特集 内頸動脈瘤クリッピング術

原 著

前脈絡叢動脈が dome から分岐した 内頸動脈-前脈絡叢動脈分岐部動脈瘤に対するクリッピング

坂田 義則, 波出石 弘, 門岡 慶介
齋藤 浩史, 稲葉 眞貴, 前田 匡輝

Clipping of Anterior Choroidal Artery Aneurysms with the Anterior Choroidal Artery Arising from the Dome

Yoshinori SAKATA, M.D., Hiromu HADEISHI, M.D., Keisuke KADOOKA, M.D.,
Hiroshi SAITO, M.D., Maki INABA, M.D., and Masaki MAEDA, M.D.

Department of Neurosurgery, Kameda Medical Center, Kamogawa, Chiba, Japan

Summary: Clipping of internal carotid artery (ICA)-anterior choroidal artery (AchA) aneurysms (IC-AchA An) is associated with a high rate of ischemic complications, particularly in cases of AchA arising from the dome. Therefore, although angioplastic dome clipping is required, very few reports have described the clipping methods. We therefore focused on these and discuss them together with the outcomes of such aneurysms. Specifically, 35 consecutive surgical patients (36 cases of IC-AchA An), treated between September 2006 and May 2018, were retrospectively investigated. Of these, 6 cases with the AchA arising from the dome were selected for the present study. In all cases, the AchA branching sites were on the dorsal side of the dome. Anatomically, the AchA arises from the postero-lateral wall of the ICA and extends supero-postero-laterally, whereas the IC-AchA An projects laterally. Therefore, clipping is considered possible on the ventral side of the dome. While clipping of three aneurysms with diameters of 4 mm (or lower) could be performed using a single clip, angioplastic clipping of three aneurysms with a diameter greater than 4 mm required two clips. In addition, two curved clips were used for aneurysms on the right side, whereas two straight clips were used for those on the left side to obliterate the fundus and the ventral side of the aneurysm. None of the patients presented either ischemic findings or aneurysm regrowth at the follow-up.

Key words:

- internal carotid-anterior choroidal artery aneurysms
- clipping
- anterior choroidal artery

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 48: 18-24, 2020

はじめに

内頸動脈(internal carotid artery : ICA)-前脈絡叢動脈(anterior choroidal artery : AchA)分岐部動脈瘤(IC-AchA An)は, 術後に神経脱落症状をきたしやすいとされ, 特に dome から AchA が分岐する場合はさらに合併症率は高く

なる³⁾. 本稿では AchA, IC-AchA An の解剖学的な特徴および利き腕を右とした術者の特性を踏まえ, 血管形成的 clipping の手法について検討した.

対象と方法

2006 年 9 月から 2018 年 5 月までに当施設で直達手術が

Table 1 Clinical features of 6 patients

Case	Age	Sex	H&K grade	Side	Neck size (mm)	Dome size (mm)	No. of AchA	No. of clips	Ischemic symptoms	Ischemic lesions on CT/MRI	mRS
1	70	F	0	Rt	3.6	4.6	2	2	None	None	0
2	54	F	0	Rt	1.9	2.5	2	1	None	None	0
3	50	M	0	Rt	3.0	6.1	2	2	None	None	0
4	83	F	I	Lt	3.2	4.1	3	2	None	None	0
5	66	F	II	Rt	2.6	2.1	2	1	None	None	0
6	65	F	0	Lt	2.4	3.6	2	1	None	None	0

M: male, F: female, Rt: right, Lt: left, H&K: Hunt & Kosnik, mRS: modified Rankin Scale

行われた IC-AchA An 35 症例 36 動脈瘤について手術ビデオを検証し, dome から AchA が分岐していた 6 症例を対象とした. 手術は distal sylvian approach で, 広く sylvian fissure を展開することにより ICA 裏側まで十分観察できるようにした. clipping の手法に関しては, 手術ビデオおよび手術記録に基づき検討した. 虚血性合併症については臨床症状および computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI) により, 術後転帰は modified Rankin Scale (mRS) を, 動脈瘤に関しては 3D-CTA を用いて評価した.

