原 著

動脈瘤 clipping 術後長期経過例の脳血管撮影上の 変化についての検討

—de novo および発育・増大する未破裂小動脈瘤—

倉島 昭彦, 大塚 顕, 斎藤 隆史
小田 温, 青木 悟, 村上 博淳

The Importance of Long Term Follow-up Angiography after Clipping for the Cerebral Aneurysms: Focusing on “de novo” and Enlarged Unruptured Aneurysms

Akihiko KURASHIMA, M.D., Akira OTSUKA, M.D., Takafumi SAITO, M.D.,
Tazunu ODA, M.D., Satoru AOKI, M.D., and Hiroatsu MURAKAMI, M.D.

Department of Neurosurgery, Nagano Red Cross Hospital, Nagano, Japan

Summary: Based on the conclusion of our previous report, we performed follow-up angiography on the 61 outpatients who had undergone neck clippings for cerebral aneurysms more than 5 years ago. According to the findings of the original angiograms, they were classified into 4 groups: Group 1 consists of 34 cases without abnormal finding. Group 2a consists of 14 cases with small, unruptured aneurysms, that were too small to operate on. Group 2b is 10 cases with residual aneurysmal necks after the previous surgery and Group 3 is 6 cases of SAH with unknown etiology.

In 6 out of the 14 cases (44%) from Group 2a, unruptured, untreated small aneurysms had enlarged over an average of 9.8 years. The characteristics of the patients with such aneurysms are: 1) blood pressure under poor control ($p < 0.05$) and 2) 50 percent have de novo aneurysms. Also there was a multiplicity of time and site for aneurysms in these cases.

The enlargement of the residual aneurysmal neck was only found in Group 2b in 2 incomplete clipping cases. As well, the origin of the SAH remained unknown in all cases of Group 3 over a 15.8-year period (on average) before follow-up.

A total of 8 de novo aneurysms were found in 7 cases (3 cases each in Group 1 and 2a and 1 case in Group 2b). The average time before follow-up was 16.2 years. This incidence (11.5%) is considerably higher than the previously assumed rate of around 1 percent. The characteristics of the patients with de novo aneurysms are: 1) 86% female, 2) the average time before confirmation is as long as 16.2 years, 3) all are cases of multiple aneurysms, and 4) 71% have hypertension. There were close similarities between the features of de novo aneurysm and multiple aneurysm cases. These facts lead us to support the hypothesis that de novo aneurysms are one of multiple aneurysms but develop at a different time. As well, patients with aneurysms have the potential to develop into recurring SAH. The best approach to treatment is to do follow-up angiography periodically.

Key words:

- aneurysm
- de novo
- enlarged
- long-term
- angiography

Surg Cereb Stroke

(Jpn) 29: 357-363, 2001

はじめに

過去にくも膜下出血(SAH)を発症し、出血源の脳動脈瘤に対して頸部 clipping 術を施行されているにもかかわらず長期間のインターバルのち再度SAHをきたした症例が17例存在することをわれわれは別報⁴⁾で報告し検討した。その結果再出血の原因のトップはde novo aneurysm¹⁾(47%)であり、2番目は初回時は手術適応と考えられなかった未処置未破裂小動脈瘤が成長増大したgrowing up aneurysm⁵⁾(29%)であった。de novo aneurysm例を分析すると多発動脈瘤症例の特徴と重複する点が多く、de novo aneurysmは多発動脈瘤が時間的差異をもって発生したものとする考え方が妥当と思われた。したがって再発SAHに至らない長期経過例においても水面下にde novo aneurysmはもっと高い頻度で発生している可能性がある予測された。growing up aneurysmについては、高血圧症例、多発動脈瘤症例、内頸動脈瘤症例に多いなどの特徴はとらえられたが、症例数が少なく、非破裂例や非増大例での検討を要すると考えられた。そこで今回これらを検討するために、SAHの既往をもつ当科外来通院患者で長期間経過している症例61例に対して脳血管撮影のfollow-upを実施した。さらにSAH unknown etiologyと診断されていた例や前回手術の際に動脈瘤の柄部残存(residual neck)が認められた例において、長期間の時間経過がどんな変化をもたらすかもあわせて検討した。

