原 著

自然経過中に増大・新生を認めた未破裂脳動脈瘤の検討

沖井 則文, 田口 治義, 恩田 純, 栗栖 薫*

Angiographical Growth of Unruptured Aneurysms in Their Natural History

Norifumi OKII, M.D., Haruyoshi TAGUCHI, M.D., Jun ONDA, M.D., and Kaoru KURISU, M.D.*

Department of Neurosurgery, Hiroshima General Hospital and *Department of Neurosurgery, Hiroshima University School of Medicine, Hiroshima, Japan

Summary: The natural history of the unruptured aneurysm is not clear. We retrospectively analyzed 7 cases with 10 unruptured aneurysms and in the literature 18 similar cases with 23 aneurysms that expanded or newly formed due to natural causes.

In our series, the diameters of the aneurysms of the first angiograms were $AN1$ (mm) 0 to 28.63 (mean 8.40, median 6.45). Those of the last angiograms were $AN2$ (mm) 1.82 to 30.11 (mean 11.38, median 8.53). They were performed after 5.8 years of mean follow-up period: ($=Int$). The growth of the aneurysm diameter was G (mm) $= AN2 - AN1$, 1.47 to 7.15 (2.98 ± 2.02). The growth rate was $Gratio$ (mm/yr) $= G/Int$, 0.22 to 2.52 (0.71 ± 0.70). In our series, 4 of 10 aneurysms were ruptured, and the remaining were intact. The mean diameter of the ruptured aneurysms expanded from $AN1$: 7.69 to $AN2$: 12.39. The unruptured ones expanded from $AN1$: 8.87 to $AN2$: 10.70. G of the ruptured aneurysm group was 4.70. The unruptured group was 1.83. Between these two G s were significant differences. $Gratio$ of the ruptured aneurysm group was 1.26. The unruptured group was 0.34. These two $Gratios$ also had significant differences.

In our series $AN2$ of the ruptured aneurysm group was 12.39. This was larger than the unruptured group (10.70). This does not contradict findings in the literature that unruptured aneurysms whose sizes are over 7 mm ~ 10 mm have more risks of rupture.

Together with our series and the literature's, there were 18 de novo aneurysms. Five were so called "mirror image" aneurysms, so suspected one of the causes of the de novo aneurysm was congenital defect of the media, for example.

In our series the aneurysms whose G s were equal to or greater than 2.5 mm, or whose $Gratios$ were equal to or greater than 20.49 mm/years ruptured. We therefore consider $2.5 \text{ mm} \leq G$ or $20.49 \text{ mm/years} \leq Gratio$ as risk factors.

We emphasize the need to estimate and follow up the sizes of the unruptured aneurysms with non-invasive examinations like MRA or CTA. If the sizes of the unruptured aneurysms are expanding by $2.5 \text{ mm} \leq G$ or $20.49 \text{ mm/years} \leq Gratio$, the aneurysms have more risks of rupture, so some kind of surgical intervention is recommended.

Key words:

- unruptured aneurysm
- growing up
- natural history
- cerebral angiography
- de novo

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 26: 106-112, 1998

Fig. 1 Case 6: The first left carotid angiograms, on September 1987 (upper), demonstrating an 11.7 mm left middle cerebral aneurysm (arrowhead, left: anteroposterior view, right: lateral view). The last left carotid angiogram, on September 1993 (lower), showing the aneurysm has expanded. Its diameter was 13.5 mm (arrowhead, left: anteroposterior view, right: lateral view).

はじめに

MRAなどの非侵襲的な脳血管障害のスクリーニングが広く行われるようになり、未破裂脳動脈瘤の手術適応について議論されることが多い。未破裂脳動脈瘤の手術の第一の目的は、将来生じうる動脈瘤の破裂の予防であることはいうまでもない。しかし未破裂脳動脈瘤のすべてが破裂をきたすわけではなく、未破裂脳動脈瘤の自然歴に関する研究が望まれる。われわれは動脈瘤の増大に着目し、自然経過中に未破裂脳動脈瘤の増大・新生が認められた症例を対象に、未破裂脳動脈瘤の増大・新生と脳動脈瘤の破裂との関係についてretrospectiveに検討を加えた。