結 果

対象症例は男性 1 例, 女性 5 例で, 年齢は 50-83 歳 (平均 64.7 歳) であった (Table 1). 動脈瘤に関しては未破裂 4 例, 破裂 2 例 (Hunt & Kosnik grade I および II) で, サイズは 2.1-6.1 mm (平均 3.8 mm) と小型であった. なお, Case 2 は 2.5 mm と小さい未破裂動脈瘤であったが, 7 カ月前に対側中大脳動脈瘤破裂に対し clipping が行われており, 強い患者希望により手術にいたった. Case 5 は kissing にまではいたっていない近接した 2 つの左 IC-AchA An の症例で, 中枢側の動脈瘤は neck から AchA が分岐した破裂動脈瘤であった. 末梢側の未破裂動脈瘤は AchA が neck から 1 本, dome から 1 本分岐していたため対象動脈瘤となった. Case 6 は retrocarotid space に AchA が計 5 本存在したが, それらは dome 裏側から起始した 2 本の AchA から分岐したもので AchA 数は 2 本とした (Table 1). 1 症例あたりの AchA 数は 2-3 本と, 全例で複数存在した. 動脈瘤サイズが 4 mm 未満の 3 症例に対しては clip 1 本で, 4 mm 以上の 3 症例に対しては clip 2 本を用いて clipping が行われた. 術後神経脱落症状および CT, MRI 上の虚血所見は認めず, 破裂例を含め全例において mRS 0 で独歩自宅退院となった. 平均 44.7 カ月の経過においても全例で動脈瘤増大や再発は認めなかった.

症 例

〈症例 1〉70 歳, 女性.

未破裂右 IC-AchA An (Fig. 1).

AchA は計 2 本存在し, 1 本は neck から, 1 本は dome から分岐していた (Fig. 1A). dome から分岐した AchA を可能な範囲で剝離した後, 湾曲型 clip を blade 先端が外側へ逃げるように apply し (Fig. 1B), さらに dome 前面残存部に対し湾曲型 clip を tandem に apply した (Fig. 1C). 術後 CT 上虚血病変は認めず (Fig. 1D), 3D-CTA 上 AchA 分岐部以外動脈瘤は閉鎖され (Fig. 1E, F), 1 年 7 カ月後の 3D-CTA においても動脈瘤の再発は認めなかった (Fig. 1G).

〈症例 3〉50 歳, 男性.

未破裂右 IC-AchA An (Fig. 2).

AchA は 2 本存在し, 1 本は neck から, 1 本は dome から分岐していた (Fig. 2A). dome から分岐した AchA 周囲のくも膜および dome への癒着を吻合用鑷子を用いて可能な限り剝離した後, 症例 1 と同様に湾曲型 clip を blade 先端が外側へ向くように apply し (Fig. 2B), さらに dome 前面残存部に対し湾曲型 clip を tandem に apply した (Fig. 2C). 術後 CT 上虚血病変は認めず (Fig. 2D), 3D-CTA 上症例 1 と同様に AchA 分岐部以外動脈瘤は閉鎖されていた (Fig. 2E, F). 3 年後の 3D-CTA においても動脈瘤の再発は認めなかった (Fig. 2G).

〈症例 4〉83 歳, 女性.

破裂左 IC-AchA An (Hunt & Kosnik grade I, Fisher group 3) (Fig. 3).

AchA は 3 本存在し, 1 本は neck から, 2 本は dome 裏側から分岐していた (Fig. 3A). dome 裏面から分岐した AchA は剝離が困難であったため, 破裂点である dome 先端部を閉鎖するよう straight 型 clip を用いて clipping が行われた (Fig. 3B). さらに, dome 前面残存部に対し bayonet 型 clip を用いて clipping が行われた (Fig. 3C). その

Fig. 1 **A:** Right pterional intraoperative image showing the AchA arising from the neck (white arrow), the AchA arising from the dome (yellow arrow) and the IC-AchA An (asterisk). **B:** Fundus of the aneurysm obliterated by the curved clip to spare the AchA arising from the dome. **C:** Ventral side of the dome obliterated by the curved clip in a tandem fashion. **D:** Postoperative CT illustrating a lack of ischemic lesions. **E:** Preoperative 3D-CTA showing IC-AchA An (asterisk). **F:** Postoperative 3D-CTA displaying aneurysm obliteration. **G:** An absence of aneurysm regrowth was apparent on the 3D-CTA at 19 months from surgery.

