前交通動脈瘤に対する開頭クリッピング術 —当院でのアプローチ法選択についての検討—

出雲 剛, 松尾 孝之, 林 健太郎, 日宇 健
諸藤 陽一, 堀江 信貴, 永田 泉

Surgical Treatment for Anterior Communicating Artery Aneurysms

Tsuyoshi IZUMO, M.D., Ph.D., Takayuki MATSUO, M.D., Ph.D.,
Kentarō HAYASHI, M.D., Ph.D., Takeshi HIU, M.D., Ph.D., Yoichi MOROFUJI, M.D., Ph.D.,
Nobutaka HORIE, M.D., Ph.D., and Izumi NAGATA, M.D., Ph.D.

*Department of Neurosurgery, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences,
Nagasaki, Japan*

Summary: We evaluate our surgical approach for the treatment of anterior communicating artery (AcomA) aneurysms.

Between March 2004 and August 2012, 56 cases with AcomA aneurysms were treated by clipping at our institute and retrospectively reviewed about surgical approaches and postoperative complications.

Of the 56 patients with AcomA aneurysms, eight patients were treated through the anterior interhemispheric approach, and 48 patients were treated through the pterional approach (PA). In 38 of the 48 cases clipped through PA, the open A2 fork side were chosen, and 10 of the 48 PA cases were treated from the closed A2 fork side. Of the 10 cases, four had open A2 fork to dominant A1 side ("reversed-torsion AcomA"), four were dorsal projection AcomA aneurysms, one had lateralized AcomA, and one had multiple aneurysms treated with one operative procedure. For high-positioned, relatively large and other dorsal projection aneurysms, anterior interhemispheric approach were chosen. All aneurysms were satisfactorily obliterated, and there were no perforator infarctions.

Selecting the appropriate approach based on the size and height of the aneurysm and morphology of AcomA complex provided good postoperative results.

Key words:

- Acom aneurysm
- surgical approach

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 42: 270-277, 2014

はじめに

前交通動脈瘤 (AcomA An.) はわれわれ脳神経外科医が臨床にて経験する頻度の高い脳動脈瘤の1つであり、多部

位の動脈瘤に比して破裂する危険性が比較的高い¹⁴⁾ことから、未破裂瘤として予防的に治療される機会も多い脳動脈瘤である。開頭クリッピング術においては pterional approach (PA)¹⁵⁾ と anterior interhemispheric approach

Fig. 1 Selection of surgical approach for AcomA An.
AcomA An.: anterior communicating artery aneurysm, PA: pterional approach, AIH: anterior interhemispheric approach

(AIH)¹⁶⁾のいずれかが選択されることがほとんどである。anterior communicating artery complex (AcomA complex)からは hypothalamic artery を代表とする穿通枝が分岐し、その障害により記憶力低下や精神症状などを呈する⁶⁾。前交通動脈瘤に対する開頭クリッピング術においてはこれら穿通枝の温存を図るべく、AcomA complex および動脈瘤、穿通枝が十分観察可能でなおかつ操作性の高いアプローチ法選択が重要となる⁵⁾。当施設で開頭クリッピング術を施行した前交通動脈瘤症例についてアプローチ法選択について解説し、手術成績および術後合併症について検討を行った。

対象・方法

2004年3月から2012年8月までに開頭クリッピング術を施行した前交通動脈瘤連続56例(未破裂53例・破裂3例)について検討した。動脈瘤の高位評価については、前床突起から動脈瘤頸部上部までの高さが13 mm以上のものを高位動脈瘤とした。動脈瘤の突出方向については鈴木ら¹³⁾の報告をもとにCTAもしくはDSAを元に側面からAcomを中心として0時から5時をanterior type、9時から12時をdorsal type、5時から9時をinferior typeとした。術後穿通枝梗塞の評価はCTもしくはMRIにて行った。

当院でのAcomA An.クリッピング術におけるアプローチ選択：高位病変やサイズが大きめであるもの、一部のdorsal projectionのAcomA An.に対してはAIHを選択する。それ以外のAcomA An.についてはPAを選択する(**Fig. 1**)。PAにおける術側決定は左右A2の前後に差がない症例では非優位側から、AcomA complexがA1優位側にねじれる、いわゆる“逆捻れ”の場合やdorsal projectionの一部ではよりA2が前方に位置する側から、

