KISEP Clinical Research J Korean Neurosurg Soc 29 : 330-335, 2000

비파열 뇌동맥류의 수술적 치료

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 신경외과학교실
안재성 · 권 양 · 권병덕

= Abstract =

Surgical Management of Unruptured Intracranial Aneurysms

Jae Sung Ahn, M.D., Yang Kwon, M.D., Byung Duk Kwun, M.D.

Department of Neurological Surgery, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

Objective : The purpose of this report is to assess the morbidity and mortality associated with clipping of intracranial unruptured aneurysms.

Methods : At the authors' institution between May 1989 and December 1998, a total of 128 unruptured aneurysms in 110 patients were treated with surgical clippings. The medical records and neuroimaging studies of the patients were reviewed retrospectively.

Results : The main locations of the aneurysms were : middle cerebral artery 31%, internal carotid-posterior communicating artery 28%, anterior communicating artery 16%, paraclinoid 6.5%, internal carotid-anterior choroidal artery 7%, posterior circulation 7%. Forty three percent of the aneurysms were symptomatic and 57% asymptomatic. The overall outcome of the surgery was : Glasgow outcome scale(GOS) I 86%, GOS II 6%, GOS III 4.3%, GOS IV 0% and GOS V(death) 3.5%.

The operative risk is higher for large to giant aneurysms, and for aneurysms in posterior circulations. Patients with non-giant aneurysm in anterior circulation showed no mortality, but morbidity of 8.2%, and in posterior circulation : 25% of mortality and 75% of morbidity. Patients with giant anterior circulation aneurysm have 22% of mortality and 22% of morbidity. For patients with giant posterior circulation aneurysm, mortality and morbidity were 25% and 25%, respectively.

The postoperative deaths were related to occlusion of the major parent artery in 3 cases(75%). The postoperative morbidity was related to occlusion of artery(9/13), intraoperative rupture(3/13), and cranial nerve injury(1/13).

Conclusion : This report documents 3.5% mortality and 13% of morbidity in the clipping surgery for unruptured intracranial aneurysms, and the relatively low risk of surgical clipping in non-giant and those located in anterior circulation. The natural history, especially risk of bleeding, of the unruptured intracranial aneurysms is still controversial. However, with respect to surgical results, unruptured non-giant aneurysm located in anterior circulation should be operated in patients with low risk.

KEY WORDS : Unruptured aneurysm · Surgical risk · Clipping surgery.

서 론

미세수술 수기 및 장비, 수술현미경의 도입, 신경마취학의 발달 등 지난 수십년간의 신경외과 분야에서의 진보와 함께 뇌동맥류 수술의 결과 또한 상당히 개선되었고, 혈관연축의 치료도 상당히 개선되어 이환율 및 사망률이 상당히 감소하였다. 그러나 뇌동맥류 파열로 인한 뇌지주막하 출혈 환자의 약 1/2 이상이 사망하거나 발병이전의 상태로 돌아가지 못하고 있는 것 또한 사실이다. 따라서 뇌동맥류를 가진 환자에서 최선의 치료는 동맥류가 출혈을 하기 전에 결찰을 하는 것이라 할 수 있다. 그러나 파열되지 않은 전체 뇌동맥

류 중 연간 출혈하는 비율이 약 1 2% 내외이고, 전체적으로 약 20%의 뇌동맥류가 출혈하는 것으로 알려져 있고[2], 최근의 몇몇 보고에서는 동맥류의 크기가 10mm 이하인 경우는 출혈을 하는 경우가 아주 적다는 보고도 나와 있다[26)27)]. 따라서 파열하지 않은 뇌동맥류의 치료를 결정하는 데는 여러 가지 고려 사항이 있을 수 있으며, 그 중 제일 중요한 것이 뇌동맥류의 출혈 가능성을 알 수 있는 자연 경과(natural history)와 수술적 치료에 따를 수 있는 위험도이다.

본 교실에서는 본원에서 치료한 비파열 뇌동맥류 환자의 수술적 치료 결과를 알아보고 수술의 합병증을 분석, 비교하여 비파열 뇌동맥류 환자의 치료 방침을 결정하는 자료를 삼고자 하였다.