後、併発した未破裂前交通動脈瘤に対し clipping が行われた。術前 CT, 3D-CTA, digital subtraction angiography (DSA) (**Fig. D-F**)と比較し、術後 CT, MRI (**Fig. 3G, H**)上虚血病変は認めず、3D-CTA (**Fig. 3I**)上動脈瘤の閉鎖が確認された。症候性血管攣縮などの併発症をきたすことなく経過し、mRS 0 で独歩自宅退院となった。

考 察

一般に IC-AchA An は他の部位の動脈瘤と比較し clipping による合併症をきたしやすく¹⁾⁵⁾⁷⁾¹¹⁾、特に dome から AchA が起始する症例はさらに手術合併症が多いとされる³⁾。手術合併症が多い要因として、AchA 灌流領域の重要性や径の細さ以外に、AchA は ICA から複数分岐後早期に分枝し dome へ癒着することがあるため見落とされやすい⁵⁾⁷⁾、術前評価が困難で術中所見でしか確認されない分枝がある⁶⁾、動脈瘤の裏側を走行し全走行経路を視認する

ことが困難である、豊富な variation を有し⁴⁾⁹⁾、中大脳動脈や後交通動脈 (posterior communicating artery : PCoA) から分岐する variation がある⁸⁾、などが挙げられる。動脈瘤に関する要素としては、小さい、壁が薄い、多発性動脈瘤を有しやすく併発する内頸動脈-後交通動脈分岐部動脈瘤 (IC-PCoA An) と kissing aneurysms⁵⁾¹²⁾ をきたすことがある、などが挙げられる。

解剖学的には、AchA は ICA 後外側から発生し外側後上方へ走行 (**Fig. 4A**)、IC-AchA An は ICA 外側へ成長 (**Fig. 4B**) するとされる²⁾⁵⁾⁷⁾。つまり、dome から AchA が起始する動脈瘤においては、AchA は dome 裏面から発生する可能性が高いと考えられる。今回対象となった dome から AchA が起始した 6 症例を検証すると、AchA は全例で dome 裏面から分岐しており (**Fig. 5**)、動脈瘤の先端と前面に clipping が可能な成分が存在した。

手術に関しては、approach は distal sylvian とし、sylvi-

Fig. 2 **A:** Right pterional intraoperative image showing the AchA arising from the neck (white arrow), the AchA arising from the dome with moderate adhesion to the dome (yellow arrow) and the IC-AchA An (asterisk). **B:** Fundus of the aneurysm obliterated by the curved clip to spare the AchA arising from the dome. **C:** Ventral side of the dome obliterated by the curved clip in tandem fashion. **D:** Postoperative CT illustrates an absence of ischemic lesions. **E:** Preoperative 3D-CTA showing IC-AchA An (asterisk). **F:** Postoperative 3D-CTA showing aneurysm obliteration. **G:** A lack of aneurysm regrowth was apparent on the 3D-CTA at 3 years from the operation.

an valliculae 周辺で sphenoparietal sinus へ流入する superficial sylvian vein や frontal basal bridging vein 表面のくも膜を剝離することにより静脈の伸展性を高め広い working space を確保する、動脈瘤と側頭葉間のくも膜を剝離し AchA の起始部の視認性を高める、dome に癒着した AchA は可能な範囲で剝離し clipping 可能な動脈瘤体積を増加させる、AchA 分岐部周囲に動脈硬化性変化を認めた場合はこれを外すように clipping を行う、などが重要であり、画像評価としては indocyanine green (ICG) を用いた蛍光造影および motor evoked potential (MEP) などの電気生理学的モニタリングによる AchA 温存の確認が重要となると考えられた。

clipping に要した clip の本数に関しては、動脈瘤サイズが 4 mm 未満の 3 症例に対しては 1 本、4 mm 以上の 3 症例に対しては 2 本の clip が用いられた (Table 1)。症例数が少なく統計学的な比較は不可能ではあるが、IC-AchA

An のサイズが 4 mm 以上であれば複数の clip を用いた clipping が必要となる可能性を留意し手術に臨む必要があると考えられた。

2 本の clip を用いて血管形成的な clipping を行った 3 症例の方法について検討すると、右側病変の 2 症例に対しては動脈瘤の裏側に存在する可能性がある AchA を clip blade で挟むことを回避するため、湾曲型 clip を blade 先端が外側へ逃げるよう apply し、さらに湾曲型 clip を用いて dome 前面残存部がなるべく閉鎖されるよう tandem 型に clipping が行われた (Fig. 6A, B)。左側病変に対しては、1 症例のみであるが straight 型で dome 先端部をつぶした後、bayonet 型を用いて dome 前面残存部がなるべく閉鎖されるように clipping が行われた (Fig. 6C)。つまり、1 本目の clip で dome 先端部をつぶした後、dome 前面の残存部の形状に合わせて 2 本目の clip を追加する手順となった。Tanabe ら¹⁰⁾は IC-PCoA An の clipping に関して、右利き

Fig. 3 **A:** Intraoperative left pterional image showing an AchA arising from the neck (white arrow), two AchAs arising from the dome (yellow arrows) and an IC-AchA An (asterisk). **B:** Fundus of the aneurysm obliterated by a straight clip to spare the AchA arising from the dome. **C:** Ventral side of the dome obliterated by a bayonet clip. **D:** CT on admission showing the subarachnoid hemorrhage. **E, F:** Preoperative 3D-CTA (**E**) and DSA (**F**) illustrating the IC-AchA An (asterisk). **G, H:** Postoperative CT (**G**) and MRI (**H**) showing an absence of ischemic lesions. **I:** Postoperative 3D-CTA showing aneurysm obliteration.