対象および方法

神経放射線学的に脳動脈瘤の有無、大きさなどを評価可能であった197例、257個の動脈瘤(破裂177個、未破裂80個)のうち、手術の影響あるいは血管狭窄、脳血管奇形などの血流動態異常を有さない症例で、自然経過において経時的に増大・新生を確認できた未破裂脳動脈瘤7例10個を対象とした。血管撮影の画像はPICTファイルとしてMacintoshコンピュータに読み込み、画像処理ソフトNIH imageを用いて動脈瘤の長径を測定した。臨床経過、動脈瘤の部位、高血圧の有無、性別などの因子と動脈瘤の増大について検討した。

Fig. 2 Case 5: The left carotid angiograms, on January 1993 (upper), demonstrating a 12.6 mm left anterior cerebral aneurysm. (arrowhead, left: anteroposterior view, right: lateral view). The last left carotid angiogram, on March 1994 (lower), showing the aneurysm has expanded. Its diameter was 15.5 mm (arrowhead, left: anteroposterior view, right: lateral view).

結 果

年齢は44歳～74歳(60.3±11.0)，10個の動脈瘤の性別は男性3例，女性4例(多発例1例)であった．動脈瘤の発生部位は中大脳動脈が5個，内頸動脈が3個，前大脳動脈が2個であり，中大脳動脈が最多であった．これらの動脈瘤は6個がスクリーニング目的で行われたMRAにおいて発見され，3個が多発脳動脈瘤に合併したくも膜下出血の際に行った脳血管撮影において発見され，1個は動脈瘤に起因する動眼神経障害をきたし，発見されたものである(Fig. 1, 2, Table 1)．経過観察期間(以下Int)は1.2～14.7

Table 1 Clinical summary of 7 cases (10 aneurysms)

Case	Age	Sex	First AN	Second AN	Comp. 1	Comp. 2
1	44	M	AcomA	Rt. MCA	SAH	SAH
2	56	F	Lt. MCA	Rt. ACA	SAH	seizure
3	67	F	Lt. ICA	Rt. ICA	SAH	SAH
4	72	F	—	Rt. ICA	III N palsy	follow up
5	56	M	—	Lt. ACA	incidental	SAH
6	53	M	—	Lt. MCA	incidental	follow up
7	74	F	—	Rt. ICA	incidental	SAH
				Rt. MCA		
				Lt. MCA		
				Lt. MCA		

Abbreviations: First AN=location of the aneurysm detected on the first angiogram, AcomA=anterior communicating artery, MCA=middle cerebral artery, ICA=internal carotid artery, Second AN=location of the aneurysm detected on the last angiogram, ACA=anterior cerebral artery, Comp. 1=state of the patient at the time of the first angiography, Comp. 2=state of the patient at the time of the last angiography, SAH=subarachnoid hemorrhage, III N=oculomotor nerve

Table 2 The growth and the growth rate of aneurysms etc. in our cases

Case	Location	Int (yrs)	AN1 (mm)	AN2 (mm)	G (mm)	Gratio (mm/yrs)	Hypertension	Rupture
1	MCA	3.1	4.63	7.13	2.50	0.80	yes	yes
2	ACA	8.3	0.00	1.82	1.82	0.22	yes	no
3	ICA	14.7	0.34	7.49	7.15	0.49	yes	yes
4	ICA	3.9	28.63	30.11	1.48	0.37	no	no
5	ACA	1.2	12.59	15.53	2.94	2.52	no	yes
6	MCA	6.0	11.69	13.45	1.76	0.29	no	no
7	ICA	5.1	13.18	19.40	6.22	1.23	yes	yes
	MCA	5.1	7.22	9.57	2.35	0.46		
	MCA	5.1	0.00	2.11	2.11	0.42		
	MCA	5.1	5.68	7.15	1.47	0.29		
mean		5.8	8.40	11.38	2.98	0.71		
rupture		6.0	7.69	12.39	4.70*	1.26**		
unrupture		5.6	8.87	10.70	1.83*	0.34**		

Abbreviations: Int=time between the first and the last angiography, AN1=size of the aneurysm detected on the first cerebral angiogram, AN2=size of the aneurysm detected on the last cerebral angiogram, G=AN2-AN1, Gratio=[AN2-AN1]/Int

*, **=Between groups of ruptured aneurysms and groups of unruptured ones were significant differences ($P<0.05$).