対象および方法

当科では1971年から1998年までにのべ1001例のSAH症例を経験し、手術適応のあった706例の脳動脈瘤症例の96.9%にあたる684例に対して脳動脈瘤頸部クリッピング術を施行した。このうち定期的に外来通院しているSAH術後5年以上経過症例に(特に10年以上の長期経過例を中心に)対して脳血管の再評価の必要性和follow-upの趣旨を説明した。また、診療録の記載上初回SAH時に手術的治療が躊躇された未処置未破裂小動脈瘤を有している症例、過去のクリッピング術後の血管撮影で柄部残存(residual

neck)が認められた症例、SAH unknown etiologyとしてfollow-upされていた症例に対してもinformed consentを行い脳血管撮影を勧め、検査の同意が得られて実施できた総数61例について検討した。当科における『手術的治療が躊躇された未破裂小動脈瘤』の定義としては、①径4 mm以下で、②blebをもたない、③broad neckの小動脈瘤がそれに相当する。

脳血管撮影のfollow-upは可能な限りカテーテルを用いたconventional angiographyを行い、高齢者や患者の希望に応じて一部の症例では3D-CT血管撮影にて評価した。前者は2倍拡大・連続ステレオ撮影を原則とし、後者は東芝X-Vision GX Helical CT scannerにてスライス厚1 mm, bed speed 15 mm/sec, 再構成間隔0.5 mmで行った。

脳血管の評価にあたっては61例を次に示す3群、4グループに分けて検討した。

I群：過去の血管撮影にて将来的にSAHを再発する要素のみられなかった症例。

II群：過去の血管撮影にて将来的にSAHを起こしうる病変が存在していた症例。

IIa：未処置未破裂小動脈瘤症例

IIb：clipping 後の柄部残存症例

III群：SAH unknown etiologyとして経過観察されていた症例。

結 果

1. I群：34例(Table 1)

男性15例、女性19例で、初回SAH時およびfollow-up時の平均年齢はそれぞれ48.9歳、60.6歳、再評価までの平均期間11.3年であった。follow-up血管撮影はconventional angiography 19例(平均年齢57.4歳)、3D-CT血管撮影15例(平均年齢64.7歳)で行った。34例中31例はSAHを起こしうる新たな病変は現在においても認めなかった。31例の平均経過年数は10.8年で基礎疾患として高血圧を有する者は22例存在したがそのうち13例は血圧コントロールが良好で、9例は高血圧症を有さない症例であった。

Table 1 Summary of the cases whose angiograms taken after initial surgery were normal (34 cases)

Follow-up angiograms	No.	Age (y.o.)	Interval (years)	Male/Female	Blood pressure		Case of multiple aneurysm
					hypertensive	good control (no HT)	
aneurysm (—)	31	60.4	10.8	15/16	9	22 (9)	2
aneurysm (+) (de novo aneurysm)	3	63.0	16.3	0/3	0	3 (1)	3

Abbreviations: y.o.=years old, HT=hypertension

Fig. 1 A case of de novo aneurysm. **(A)** The right vertebral arteriogram taken at the time of initial SAH. **(B)** The right vertebral arteriogram taken after a 21-year period from the previous SAH indicates the right VA-PICA de novo aneurysm.

A | B

Table 2 Summary of the cases with unruptured small aneurysms (14 cases)

	No.	Male/Female	Age (y.o.)	Interval (years)	Blood pressure		De novo aneurysm
					hypertensive	good control	
growing cases	6	1/5	64.4	10.5	5	1	3
no change cases	8	3/4	66.4	10.0	2	6	0

方3症例で de novo aneurysm を認めた (**Fig. 1**)。3例全例女性で、平均年齢63.0歳、平均経過年数は16.3年(6-22年)であった。3例中2例は高血圧症例であったが血圧のコントロールは良好であった。de novo aneurysm を認めなかった31例と de novo aneurysm 例で異なる点は、平均経過年数が10.8年、16.3年と後者で長期経過例が多いこと、さらに後者は全例女性であることがあげられる。しかし最も特徴的な事実、一般的には20-30%前後存在するといわれる多発動脈瘤症例の占める割合が前者で31例中2例、6.5%と極端に少なかったことであった。

2. II群

① IIa群(未処置未破裂小動脈瘤例)14例(**Table 2**)

未破裂小動脈瘤の存在が既知であった12例、III群のSAH unknown etiology 症例のうち retrospective な再評価で実は微小な動脈瘤が過去にもあったと判断された false negative 2例を加えた計14例、19動脈瘤を対象として検討した。男性5例、女性9例、初回SAH時と follow-up 時の平均年齢がそれぞれ55.3歳と65.3歳で、平均経過年数は10.0年であった。脳血管の評価法は conventional angiography が11例、3D-CT血管撮影が3例であった。

