘤のneckの部からdomeの方向にslip outする場合がみられる。前者の場合、我々も術中トラッピングを解除すると、動脈瘤が徐々に再膨隆し、ついにはクリップがICA方向にslip outし、ICAを閉塞してしまった例を経験している。この場合、neck clippingが不十分なため広いneckのごく一部から血液が瘤内に一方向に流入し、瘤圧が非常に高くなりslip outをきたしたものである。広いneckを処理する際に、multiple clipping (tandem clipping)を行うが、この時ブレードの先端が少しずつ重なるように配列するが、このクリップとクリップの

間より流入することがあり、注意が必要である。後者の場合、河瀬ら¹³⁾の報告のようにクリップの尾部に前頭葉が覆いかぶさり、テコ状の力が加わるためとされている。Bemsheetとfibrin glueを用いたしっかりしたcoating処置が必要である。前者は術中の、後者は閉頭後の脳血管撮影(瘤内血液吸引用カテーテルを用いた)でneck clippingの完全性を確かめることが必須と考えている。

内頸動脈硬膜輪近傍巨大動脈瘤の治療法の選択に際しては解剖学的関係、特に前床突起、視神経、海綿静脈洞との関係、海綿静脈洞内への進展状況、壁内血栓の有無、動脈瘤壁の厚さなどの正確な情報がぜひ必要になる。enhanced CT, MRI, 脳血管撮影に加えて、最近、進歩の著しい3D・CT、特にその断面画像を駆使することによってより正確な情報を得ることができる。