AcomA complexがどちらかに偏在する症例では偏在側からのPAを選択し、上記のいずれでもないAcomA An.についてはA2がより後方に位置する側からのPAを選択する。

結果 (Table 1)

くも膜下出血発症例が3例で未破裂AcomA An.が53例、2例においてAcomAに2カ所の動脈瘤を認め、合計58 AcomA An.に対する手術を行った。AcomA An.以外の多発性脳動脈瘤は12症例に認められた。動脈瘤のサイズは最大径1.5-16 mm (平均6.3 mm)であった。前床突起から動脈瘤頸部上部までの高さは1.5-16 mm (平均6.6 mm)であった。突出方向はanterior type 44動脈瘤、dorsal type 12動脈瘤、inferior type 2動脈瘤であった。

A1 dominancyについては右側優位が38例(58%)、左側優位が10例(18%)、左右差を認めない症例が8例(14%)であった。両側A2近位部走行の前後関係は右A2が後方であるものが30例(54%)、左A2が後方であるものが25例(45%)、前後関係に左右差がないものが1例(2%)であった。

アプローチ法選択の分析結果

PAが選択された症例は48例であった。術側についてはA2が後方に位置する側が38例であった。A2が前方に位置する側が術側に選択されたものは10例であり、その要因としてはAcomA complexがA1優位側に捻れた、いわゆる“逆捻れ”が4例、dorsal projectionが4例、AcomA complexの偏在により近い術側が選択された結果が1例、AcomA An.以外の多発性脳動脈瘤の同時処置のために1例であった。AIHAが選択された症例は8例であり、その選択要因としてはdorsal projectionの動脈瘤が5

Table 1

No. of case	Sex	Age	Concomitant aneurysms	Height from anterior clinoid process (mm)	Approach	Dominancy of A1	Posterior side of proximal A2	Aneurysmal projection	Size
1	M	63		2	rt PA	lt	rt	anterior	1.5
2	M	48		12	rt PA	equal	rt	anterior	10
3	F	49		8	rt PA	lt	rt	anterior	5
4	F	48		3.5	rt PA	lt	rt	anterior	5
5	M	65		10	rt PA	lt	lt	anterior	5.8
6	F	48		5	rt PA	lt	lt	anterior	5.3
7	M	45		5.5	rt PA	equal	rt	anterior	8.2
8	F	70		10	AIH	lt	lt	dorsal	6.4
9	F	56		8	lt PA	rt	lt	anterior	5
10	F	69	distal ACA, bilateral MCA	2	rt PA	lt	rt	anterior	13.6
11	M	63		6	AIH	lt	equal	dorsal	5
12	F	67		5	lt PA	equal	lt	anterior	13
13	F	74		3	rt PA	lt	rt	anterior	3.3
14	F	62		6	rt PA	lt	rt	anterior	6
15	F	66		3	lt PA	lt	lt	anterior	8.6
16	F	72	rt MCA	8	rt PA	lt	rt	anterior	10
17	M	50	lt MCA	8	lt PA	rt	lt	anterior	8
18	F	42		4	lt PA	rt	rt	inferior	7
19*	M	45		5	rt PA	lt	rt	anterior	5.3
20	F	66		10	AIH	equal	equal	dorsal	6.5
21	F	67		8	rt PA	lt	rt	inferior	7.5
22	F	67	ICA	7.5	lt PA	rt	rt	dorsal	11
23	F	42		2.5	rt PA	lt	rt	anterior	4.5 and 2.5
24	F	61	lt ICA	7.1	lt PA	lt	lt	anterior	3.5
25*	F	76		4.5	rt PA	lt	lt	dorsal	1.5
26	M	67	rt MCA	6.5	rt PA	equal	rt	anterior	15
27	F	62		6.5	rt PA	lt	lt	anterior	5.5
28	M	43		3.5	rt PA	lt	rt	anterior	5.3
29	M	64		6	lt PA	lt	lt	anterior and dorsal	16 and 8.3
30	M	55		12	rt PA	rt	rt	anterior	4
31	F	46	rt MCA	5.5	rt PA	lt	rt	anterior	9.2 and 4.0
32	M	31		5.5	rt PA	rt	lt	dorsal	4.3
33*	F	65		9.5	rt PA	lt	lt	dorsal	3.3
34	F	59		12.5	rt PA	equal	rt	anterior	1.5
35	M	67		5	lt PA	equal	lt	anterior	7
36	F	71		13	AIH	lt	rt	anterior	5.2
37	F	64	lt ICA	5.5	lt PA	lt	lt	anterior	4.5
38	M	69	rt MCA	7.5	rt PA	equal	rt	anterior	3.4
39	M	65		6	lt PA	lt	lt	anterior	8
40	F	66		5	rt PA	rt	rt	anterior	4.9
41	F	58		2.5	rt PA	lt	rt	anterior	6.5
42	F	44	lt ICA	5.5	lt PA	lt	lt	anterior	3.2
43	M	62		16	AIH	lt	lt	anterior	4.1
44	M	57	lt ICA	6.7	lt PA	lt	lt	anterior	3.1
45	F	53		7.8	lt PA	lt	lt	anterior	5.5
46	M	74		6	rt PA	lt	rt	anterior	4.1
47	F	49		3	lt PA	rt	lt	anterior	4.8
48	M	68		3	AIH	lt	lt	dorsal	5
49	F	61		6.7	rt PA	rt	lt	anterior	9.1
50	F	53		13	AIH	lt	rt	anterior	13
51	F	61		3.5	rt PA	rt	rt	anterior	5.2
52	F	52	lt ICA	8	lt PA	lt	rt	anterior	9.2
53	F	77		3.5	rt PA	lt	rt	anterior	3.5
54	M	64		14	AIH	lt	lt	dorsal	4
55	F	74	rt MCA	1.5	rt PA	equal	rt	anterior	3.5
56	F	68		5.5	lt PA	lt	lt	anterior	15.5