(5.8 ± 3.6) yearsである。初回脳血管撮影時の動脈瘤の長径(以下 AN1)は0~28.63(mean 8.40, median 6.45) mmであった(なお, 0 mmは初回の脳血管撮影時には動脈瘤が認められなかったものである)。2回目の脳血管撮影時の動脈瘤の長径(以下 AN2)は1.82~30.11(mean 11.38, median 8.53) mmであり, 経過観察中の動脈瘤長径の差: $G=AN2-AN1$ (以下 G)は1.47~7.15(2.98 ± 2.02) mmであった。1年間あたりの動脈瘤の増大率: $Gratio=G/Int$ (以下 Gratio)は0.22~2.52(0.71 ± 0.70) mm/yoursであった。これら7例10個の動脈瘤のうち, 4例4個が破裂した。

これらにつき統計学的検討を行った。検定はStudent's t検定を行った。破裂群と非破裂群との比較では, AN1は破裂群7.69, 非破裂群8.87であり有意差はないが破裂群のほうが小さかった。AN2は破裂群12.39, 非破裂群10.70でありその大きさは経過中に逆転していた。Intは破裂群6.0, 非破裂群5.6であり有意差は認めなかった。Gは破裂群4.70, 非破裂群1.83であり破裂群の方が有意に増大していた($p=0.0155$)。Gratioは破裂群1.26, 非破裂群0.34であり, これも破裂群の方が有意に増大率が大きかった($p=0.0327$)。高血圧は7例中4例に認められ, うち3例(75%)が破裂をきたした(Table 2)。

考 察

1. 未破裂脳動脈瘤の大きさと破裂

一般に未破裂脳動脈瘤は巨大なものを除けば10 mm以上のものが破裂しやすいといわれている^{10) 12) 18) 19)}。Asariら²⁾は9 mm以下や20 mm以上のものと比較して10~19 mmの動脈瘤は, より破裂のリスクが高いと述べて

いる。Inagawaら⁸⁾の多発脳動脈瘤を有するくも膜下出血24症例の剖検例でも, 破裂した動脈瘤の99%はその大きさが未破裂のものと比較して同径以上であったと報告している。Wiebersら^{18) 19)}の未破裂脳動脈瘤153個, 8年間の経過観察では, 10 mm以上の未破裂脳動脈瘤51個のうち29%が破裂し, その長径は10~40 mm(平均21.3 mm)であった。一方長径10 mm以下の未破裂脳動脈瘤102個は破裂しなかった。したがって, 10 mm以下の未破裂脳動脈瘤の破裂する確率は非常に低いと述べている。Juvelaら⁹⁾は未破裂脳動脈瘤142例(181個)を10年間, 経過観察し, うち27例が破裂している。彼らは破裂の予測因子は動脈瘤の大きさであり, 7 mm以上の動脈瘤はそれより小さいものに比較して2.18倍破裂しやすいと述べている。

これらを総合するとやはり7~10 mm以上の未破裂脳動脈瘤は, それより小さい動脈瘤より破裂の頻度は多いと考えられる。われわれのシリーズでもAN2は破裂群12.39, 非破裂群10.70であり破裂群の方が動脈瘤が大きかった。

2. 未破裂脳動脈瘤の増大・新生

未破裂脳動脈瘤の増大・新生の報告例はいくつか散見される^{1) 5) 6) 13) 14) 16) 17)}。新生例といわれるものの多くは, 対側内頸動脈結紮や狭窄あるいはazygos ACAなどの血管奇形によってもたらされる, 脳血流動態の異常や, 手術部位近傍の機械的, 化学的な血管壁の変性に起因するものが多い。それらの影響が及んでいない, 純然たるde novo aneurysmや増大した動脈瘤の報告は少ない。Grafら⁶⁾は右中大脳動脈瘤クリッピング術の3年後に左中大脳動脈瘤の新生した症例をde novo aneurysmとして最初に報告