A	B	C
D	E	F
G	H	I

Fig. 4 **A:** AchA (arrow) arises from the posterolateral wall of the ICA extending supero-postero-laterally.
B: IC-AchA An projects laterally to the ICA.

Fig. 5 All AchAs arising from the dome (yellow arrow) originate in the dorsal side of the IC-AchA An (white asterisk). Blue asterisk on Case 5 represents "ruptured", whereas the white asterisk represents "unruptured" aneurysms.

の術者においては右側の動脈瘤では clip blade は ICA の裏側へ進入するため PCoA の穿通枝障害をきたしやすくなるとしたが、今回の検討において右利きの術者が右側の IC-Ach An に対し彎曲型 clip を、左側に対し直線型 clip を用いていたことは理にかなっていると考えられた。その

際、dome 分岐以降の AchA の走行ばかりが注目されがちであるが、ICA から dome 上となる AchA 起始部までの血流がしっかりと確保されていることも重要であると考えられた (**Fig. 6**)。

Fig. 6 **A, B:** For two cases of right-side lesions, a curved clip is applied with the blade facing laterally. Successively, additional clipping is performed in a tandem fashion using a curved clip to obliterate the ventral side of the dome.
C: For the left-sided lesion, a straight clip is applied with the blade facing laterally. Successively, additional clipping is performed using a bayonet clip to obliterate the ventral side of the dome.
 In each case, firmly securing the blood flow from the ICA to the origin of the AchA on the dome is important (red arrow).

結 語

dome から AchA が起始する IC-AchA An の clipping の手法について、AchA の解剖学的な特徴および利き腕を右とした術者の特性から検討した。右側の IC-AchA An であれば湾曲型 clip を、左側の IC-AchA An であれば直線型 clip を組み合わせて dome の先端および前面がなるべく閉鎖されるような clipping が合理的であると考えられた。

著者全員は日本脳神経外科学会への COI 自己申告を完了しています。本論文の発表に関して開示すべき COI はありません。

文 献

- 1) 青木孝親, 野口 慶, 小牧 哲, ほか: 前脈絡叢動脈分岐部動脈瘤に対するクリッピングの治療成績. *脳卒中の外科* 43: 442-447, 2015
- 2) Drake CG, Vanderlinden RG, Amacher AL: Carotid-choroidal aneurysms. *J Neurosurg* 29: 32-36, 1968
- 3) Friedman JA, Pichelmann MA, Piegras DG, *et al*: Ischemic complications of surgery for anterior choroidal artery aneurysms. *J Neurosurg* 94: 565-572, 2001
- 4) Fujii K, Lenkey C, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: lateral and third ventricles. *J Neurosurg* 52: 165-188, 1980
- 5) Heros RC: Microneurosurgical management of anterior choroidal artery aneurysms. *World Neurosurg* 73: 459-460, 2010
- 6) 河本俊介, 深谷春介, 安部欣博, ほか: 内頸動脈前脈絡叢動脈分岐部動脈瘤の臨床的特徴と手術成績. *脳卒中の外科* 45: 177-182, 2017
- 7) Lehecka M, Dashti R, Laakso A, *et al*: Microneurosurgical management of anterior choroid artery aneurysms. *World Neurosurg* 73: 486-499, 2010
- 8) 宮坂和男: 脳・脊髄血管造影マニュアル. 南江堂, 東京, 1997, pp61-67
- 9) Rhoton AL Jr: The supratentorial arteries. *Neurosurgery* 51 (Suppl 1): S53-120, 2002
- 10) Tanabe J, Ishikawa T, Moroi J, *et al*: Impact of Right-Sided Aneurysm, Rupture Status, and Size of Aneurysm on Perforator Infarction Following Microsurgical Clipping of Posterior Communicating Artery Aneurysms with a Distal Transsylvian Approach. *World Neurosurg* 111: e905-911, 2018
- 11) 宇田賢司, 石川達哉, 師井淳太, ほか: 前脈絡叢動脈瘤のクリッピング術—当院での治療成績と問題点. *脳卒中の外科* 41: 352-357, 2013
- 12) Yasargil MG: *Microneurosurgery*, Vol II. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1984, pp99-108