*: subarachnoid hemorrhage patient, A1: A1 segment of anterior cerebral artery, A2: A2 segment of anterior cerebral artery, ACA: anterior cerebral artery, MCA: middle cerebral artery, ICA: internal cerebral artery, rt: right lt: left, PA: pterional approach, AIH: anterior interhemispheric approach

Fig. 2 A 74-year-old man with an enlarging AcomA An. CTA showed that an AcomA complex was open to right side (A). Rt. PA was performed. Intraoperative findings clearly revealed an AcomA complex and An. (B), complete obliteration of the An. and preservation of each branches (C), confirmed by postoperative CTA (D).

A/B
C/D

Fig. 3 A 62-year-old woman with an AcomA An. CTA showed that an AcomA complex had reversed torsion (A). Rt. PA was performed. Intraoperative findings clearly revealed an AcomA complex, hypothalamic artery, and An. (B). A complete obliteration of the An. and preservation of each branches was confirmed by postoperative CTA (C).

A/B/C

例，高位の動脈瘤が4例，比較的大きなサイズの動脈瘤が1例であった(選択要因の重複あり)．術中は全例においてAcomA complex および AcomA An. に対する十分な観察が可能で，クリッピングを施行した．術後に穿通枝閉塞による脳梗塞は認めなかった．case No. 52では合併する右C2動脈瘤の術中破裂に対して頸部内頸動脈でproximal controlを行った結果，術後同部位の解離に伴う閉塞により右中大脳動脈領域に広範囲な梗塞による左片麻痺を後遺

し modified Rankin Scale 3にて転院となった．その他の症例はmodified Rankin Scale 0-1にて自宅退院となった．

代表症例提示

〈症例1〉A2後方側からのPA (case No. 46) : 74歳男性，blebを伴い最大径6 mm，anterior projectionの未破裂AcomA An.の症例．A1 dominanceは右優位で左A2よりも右A2が後方に位置する(Fig. 2A)．右PAにてクリッ

Fig. 4 A 65-year-old woman with a dorsal projection AcomA An. (A). An AcomA plane was open to left side. Rt. PA was performed. Intraoperative findings clearly revealed an AcomA complex, hypothalamic artery, and An. (B). A complete obliteration of the An. and preservation of each branches was confirmed by postoperative CTA (C).

A|B|C

Fig. 5 A 61-year-old woman with an anterior projection AcomA An. (A). An AcomA complex was lateralized to right side. Rt. PA was performed. Intraoperative findings clearly revealed an AcomA complex, hypothalamic artery, and An. (B). A complete obliteration of the An. and preservation of each branches was confirmed by postoperative CTA (C).