Table 3 Review of 18 de novo aneurysms and 15 expanding aneurysms without any evident causes

Author	Age	Sex	First AN	Int (yrs)	Second AN	New or Growth	Mirror image	AN1 (mm)	AN2 (mm)	G (mm)	Gratio (mm/yr)	Comp. 1	Comp. 2	Result	Hypertension
Our cases	44	M	AcomA	3.1	Rt. MCA	Growth		4.6	7.1	2.5	0.8	SAH	SAH	good	yes
	56	F	Lt. MCA	8.3	Rt. ACA	New	no	0.0	1.8	1.8	0.2	SAH	seizure	good	yes
	67	F	Lt. ICA	14.7	Rt. ICA	Growth		0.3	7.5	7.2	0.5	SAH	SAH	poor	yes
	72	F	-	3.9	Rt. ICA	Growth		28.6	30.1	1.5	0.4	III N palsy	follow up	good	no
	56	M	-	1.2	Lt. ACA	Growth		12.6	15.5	2.9	2.5	incidental	SAH	dead	no
	53	M	-	6.0	Lt. MCA	Growth		11.7	13.5	1.8	0.3	incidental	follow up	fair	no
	74	F	-	5.1	Rt. ICA	Growth		13.2	19.4	6.2	1.2	incidental	SAH	dead	yes
				5.1	Rt. MCA	Growth		7.2	9.6	2.3	0.5				
				5.1	Lt. MCA	Growth		0.0	2.1	2.1	0.4				
Graf <i>et al.</i> (1964)	39	F	Rt. MCA	3.0	Lt. MCA	New	yes	0.0	?			SAH	SAH	dead	
Schievink <i>et al.</i> (1992)	57	F	Rt. PICA	9.5	Rt. ACA	Growth		?	?			SAH	SAH	good	
Nukui <i>et al.</i> (1982)	41	M	Rt. ICA	4.0	Rt. PICA	Growth		2.0	4.5	2.5	0.6	SAH	SAH	good	
	50	F		9.0	Acom	New	no	0.0	4.0	4.0	0.4	head injury	SAH?	dead	yes
				9.0	Rt. ACA	New	no	0.0	7.0	7.0	0.8		SAH?		
	53	F	Lt. ICA	3.0	Rt. ICA	New	yes	0.0	6.0	6.0	2.0	SAH	SAH	dead	no
	44	F	Rt. MCA	3.5	Rt. ACA	Growth		1.0	5.0	4.0	1.1	SAH	SAH	good	no
			Rt. MCA	5.6	Lt. ICA	Growth		4.0	9.0	5.0	0.9	SAH	SAH	good	
	38	F	Rt. MCA	5.3	Acom	Growth		2.0	9.0	7.0	1.3	SAH	SAH	dead	yes
	53	F	Lt. ICA, Lt. MCA	13.0	Acom	Growth		2.0	8.0	6.0	0.5	SAH	SAH	dead	no
	31	F	Lt. ICA	3.0	Rt. ICA	New	yes	0.0	4.0	4.0	1.3	SAH	SAH	poor	
Miller <i>et al.</i> (1985)	49	F	Lt. ICA	11.0	BA	New	no	0.0	2.0	2.0	0.2	SAH	SAH?	fair	
			Lt. ICA	11.0	Rt. ICA	New	no	0.0	2.0	2.0	0.2	SAH			
	41	F	Rt. MCA	5.0	BA	New	no	0.0	?			SAH	SAH	dead	
	30	M	Rt. MCA	4.0	Acom	New	no	0.0	?			SAH	SAH	good	
	51	F	Rt. ICA	8.0	Rt. MCA	New	no	0.0	10.0	10.0	1.3	SAH	SAH	poor	
	48	F	Rt. ICA	20.0	BA	New	no	0.0	25.0	25.0	1.3	SAH	SAH	dead	
	52	F	Rt. ICA	14.0	Lt. ICA	New	yes	0.0	?			SAH	SAH	bad	
	51	F	AcomA	12.0	Rt. ICA	New	no	0.0	?			SAH	SAH	fair	
	39	M	Lt. MCA	8.0	Rt. MCA	New	yes	0.0	?			SAH	SAH	dead	
Kubota <i>et al.</i> (1996)	18	F	Lt. ICA	8.0	Rt. MCA	New	no	0.0	?			SAH	SAH	fair	
					Lt. ICA	New	no	0.0	?			SAH			
					Lt. ICA	New	no	0.0	?			SAH			
					Lt. ICA	New	no	0.0	?			SAH			