増大の基準は動脈瘤の dome の高さ、径の測定値のどちらかまたは双方が増加しているものを増大例とした。

増大例は14例中6例(43%)、19動脈瘤中6個(32%)で、男性1例、女性5例、平均経過年数は10.5年であった。高血圧の既往は6例全例に認められ、このうち5例は血圧の良好なコントロールが得られていなかった。6例中半数にあたる3例に de novo aneurysm が合併していた。一方、増大がみられなかった8例は男性3例、女性4例、follow-up までの平均経過年数が10.0年であった。高血圧の既往は8例全例に認められたがこのうち6例は良好な血圧にコントロールされていた(**Table 2**)。増大した動脈瘤の部位は内頸動脈瘤(ICA)10個中4個、前大脳動脈(ACA)4個中2個、中大脳動脈(MCA)5個中0個、椎骨・脳底動脈(V-B)0個で、中大脳動脈瘤は全例増大がみられなかった(**Table 3**)。同一個体で複数の未処置未破裂小動脈瘤を有している症例が3例あった。1例は両側内頸動脈-後交通動脈瘤(IC-Pcom)、左内頸動脈-眼動脈瘤(IC-Oph)、IC cave の計4個のうち IC-Oph. のみが増大し、2例目は左 IC-Pcom と中大脳動脈分岐部動脈瘤(M1-M2)のうち IC-Pcom のみが増大した。3例目は両側 M1-M2 動脈瘤で両者増大なしであった。また、giant IC-Oph. aneurysm に対して proxi-

mal balloon occlusion 施行した例に合併した前交通動脈瘤 (小動脈瘤) で, 1, 2, 3 年目にそれぞれ脳血管撮影を行ったが増大はみられず, 5 年目に初めて顕著な増大を認めて clipping を施行した例が 1 例存在した (Fig. 2). このように動脈瘤の部位による増大の有無や増大速度には多様性がみられた.

② IIb 群: clipping 後の柄部残存症例 (Table 4)

男性 5 例, 女性 5 例の計 10 例で, SAH 発症時および follow-up 時の平均年齢が 47.3 歳, 57.5 歳, 平均インターバル 10.2 年であった. 全例とも conventional angiography にて再評価した. このうち残存柄部の増大がみられたものは 2 例のみで, 両者とも初回 clipping が不完全な dome clipping 例で経過年数はともに 13 年であった. 不変例は 5

例, 平均インターバル 11.4 年で, 消失もしくは縮小した例が 3 例, 平均インターバル 5.2 年であった. 高血圧症を有したのは増大例 2 例中 2 例, 不変例 5 例中 3 例, 縮小例 3 例中 1 例であった. 動脈瘤の場所は, neck の増大がみられた 2 例とも前交通動脈瘤 (Acom) で, 不変・縮小例は ICA 2 個, MCA 2 個, ACA 4 個であった (Table 4). 動脈瘤の場所, 高血圧の有無, 血圧コントロールの良否と残存柄部増大との間には有意な相関性は認めなかった. 26 年の経過で Acom の residual neck は不変であったが, ACA 遠位 (A2-A3), MCA 分岐部 (M1-M2), IC-Pcom の計 3 個の de novo aneurysm がいずれも右側のみに認められた症例が 1 例存在した.

3. III 群 (SAH unknown etiology) (Table 5)

男性 4 例, 女性 2 例の計 6 例, 初回 SAH 時および follow-up 時の平均年齢はそれぞれ 43.3 歳, 58.6 歳でインターバルは 15.3 年であった. このうち follow-up 時の血管撮影で動脈瘤が確認できたものが 2 例存在した. 2 例とも前交通動脈瘤症例で, retrospective な有利な観察眼で以前の写真を再評価したところ 2 例とも初回フィルムにおいても微小な動脈瘤様隆起性病変が存在していると判断されたため前記したように false negative case として IIa 群に含めて検討した. したがって真の SAH unknown etiology は

Table 3 The sites of growing aneurysms

	ICA	MCA	ACA	V-B
growing aneurysms	4	0	2	0
not grown	6	5	2	0

Abbreviations: ICA=Internal carotid artery aneurysm, MCA=Middle cerebral artery aneurysm, ACA=Anterior cerebral artery aneurysm, V-B=Vertebro-Basilar artery aneurysm.