A|B|C

ピングを行った。右直回を一部吸引して AcomA complex を十分確認できた(**Fig. 2B**)。合計3個のクリップにて closure line 形成的にクリッピングを行い、インドシアン ニングリーン蛍光ビデオ血管撮影にて動脈瘤内血流消失および穿通枝を含めた AcomA complex の血流温存を確認した(**Fig. 2C**)。術後頭部3次元CT 血管造影法(3D-CTA)でも動脈瘤消失と血管温存が確認された(**Fig. 2D**)。

〈症例2〉A2前方側からのPA (case No. 27) : 62歳女性、左A1優位でAcomA complexが優位側に極端に傾く、いわゆる“逆捻れ”に発生したAcomA An. 症例(**Fig. 3A**)。右PAにてクリッピング術を行った。視床下部動脈起始部を含むAcomA complexが十分に確認され(**Fig. 3B**)、クリッピングを行った。術後CTAにて血管温存と動脈瘤消失を確認した(**Fig. 3C**)。

〈症例3〉A2後方側からのPA (case No. 33) : 65歳女性、dorsal projectionのAcomA An.の症例。A2近位部は右が前方で左が後方(**Fig. 4A**)。右PAを選択し右A1-A2 junctionと直回の間を剥離したのちに、直回を一部吸引除去して視野を拡大すると穿通枝を含めたAcomA complexと動脈瘤が確認できた(**Fig. 4B**)。術後CTAにて血管温存と動脈瘤消失を確認した(**Fig. 4C**)。

〈症例4〉A2後方側からのPA (case No. 49) : 61歳女性、前方突出でA2近位部は左がより後方に位置していたが、AcomA complexは右に偏奇しており(**Fig. 5A**)、左PAでは操作野が深く遠くなることが予想されたために右PAにて手術を行った。動脈瘤ドームは視交叉に癒着埋没しており、ドーム全体の剥離はリスクが高いと判断したが、AcomA complexの確認操作は比較的浅い操作野にて可能

Fig. 6 A 53-year-old woman with a large and high positioned AcomA An. (A). AIHA was performed. Intraoperative findings revealed an AcomA complex and An. (B). A complete obliteration of the An. and preservation of each branches was confirmed by postoperative CTA (C).

A|B|C

Fig. 7 A 64-year-old woman with a dorsal projection AcomA An. (A). AIHA was performed. Intraoperative findings revealed an AcomA complex, hypothalamic artery, and An. (B). A complete obliteration of the An. and preservation of each branches was confirmed by postoperative CTA (C).

A|B|C

であり(**Fig. 5B**), クリッピングを施行した。術後CTAにて血管温存と動脈瘤消失を確認した(**Fig. 5C**)。

〈症例5〉AIHA (case No. 50): 53歳女性, AcomA An.の最大径は13 mmと比較的大きく, 動脈瘤頸部上部から前頭蓋底までが13 mmの高位AcomA An. (**Fig. 6A**)でありAIHを選択した。AcomA complexを十分確認(**Fig. 6B**)したのちにクリッピングを施行した。術後CTAにて血管温存と動脈瘤消失を確認した(**Fig. 6C**)。

〈症例6〉AIH (case No. 54): 64歳女性, dorsal projectionのAcomA An.で, 動脈瘤頸部上部から前頭蓋底までが14 mmの高位動脈瘤(**Fig. 7A**)でありAIHAを選択した。hypothalamic arteryを含むAcomA complexを十分確認(**Fig. 7B**)したのちにクリッピングを施行した。術後CTAにて血管温存と動脈瘤消失を確認した(**Fig. 7C**)。

考 察

AcomA complexにおいては左右A1の優位性やそれに伴う左右A2の前後関係の要因や, 近傍血管の破格を認めることが比較的多い部位¹³⁾である。また, この部位からはrecurrent artery of Heubnerやhypothalamic arteryが分岐しており, それらの閉塞により前者では強い不全麻痺や優位半球の場合には失語症, 後者では高度の記憶力障害を呈する⁶⁾。AcomA An.に対するクリッピング術においてはこれらの分枝・穿通枝を確実に温存することが重要となり, AcomA complexが十分に確認可能でなおかつ操作性の高いアプローチ選択が重要となる⁵⁾。AcomA An.に対する手術ではPA¹⁵⁾とAIH¹⁶⁾のいずれかが選択されることがほとんどであり, それぞれの術者のアプローチに対する習熟度やAcomA complexの形状・動脈瘤のサイズや