Abbreviations: First AN=location of the aneurysm detected on the first angiogram, AcomA=anterior communicating artery, MCA=middle cerebral artery, ICA=internal carotid artery, PICA=posterior inferior cerebellar artery, Int=time between the first and the last angiography, Second AN=location of the aneurysm detected on the last angiogram, BA=basilar artery, New=de novo aneurysm, Growth=expanding aneurysm, Mirror image=two aneurysms which are located in the symmetrical portion of bilateral cerebral arteries, AN1=size of the aneurysm detected on the first cerebral angiogram, AN2=size of the aneurysm detected on the last cerebral angiogram, G=AN2-AN1, Gratio=(AN2-AN1)/Int, Comp. 1=state of the patient at the time of the first angiography, SAH=subarachnoid hemorrhage, III N=oculomotor nerve, Comp. 2=state of the patient at the time of the last angiography

した。

われわれの増大・新生例はすべて血管奇形はなく、手術の影響も及んでいない症例である。このような症例を文献例も含めまとめると **Table 3** のようになる⁵⁾⁶⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。

多くの de novo aneurysm の機序としては、hemodynamic stress が最も考えられている⁷⁾¹¹⁾。しかし今回まとめた誘因の明らかでない de novo aneurysm 18 例中 5 例は、対側の同一な部位に新生しており、いわゆる mirror image である。このことより、de novo aneurysm の形成には Crompton⁴⁾、Graf ら⁶⁾の提唱するように、中膜の欠損などの先天的な要因も加わっていると考えられる。

hemodynamic stress は動脈瘤新生のみでなく動脈瘤増大にも影響を及ぼす。実験的に Austin ら³⁾は動脈瘤内圧の上昇により、突然に動脈瘤径が増大することを報告している。貫井ら¹⁶⁾は血管壁の変化と hemodynamic stress が動脈瘤の新生、増大の原因であろうと述べている。三平ら¹³⁾の破裂脳動脈瘤を含めた増大した動脈瘤の報告では高血圧症が 71%、血管奇形が 29% にみられ、hemodynamic factor をその原因にあげている。また多発脳動脈瘤も多く患者素因の問題もあげている。Wiebers ら¹⁸⁾¹⁹⁾は脳動脈瘤は新生したのち、hemodynamic stress を受けると比較的短期間のうちに増大し、動脈瘤壁の弾性の限界を

Table 4 Growth of the aneurysm diameter and its growth rate in our series and in the literature⁹⁾

Author	Feature	No. of cases	AN1 (mm)	AN2 (mm)	G (mm)	Gratio (mm/yr)
Our cases	Aneurysm rupture	4	7.7	12.39	4.7*	1.26**
	No aneurysm rupture	6	8.87	10.7	1.83*	0.34**
	mean	10	8.4	11.38	2.98	0.71
Juvela (1993)	Aneurysm rupture	17	4	10	5	0.16
	No aneurysm rupture	14	4.5	5	0	0
	mean	31				

Abbreviations: AN1=size of the aneurysm detected on the first cerebral angiogram, AN2=size of the aneurysm detected on the last cerebral angiogram, G=AN2-AN1, Gratio=(AN2-AN1)/Int
*, **=Between groups of ruptured aneurysms and groups of unruptured ones were significant differences (P<0.05).