Fig. 2 A case of small unruptured anterior communicating artery aneurysm which had been evaluated periodically. Left internal carotid arteriogram taken (A) a year, (B) two years, (C) three years, (D) five years after the first angiography. The obvious enlargement of the aneurysm only seen in (D) indicates that it might have started to grow at least three years after the initial angiography.

A	B
C	D

Table 4 Summary of the cases with residual neck (10 cases)

	No.	Age (y.o.)	Interval (years)	Sites of aneurysms				Blood pressure		De novo aneurysm
				ICA	MCA	ACA	V-B	hypertensive	normotensive	
no change	5	60.6	11.4	1	1	3	0	3	2	1
disappeared or shrunk	3	52.0	5.2	1	1	1	0	1	2	0
enlarged	2	59.5	13.0	0	0	2	0	2	0	0

Abbreviations: No.=number, y.o.=years old, ICA=internal carotid artery, MCA=middle cerebral artery, ACA=anterior cerebral artery, V-B=vertebro-basilar artery

Table 5 Summary of the “SAH unknown etiology” cases (6 cases)

Aneurysm		No.	Male/Female	Age (y.o.)	Interval (years)	Blood pressure	
before	now					hypertensive	normotensive
(-)	(+)	2*	2/0	67.5	22.5	1	1
(-)	(-)	4	1/3	58.5	15.8	1	3

*: These two are not the true “SAH unknown etiology” but “false negative” cases.

残りの4例で、全例とも平均15.8年を経たfollow-upにおいても動脈瘤を確認できなかった。高血圧を有していたのは4例中1例のみであった(**Table 5**)。

4. de novo aneurysm のまとめ (**Table 6**)

61例中de novo aneurysmを認めた例がI群で3例、IIa群で3例、IIb群で1例の計7例、8動脈瘤であった。follow-up 血管撮影は7例全例ともconventional angiographyで、読影・診断は複数の脳外科医により行われた。初発SAH時およびfollow-up時の平均年齢はそれぞれ47.0歳、63.3歳で、経過年数は最短6年、最長26年、平均16.2年であった。性別は7例中6例(86%)が女性であった。de novo aneurysmの場所はACA: 2個、ICA: 3個、MCA: 2個、V-B: 2個であった。de novo aneurysmがmirror siteに発生したものは、過去の動脈瘤がICA系であった4例中1例、M1M2動脈瘤の3例中1例の計2例であった。高血圧の既往例は7例中5例(71%)で、そのうちコントロール不良例は3例であった。

考 察

以前われわれは別報でSAH再発例の検討を行い、破裂de novo aneurysm症例の特徴として①平均15.8年という長期経過例に多い、②基礎疾患として高血圧を有す症例に多い(75%)、③全例多発動脈瘤症例である、④女性に多い(75%)、⑤mirror siteに発生しやすい、の5点をあげた。そして、③④⑤の多発動脈瘤症例との共通性をふまえ、de novo aneurysmは時間的差異をもって発生した多発動脈瘤の1表現型ではないかとする説¹⁰⁾を支持した。ただ

頻度の点で684手術例中の8例、1.2%と低かったことがこの説では説明しにくく、破裂に至らぬde novo aneurysmがSAH既往後長期経過例にはもっと高い比率で存在しているのではないかと予測をたてた。

今回のstudyでde novo aneurysmを確認した症例は、61例中7例、11.5%と従来の報告とは比較にならないほど高率だった。今回われわれが対象にした母集団は、SAH後長期間にわたり当科に通院している外来患者でかつfollow-up 血管撮影の実施に承諾してくれた症例であるという2条件を満たした集団である。発生率を論ずる場合、母集団全員に脳血管の評価を行い検討しなければならないが、これは実質的には困難である。今回のI群に至っては上記2条件のほかは特別な条件を設けていないので、無作為抽出に近い意味合いの集団とみなすことができる。そのI群においてde novo aneurysmの発生率が8.8%(ちなみにIIa群はさらに高く21.4%、IIb群10%)であったことから予測すると、破裂に至っていないだけでde novo aneurysmの発生は実はもっと頻度の高い現象の可能性がある。

破裂de novo aneurysm例にみられた特徴の5点を非破裂例で検証してみると、①に関してはfollow-up期間6-26年、平均16.3年とやはり長期経過例が多かった。このことは動脈瘤患者において時間経過は脳血管になにか変化をもたらす重要な因子のひとつであることを示唆している。また、長期経過例とはすなわち加齢が進み高齢化することであり、高齢者ほど多発動脈瘤症例の比率が増す事実とも関連していると思われた。②の高血圧の有病率も、7例中5例(71.4%)とやはり高かった。しかし、この5例中コントロールが不良であったのは3例で、高血圧のない2例と