Fig. 8 Schematic representation of selection of surgical approach for AcomA An.
AcomA An.: anterior communicating artery aneurysm, PA: pterional approach, AIH: anterior interhemispheric approach

高位などによるさまざまな要因にてアプローチが選択されている。当科における AcomA An. に対するアプローチ法選択の方針とその利点について **Fig. 8** に記した。

高位またはサイズの大きな AcomA An. に対するクリッピング術においては AIH が絶対的適応となる⁹⁾¹⁷⁾。高位 AcomA An. に対して PA で手術を行うと必然的に前頭葉の強い牽引が必要となり、術後の脳挫傷の発生が危惧される¹²⁾。また、大きな AcomA An. においては PA では AcomA complex の十分な確認が困難であり、穿通枝障害の発生が危惧されるが、AIH であればサイズが大きな AcomA An. においても AcomA complex が十分確認可能である。また、A3-A3 bypass 併用下に母血管閉塞を行う必要性が生じることもあるため¹¹⁾、AIH が絶対的適応と考える。われわれのシリーズでも高位病変・比較的大きな AcomA An. に対して AIH を選択し、合併症なく良好な動脈瘤閉鎖が可能であった。

hypothalamic artery は AcomA complex の上部から分岐する頻度が高く⁶⁾、dorsal projection の動脈瘤では同一方向への走行となるため、この向きの AcomA An. の手術においてはその温存に特に注意が必要となる⁸⁾。dorsal projection の AcomA An. に対しては AIHA が絶対的適

応との報告を認める¹⁰⁾が、その一方で PA にて処置が可能との報告も認められる²⁾¹²⁾。われわれは dorsal projection の AcomA An. においては PA を選択することを基本とし、高位病変などその他の要因の合併にて AIH を選択することもある。dorsal projection の AcomA An. に対して PA を行う際の side selection においては、左右 A2 の前後関係が重要となる。A2 近位部が前に位置する側からのアプローチとし、アプローチ側の A1-A2 junction と直回の間を剝離し、この間から AcomA complex および AcomA An. を観察する。必要に応じて直回を一部吸引除去することで十分に視野を確保することも必要となる。一方で dorsal projection の動脈瘤に対して A2 後方からの PA を選択した場合にはアプローチ側の A2 が視野の妨げとなり、十分な AcomA complex と動脈瘤および穿通枝確認が困難となるので注意が必要である。

これらサイズの大きい・高位病変・dorsal projection の AcomA An. 以外においては、PA のみを選択することでも安全確実なクリッピング術が可能であるが、十分な AcomA complex の確認のためには side selection が重要であることが強調されている¹⁾²⁾¹²⁾。AcomA An. の症例においては A1 dominance が認められることが多く、優位

側の A1-A2 junction⁶⁾や A1-A2 angle がより狭い側に動脈瘤が発生しやすい⁷⁾とされる。また、A1 dominance の程度により左右 A2 の前後関係も影響を受け、side selection においては術前の画像診断による詳細な検討が必要となる。AcomA complex は A2 がより後方に位置する方向からの確認の方が A2 前方側からの確認よりも容易であり、通常は A2 がより後方に位置する側からの PA を選択する。一方で、A1 dominance が極端である場合には AcomA complex が A1 優位側に傾く、いわゆる“逆捻れ”を呈するが⁵⁾、このような症例において A2 がより後方に位置する側からの PA にて手術を行うと、動脈瘤を AcomA complex 越しに観察することとなり、操作野が非常に手狭になるか、アプローチ側の前頭葉を強く牽引することによる脳損傷のリスクが高くなると考えられる。動脈瘤は A1 非優位側に突出することにより、A2 がより前方に位置する側からの PA にて AcomA complex と動脈瘤の確認がより容易になる。AcomA complex が極端に左右どちらかに偏在する場合には、偏在する side からの PA を行うことで、より浅い操作野での AcomA complex の確認が可能となる。逆に偏在する対側からの PA では深い操作野での動脈瘤周囲の確認が必要となり、困難な操作となりうることが想定される。われわれの今回のシリーズでも同様の side selection を行うことで、十分な AcomA complex の確認が可能となり、結果術後穿通枝梗塞の発生は認められず、良好な動脈瘤閉鎖が可能であった。