超えると破裂し、それ以下であると、動脈瘤壁はコラーゲンで頑強に補強されるため、破裂は免れると述べている。

3. 未破裂脳動脈瘤の増大率

文献上、明確に増大率に言及しているのは、渉猟しえた範囲においては、Juvela ら⁹⁾の未破裂脳動脈瘤 31 例、9 年の経過観察に基づいた報告があるのみである。ただし彼らのシリーズにおいて、破裂群は全例動脈瘤が増大しているが、未破裂群で増大したのは 1 例のみであり、未破裂群については本シリーズと比較できない(本シリーズのデータは破裂群、未破裂群ともすべて増大した動脈瘤を対象としている)。彼らのシリーズにおける破裂群の動脈瘤について AN1 は 4、AN2 は 10 であり、G は 5、Gratio は 0.16 と述べている。本シリーズでは破裂群の AN1 は 7.69、AN2 は 12.39、G は 4.70 であり、G については彼らと同程度であった。しかし本シリーズの破裂群の Gratio は 1.26 と彼らより 7.9 倍大きくなった。これは彼らの破裂群の経過観察期間は平均 9.1 年であり、本シリーズのそれは平均 6 年であったために、われわれの Gratio は大きくなったと考えられた。またもともと本シリーズ破裂群の AN1 は彼らの AN1 よりも大きいため、より破裂しやすく、増大率も大きくなったものと考えられる (Table 4)。

4. 増大率と破裂との関係

三平ら¹³⁾の動脈瘤増大例 14 例の報告は破裂脳動脈瘤を含めたものであるが、のちに動脈瘤の破裂または再破裂を生じた症例の増大率は平均の増大率を上回っていたとしている。貫井ら¹⁶⁾は 2 例 3 個の新生動脈瘤と 3 例 4 個の未破裂脳動脈瘤の増大例を報告しているが、未破裂脳動脈瘤の増大例はいずれも破裂をきたしている。Juvela ら⁹⁾は未破裂脳動脈瘤の 9 年間の自然経過において、31 例中破裂した 17 例すべての動脈瘤が増大していたと報告し、破裂しなかった動脈瘤のうちで 14 例中 1 例のみが増大を示していたに過ぎなかったと報告している。

Table 5 Differences between the ruptured aneurysm group and the unruptured group

	Rupture	Unrupture
No. of cases	4	6
Gratio (mm/yr)	0.49 $\leq$	<0.49
G (mm)	2.5 $\leq$	<2.5

The ruptured aneurysm group (4/10) means G is equal to or greater than 0.49 or Gratio is equal to or greater than 2.5.

Abbreviations: G=(size of the aneurysm detected on the first cerebral angiogram)-(size of the aneurysm detected on the last cerebral angiogram), Gratio=G/(the time between the first and the last angiography)

われわれのシリーズでは経過中に破裂した 4 症例、4 個の動脈瘤はいずれも動脈瘤が 2.5 mm 以上増大し、増大率も 0.49 mm/years 以上であった。逆に動脈瘤が 2.5 mm 以上増大したもの、あるいは増大率が 0.49 mm/years 以上の動脈瘤はすべて破裂している。そのうち 2 例はくも膜下出血が激しく、死亡している (Table 5)。

まとめると未破裂脳動脈瘤は経過観察中に動脈瘤が増大することがあり、その割合が大きく、動脈瘤壁の弾性を超えるほどになると破裂に至る。そして 2.5 mm 以上の増大、0.49 mm/years 以上の増大率は破裂の危険があるといえる。

5. 増大率と他の因子との関連

Juvela ら⁹⁾の報告では増大率は性別、平均血圧、動脈瘤の大きさ、年齢には関係ないと述べている。われわれのシリーズでも高血圧例の 75% (3 例/4 例) が破裂群に属していたが、やはり G や Gratio とは一定の関係は得られなかった。

6. 評価方法

動脈瘤は球体であり、その増大は 3 次元的に生じると予想されるため、“真の”増大率を調べるためには動脈瘤の

容積を比較することが望ましいと考えられる。しかしすべての動脈瘤において、follow upの際に、画像情報より動脈瘤の縦、横、高さを得ることは困難である。また仮にそれらを知りえたとしても、容積を求めるためには計算を行わなければならない、非実用的である。さらにJuvelaら⁹⁾の報告でも未破裂脳動脈瘤の唯一の破裂の予見因子は動脈瘤の長径であり、破裂と相関していたと述べている。したがって本シリーズにおいて動脈瘤の増大率を求める際には、動脈瘤の長径を用いた。