文 献

- 1) Astrup J: Energy-requiring cell function in the ischemic brain: Their critical supply and possible inhibition in protective therapy. *J Neurosurg* **56**: 482-487, 1982
- 2) Busto R, Dietrich WD, Globus MY-T, *et al*: The importance of brain temperature in cerebral ischemia injury. *Stroke* **20**: 1113-1114, 1989
- 3) Dolenc' VV: A combined epi- and subdural direct approach to carotid ophthalmic artery aneurysm. *J Neurosurg* **62**: 667-672, 1985
- 4) Dolenc' VV: Anatomy and Surgery of the Cavernous Sinus. Springer-Verlag, Wien, pp 171-187, 1989
- 5) Drake CG: Giant intracranial aneurysm: Experience with surgical treatment in 174 patients. *Clin Neurosurg* **26**: 12-95, 1979
- 6) Flamm ES: Suction decompression of aneurysms. Technical note. *J Neurosurg* **54**: 275-276, 1981
- 7) Fox JL: Microsurgical treatment of ventral (paraclinoid) internal carotid artery aneurysms. *Neurosurgery* **22**: 32-39, 1988
- 8) Gelber BR, Sundt TM Jr: Treatment of intracavernous and giant carotid aneurysms by combined internal carotid ligation and extra- to intracranial bypass. *J Neurosurg* **52**: 1-10, 1980
- 9) 白馬 明: 海綿静脈洞部内頸動脈瘤の直達手術. *Neurosurgeon* **8**: 222-229, 1989
- 10) Heros RC, Nelson PB, Ojemann RG, *et al*: Large and giant paraclinoid aneurysms: Surgical techniques, complications, and results. *Neurosurgery* **12**: 153-163, 1983
- 11) Higashida RT, Halback VV, Hieshima GB, *et al*: Treatment of a giant carotid ophthalmic artery aneurysm by intracranial balloon embolization therapy. *Surg Neurol* **30**: 382-386, 1988
- 12) Hosobuchi Y: Direct surgical treatment of giant intracranial aneurysms. *J Neurosurg* **51**: 743-756, 1979
- 13) 河瀬 斌, 戸谷重雄, 宮原保之, ほか: Large carotid cave aneurysms. 手術の問題点とその予防策. *脳卒中の外科* **29**: 108-111, 1991
- 14) Knosp E, Muller G, Perneczky A: The paraclinoid carotid artery: Anatomical aspects of a microneurosurgical approach. *Neurosurgery* **22**: 896-901, 1988
- 15) 児玉南海雄, 佐々木達也, 沼沢真一, ほか: 海綿静脈洞部動脈瘤の手術. *脳神経外科* **20**: 201-208, 1992
- 16) 京島和彦, 小林茂昭, 宜保浩彦, ほか: 内頸動脈硬膜輪近傍動脈瘤の手術手技と外科解剖について. *脳卒中の外科* **19**: 165-172, 1991
- 17) 前田 稔, 森健太郎, 中島啓次: 内頸動脈硬膜輪近傍動脈瘤に対する combined epi- and subdural approach (Dolenc'). *脳卒中の外科* **21**: 105-112, 1993
- 18) McDermott MW, Durity FA, Borozny M, *et al*: Temporary vessel occlusion and barbiturate protection in cerebral aneurysm surgery. *Neurosurgery* **25**: 54-62, 1989
- 19) Mizoi K, Yoshimoto T: Permissible temporary occlusion time in aneurysm surgery as evaluated by evoked potential monitoring. *Neurosurgery* **33**: 434-440, 1993
- 20) Nishioka H: Report on the cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage: Section XIII, Part 1, Results of the treatment on intracranial aneurysms by occlusion of the carotid artery in the neck. *J Neurosurg* **25**: 660-682, 1966
- 21) Nutik S: Carotid paraclinoid aneurysms with intradural origin and intracavernous location. *J Neurosurg* **48**: 526-533, 1978
- 22) Ogilvy CS, Carter BS, Kaplan S, *et al*: Temporary vessel occlusion for aneurysm surgery: Risk factors for stroke in patients protected by induced hypothermia and hypertension and intravenous mannitol administration. *J Neurosurg* **84**: 785-791, 1996
- 23) Ohmoto T, Nagao S, Mino S, *et al*: Monitoring of cortical blood flow during temporary arterial occlusion in aneurysm surgery by the thermal diffusion method. *Neurosurgery* **28**: 49-55, 1991
- 24) 大西英之: 海綿静脈洞の手術. *北海道脳神経疾患研究所医誌* **4**: 45-57, 1991
- 25) Samson D, Batjer HH, Bowman G, *et al*: A clinical study of the parameters and effects of temporary arterial occlusion in the management of intracranial aneurysms. *Neurosurgery* **34**: 22-28, 1994
- 26) Sekhar LN, Nelson PB: A technique of clipping giant intracranial aneurysms with the preservation of the parent artery. *Surg Neurol* **20**: 361-368, 1983
- 27) 渋谷正人, 鈴木善男, 中根藤七, ほか: 巨大内頸一脳動脈瘤治療の問題点. *脳卒中の外科* **15**: 61-65, 1987
- 28) Silverberg GD: Giant aneurysms: Surgical treatment. *Neurol Res*: 57-63, 1984
- 29) Spetzler RF, Schuster H, Roski RA: Elective extracranial intracranial arterial bypass in the treatment of inoperable giant aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* **53**: 22-27, 1980
- 30) Sundt TM Jr, Piepgras DG: Surgical approach to giant intracranial aneurysms. Operative experience with 80 cases. *J Neurosurg* **51**: 731-742, 1979
- 31) Suzuki J, Yoshimoto T: The effect of mannitol in prolongation of permissible occlusion time of cerebral artery: Clinical data of aneurysm surgery. *Neurosurg Rev* **1**: 13-19, 1979
- 32) Symon L, Vajda J: Surgical experiments with giant intracranial aneurysms. *J Neurosurg* **61**: 1009-1028, 1984
- 33) 玉木紀彦, 金 成有, 藤田勝三, ほか: 内頸動脈一脳動脈瘤の手術一頸部外頸動脈經由瘤内吸引法による巨大動脈瘤のクリッピング. *脳卒中の外科* **19**: 112-118, 1991
- 34) Yamada K, Hayakawa T, Bitoh S, *et al*: Surgical approach for carotid-ophthalmic aneurysms. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **25**: 915-922, 1985