AcomA An. が下向きに突出する際には視神経との癒着から対側の A1 の確保にこつを要することがある。早期の proximal control のためには両側 A1 の確保が重要である。動脈瘤ドームが視神経や視交叉に癒着する場合、対側 A1 が直線状に走行する症例においては lamina terminalis cistern にてアプローチ側 A1 から動脈瘤頸部を超えて対側 A1 にアプローチし確保する。また、対側 A1 が dorsal convex の走行をとる場合には両側 A2 近位および AcomA complex の上部にて対側 A1 を同定することで、早期の proximal control が可能となる。

ま と め

AcomA An. に対する開頭クリッピング術においては、AcomA complex の形態や瘤の高さおよび大きさから適切なアプローチ法を選択することで安全な手術が遂行できると考えられた。

本論文の要旨は、第 42 回日本脳卒中の外科学会(2012 年 3 月 22 日、東京)において発表した。

文 献

- 1) Agrawal A, Kato Y, Chen L, *et al*: Anterior communicating artery aneurysms: an overview. *Minim Invasive Neurosurg* 51: 131-135, 2008
- 2) Chen L, Agrawal A, Kato Y, *et al*: Role of aneurysm projection in “A2” fork orientation for determining the side of surgical approach. *Acta Neurochir* 151: 925-933, 2009
- 3) 藤本康裕, 池田宏也, 山本 聡: Pterional approach による前交通動脈瘤の手術—術前脳血管撮影と術中局所解剖による接近法の検討—。脳卒中の外科 19: 35-39, 1991
- 4) Gonzalez-Darder JM: ACoA angle measured by computed tomographic angiography and its relevance in the pterional approach for ACoA aneurysms. *Neurol Res* 24: 291-295, 2002
- 5) 飯原弘二, 永田 泉: 未破裂脳動脈瘤に対する外科的治療。脳神経外科学大系 8 出血性脳血管障害, 東京, 2004, pp278-263
- 6) 井上 亨, 福井仁士, Day AL: 前交通動脈および前交通動脈の微小外科解剖。顕微鏡下手術のための脳神経外科解剖 III—脳槽, 脳裂と脳溝—, サイメッド・パブリケーションズ, 東京, 1991, pp31-38
- 7) Kasuya H, Shimizu T, Nakaya K, *et al*: Angles between A1 and A2 segments of the anterior cerebral artery visualized by three-dimensional computed tomographic angiography and association of anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery* 45: 89-94, 1999
- 8) 斎藤隆史, 倉島昭彦, 山下慎也, ほか: 前交通動脈瘤手術における hypothalamic artery 温存のための検討。No Shinkei Geka 35(9): 881-885, 2007
- 9) 佐野公俊: 前交通動脈瘤の手術。No Shinkei Geka 28(1): 9-16, 2000
- 10) 澤田元史, 八十川雄図, 岩間 亨: 未破裂前交通動脈瘤へのより安全な手術アプローチ—瘤の突出方向による手術法の選択—。脳卒中の外科 39: 449-453, 2011
- 11) Sekhar LN, Natarajan SK, Britz GW, *et al*: Microsurgical management of anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery* 61(5 Suppl 2): 273-292, 2007
- 12) Suzuki M, Fujisawa H, Ishihara H, *et al*: Side selection of pterional approach for anterior communicating artery aneurysms—surgical anatomy and strategy. *Acta Neurochir* (Wien) 150: 31-39, 2008
- 13) 鈴木倫保, 小川 彰, 嘉山孝正, ほか: 前交通動脈瘤に伴う血管奇形。No Shinkei Geka 16: 498-502, 1988
- 14) The UCAS Japan Investigators: The Natural Course of Unruptured Cerebral Aneurysms in a Japanese Cohort. *N Engl J Med* 366: 2474-2482, 2012
- 15) Yasargil MG, Fox JL, Ray MW: The operative approach to aneurysms of the anterior communicating artery, in Krayenbühl H (ed): *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*, Vol 2. Springer, Wien, 1975, pp113-170
- 16) 安井信之: 手術手技。山浦 晶 (編): 脳動脈瘤の外科—Standard and Modified Techniques. 1I. Standard Techniques 5. 前大脳動脈, 医学書院, 東京, 1995, pp122-131
- 17) 米川泰弘: 脳神経外科手術手技に関する私見とその歴史的背景, 3. 脳動脈瘤: Anterior Circulation—Pterional Approach. No Shinkei Geka 35(7): 703-718, 2007