7. 破裂の予防

未破裂脳動脈瘤は常に破裂の危険性を秘めており、その危険性は7 mm以上が大きい。また動脈瘤が増大するもの、増大率が大きいものはより破裂しやすい。目安としては2.5 mm以上の増大、0.49 mm/years以上の増大率が危険因子として考えられる。保存的に経過観察する場合には、中川ら¹⁵⁾のように、MRA、CTAなどの非侵襲的な検査法を用いて、最低、半年～1年に一度程度、動脈瘤の形状・大きさなどを評価することが肝要である。

結 論

1. 自然経過中に増大・新生した未破裂脳動脈瘤を7例(10個)経験した。
2. 未治療の未破裂脳動脈瘤には経時的な経過観察が必要である。
3. 動脈瘤の平均の増大率は0.71 mm/yearsであった。
4. 2.5 mm以上の増大を示した4個の動脈瘤は破裂した。
5. 2.5 mm以上の増大、0.49 mm/years以上の増大率は危険因子である。しかし未破裂動脈瘤のすべてが破裂をきたすわけではなく、未破裂脳動脈瘤の自然歴に関する研究が望まれる。

文 献

- 1) Allock JM, Canham PB: Angiographic study of the growth of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* **45**: 617-621, 1976
- 2) Asari S, Ohmoto T: Natural history and risk factors of unruptured cerebral aneurysms. *Clinical Neurology and Neurosurgery* **95**: 205-214, 1993

- 3) Austin GM, Schievink W, Williams R: Controlled pressure-volume factors in the enlargement of intracranial aneurysms. *Neurosurgery* **24**: 722-730, 1989
- 4) Crompton MR: The pathogenesis of cerebral aneurysms. *Brain* **89**: 797-814, 1966
- 5) 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術後の再発例・新生例の検討. *脳外誌* **5**: 29-36, 1996
- 6) 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
- 7) Gurdjian ES, Linder DW, Thomas LM: Experience with ligation of the common carotid artery for treatment of aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* **23**: 311-318, 1965
- 8) Inagawa T, Hirano A: Ruptured intracranial aneurysms: An autopsy study of 133 patients. *Surg Neurol* **33**: 117-123, 1990
- 9) Juvela S, Porras M, Heiskanen O: Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long term follow-up study. *J Neurosurg* **79**: 174-182, 1993
- 10) Kassell NF, Torner JC: Size of intracranial aneurysms. *Neurosurgery* **12**: 291-297, 1983
- 11) Klemme WM: Hemorrhage from a previously undemonstrated intracranial aneurysm as a late complication of carotid artery ligation. Case report. *J Neurosurg* **46**: 654-658, 1977
- 12) McCormick WF, Acosta-Rua GJ: The size of intracranial saccular aneurysms. An autopsy study. *J Neurosurg* **33**: 422-427, 1970
- 13) 三平 剛, 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
- 14) Miller CA, Hill SA, Hunt WE: "De Novo" Aneurysms. A clinical review. *Surg Neurol* **24**: 173-180, 1985
- 15) 中川俊男, 端 和夫: 脳ドッグにおける無症候性未破裂脳動脈瘤の特徴と治療. *脳外誌* **4**: 341-350, 1995
- 16) 貫井英明, 長屋孝雄, 宮城 修, ほか: 脳動脈瘤の成因および増大, 破裂に関する臨床的検討. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **22**: 437-445, 1982
- 17) Schievink WI, Piepgras DG, Wirth FP: Rupture of previously documented small asymptomatic saccular intracranial aneurysms. *J Neurosurg* **76**: 1019-024, 1992
- 18) Wiebers DO, Whisnant JP, O'Fallon WM: The natural history of unruptured intracranial aneurysms. *N Engl J Med* **304**: 696-698, 1981
- 19) Wiebers DO, Whisnant JP, Sundt TM Jr, *et al*: The significance of unruptured intracranial saccular aneurysms. *J Neurosurg* **66**: 23-29, 1987