Table 6 Summary of the cases with de novo aneurysms (7 cases)

Case	Sex	Age	Interval	Site of aneurysms		Hypertension	Supplement
				past	now (*de novo)		
1	F	65	22	lt. M1M2 (clipped)	rt. M1M2*	No	
2	F	54	6	lt. IC-Pcom (clipped)	rt. IC-Acho*	Yes, controlled	
3	F	70	21	rt. IC-Pcom (clipped)	rt. VA-PICA*	Yes, controlled	
4	F	65	26	rt. M1M2 (clipped)			
				Acom (clipped, residual neck+)	rt. A2-A3*	Yes	residual neck, no change
					rt. M1-M2*		
					rt. IC-Pcom*		
5	F	68	9.5	lt. M1M2 (clipped)	rt. A1-A2*	No	unruptured an., grown
				rt. IC-Pcom (unruptured, small)			
6	F	57	7	lt. IC-Pcom (broad neck, wrapping)	lt. VA-PICA*	Yes	unruptured an., grown
7	M	64	22	lt. A2-A3 (very small)	rt. IC-Pcom*	Yes	

Abbreviations: rt.=right, lt.=left, M1M2=M1-M2 junction of middle cerebral artery, IC-Pcom=internal carotid-posterior communicating artery aneurysm, IC-Acho=internal carotid-anterior choroidal artery aneurysm, VA-PICA=vertebral artery-posterior inferior cerebellar artery aneurysm, Acom=anterior communicating artery aneurysm, A2A3=A2-A3 junction of anterior cerebral artery aneurysm

併せて7例中4例は初回SAH以降はほぼnormotensiveにコントロールされていた症例であったことから、破裂例に関しては高血圧が有意な相関因子となるが、de novo aneurysmの発生そのものには必ずしも必須条件ではない可能性がある。③に関しては今回も全例多発動脈瘤症例であったことは当然であるが、他にも傍証が得られた。IIa群は過去に出血源の動脈瘤に対してclippingを行いそれとは別に未破裂の小動脈瘤を認め経過観察していた群であるから、いわば多発動脈瘤症例の集団と考えることができる。この集団におけるde novo aneurysmの発生率が21.4%とI群、IIb群に比して2倍以上も高い比率であったことから、de novo aneurysmは多発動脈瘤症例に多いという特徴をより明確に示している。さらに、I群で新生動脈瘤を認めなかった正常例31例のうちの多発動脈瘤症例はわずかに2例、65%と、一般に報告されている20-30%よりかなり低かったことも③の特徴を逆説的に裏付けている。④に関しては7例中6例が女性(86%)と今回も高く多発動脈瘤の特徴と合致するし、⑤についてもM1M2動脈瘤3症例中1例、IC-PC動脈瘤4例中1例にmirror siteのde novo aneurysmが認められた。

以上より破裂に至らないものも含めるとde novo aneurysmはこれまで報告されていたよりずっと頻度は高いものであり、de novo aneurysmはその発生に時間的multiplicityを有した多発動脈瘤の1型であるという仮説¹⁰⁾をいっそう可能性が高いものに行っていると考えられた。したがってde novo aneurysmはまれな現象ではなく、動脈瘤症例の長いspanでのfollow-upにおいては十分考慮していかなければならない病態と考えられた。

次に未処置未破裂小動脈瘤の検討では16例中7例(44%)

が平均10.5年の経過で増大がみられ、9例(56%)が10.0年の経過で不変だった。増大例と不変例ではTable 2に示すように男女比、平均年齢、経過年数ともに有意差はなく、基礎疾患としての高血圧症も全例に認められたことより、なにが増大例と非増大例を決定するのが興味をもたれるところである。今回、血圧のコントロール状況に着目したところ、不良だったものが増大例7例中6例、不変例9例中2例と有意差を認めた($p<0.05$)ことから、未破裂動脈瘤の増大には血圧の関与が示唆される。さらに増大例6例中3例にde novo aneurysmが合併したことから、動脈瘤の増大と新生の要因には共通因子があることが予測される。また、部位的には内頸動脈瘤の増大する頻度が高く(4/10)中大脳動脈瘤で増大例がなかったことや、前記したように同一症例で増大のみられた動脈瘤と不変の動脈瘤が混在していたり、さらにはFig. 2のように1, 2, 3年とまったく不変で5年目にして明瞭な増大が確認された事実を考慮すると、増大する動脈瘤の部位や増大速度にもmultiplicityが存在していると考えられた。このmultiplicityの解明にはさらに大きな母集団でより多くの因子について調査する必要があると考えられた。

clipping後の柄部残存については症例総数10例とごく少数であるため、増大・非増大因子の特定はできなかった。しかし、増大した2例ともdomeの一部が残存した不完全clipping例であり、residual neckとは分けて考えるべきと思われた。また以前報告したSAH再発例の検討では柄部残存の増大が原因でSAH再発に至った症例が1例もいなかった事実から、residual neckに対しては過度に神経質になって頻回のfollow-up血管撮影を実施する必要はないように思われた。

最後にSAH unknown etiologyの症例に関しては症例数が少ないため断定的なことはいえないが、false negativeの2例を除き4例全員とも平均15.8年の歳月を経ても動脈瘤の確認はできなかったことから、この群はriskの少ないカテゴリーなのではないかと思われた。またfalse negativeの2例の反省から、Acom complexなどの多数の枝が集簇分岐する箇所は3D-DSAをはじめとするさまざまな角度からの血管の観察が重要と考えられた。

近年のMRA, 3D-CT angiographyの技術の進歩は甚だしく、その精度も飛躍的に高まってきている。また、artifactが生じにくいチタン製クリップやMARS(Metal artifact reduction soft)を活用することで3D-CT脳血管撮影、MRAによる脳血管のfollow-upが容易になってくると予想される⁷⁾。脳動脈瘤は永久治療できる疾患ではなくde novo動脈瘤や微小動脈瘤が増大・破裂する危険を常に有しているという観点で定期的なfollow-upと日常全身管理・生活指導していくことが重要と考えられた。

結 論

1. de novo aneurysmは非破裂例も含めると従来の報告よりかなり高頻度に発生していた。
2. de novo aneurysmは時間的差異をもって発生する多発性動脈瘤の1型と推察された。
3. 未処置未破裂小動脈瘤は44%が増大し、増大には血圧のコントロール良・不良の関与が示唆されたが、その他にも部位、時間的に多要素が関与していると考えられた。

4. SAHや脳動脈瘤症例には定期的なfollow-upが不可欠で、それこそが現時点で最も効果的な再発予防法の基礎と考えられた。

文 献

- 1) Crompton MR: The pathogenesis of cerebral aneurysms. *Brain* **89**: 797-814, 1966
- 2) Graf CJ, Hamby WB: Report of a case of cerebral aneurysm in an adult developing apparently de novo. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **27**: 153-156, 1964
- 3) 久保田基夫, 星誠一郎, 砂田莊一, ほか: 脳動脈瘤クリッピング後の再発例・新生例の検討. *脳外誌* **5**: 29-36, 1996
- 4) 倉島昭彦, 大塚 顕, 斎藤隆史, ほか: くも膜下出血再発症例におけるde novoならびにgrowing up aneurysmの検討. *脳卒中の外科* **29**: 351-356, 2001
- 5) 黒川紳一郎, 榎 寿右, 森本哲也: "De novo" 動脈瘤の検討. *The Mt Fuji Workshop on CVD* **13**: 187-190, 1995
- 6) Miller CA, Hill SA, Hunt WE: "De novo" aneurysms A clinical review. *Surg Neurol* **24**: 173-180, 1985
- 7) 宮崎正義, 境 峰嵩, ほか: MARS(メタルアーチファクトリダクションソフト)の有用性—脳内クリップにおいて. *日放線技師会誌* **43**: 1293, 1996
- 8) Rinne JK, Hernesniemi JA: De novo aneurysms: splan-
neurysms. *Neurosurgery* **33**: 981-985, 1993
- 9) Sakaki T, Tominaga M, Miyamoto K, *et al*: Clinical studies of de novo aneurysms. *Neurosurgery* **32**: 512-517, 1993
- 10) 塩川芳昭, 斎藤 勇: 脳動脈瘤の疫学. *Clin Neurosci* **17**: 610-615, 1999
- 11) 三平剛志, 水野 誠, 中島重良, ほか: Growing up aneurysm 25例の検討. *脳神経外科* **19**: 825-830, 1991
- 12) Yim MB, Beak MB, Beak WI, *et al*: Recurrent hemorrhage in patients with previous surgery for cerebral aneurysms. *脳卒中の外科* **26**: 158-163, 1998