재료 및 방법

1989년 5월부터 1998년 12월까지 10년 동안 본원에서 수술적 치료를 받은 비파열 뇌동맥류 환자 110명의 치료결과를 방사선학적 검사 및 병록지를 후향적으로 분석하였다(Table 1). 수술결과는 퇴원 당시나 추적관찰 중 수술후 6개월 시점의 신경학적 검사 결과를 토대로 Glasgow outcome scale로 표시하였다.

결 과

환자는 총 110명으로 동맥류의 수는 128개였고 수술은 총 115례를 시행하였다. 이는 같은 기간의 전체 뇌동맥류 수술 1269례 중 9.14%를 차지하였다. 연령은 평균 50.7세(13 78세, median 52세)였고, 남녀비는 4 : 6으로 여자의 비율이 높았다. 이들 환자의 증상별로 구분을 하면, 주소가 뇌동맥류와 관련이 있었던 경우(symptomatic aneurysm)가 50례, 뇌동맥류와 관련이 없는 다른 원인으로 하여 검사 중 우연히 발견된 경우(asymptomatic aneurysm)가 65례였다. 증상이 있는 환자에서, 뇌신경압박으로 인한 증상이 21례였는데 동안신경 압박에 의한 안검하수가 13례, 시신경압박에 의한 시야장애가 8례였다. 두통이 21례, 전간이 3례, transient ischemic attack(TIA)가 2례, 반신 부전마비가 1례, 복시가 1례였다. 증상이 없이 다른 이유로 검사중 우연히 발견된 동맥류는 65례였는데, 이 중 다른 곳에 위치한 뇌동맥류의 파열로 인해 검사중 발견된 다발성 뇌동맥류의 경우가 37례로 제일 많았고, 뇌졸중의 검사 중 발견된 경우가 9례, 두부외상으로 인한 검사도중 발견된 경우가 5례, 뇌종양의 검사도중 발견된 경우가 4례, 혈관기형에 동반된 경우가 5례, 건강 검진 도중 발견된 경우가 5례였다. 뇌종양에 동반된 경우 뇌수막종이 2례, 뇌하수체 선종이 2례였다(Table 1).

Table 1. Profile of 110 patients with unruptured aneurysms

Age(yrs) : 13 – 78(mean : 50.7, median : 52)		
Sex : Female : 70(64%)		
Classification		
Symptomatic		50
Ptosis	13	
Headache	21	
Seizure	3	
Transient ischemic attack	2	
Visual loss	8	
Diplopia	2	
Hemiparesis	1	
Asymptomatic		65
Multiple aneurysm	37	
Incidental	28	
Stroke evaluation	9	
Head trauma	5	
Tumor	4	
Vascular malformations	5	
Others	5	

뇌동맥류를 위치 및 크기별로 구분을 하면, 전순환계에 위치한 동맥류가 117례, 후순환계에 위치한 경우가 9례였다(Table 2). 전순환계에 위치한 동맥류를 세분해보면 중대뇌동맥 동맥류가 35례, 후교통동맥 동맥류가 33례, paraclinoid 동맥류가 18례, 전교통동맥 및 전대뇌동맥 동맥류가 17례, 전맥락총동맥 동맥류가 8례, 내경동맥 분지부 동맥류가 6례였다. 후순환계의 경우 기저동맥의 분지부가 1례, 상소뇌동맥 동맥류 1례, 전하소뇌동맥 1례였으며, 추골동맥에서는 기저-추골동맥의 접합부가 2례, 기저-후하소뇌동맥 1례, 후하소뇌동맥 원위부가 1례였고, 후대뇌동맥 동맥류가 2례였다. 동맥류를 크기별로 구분을 하면 전방순환계의 경우 크기가 10mm 이하인 소동맥류(small aneurysm)가 75례, 10 24mm의 대동맥류(large aneurysm)가 23례, 거대동맥류(giant aneurysm, ≥25mm)가 5례를 차지하였고, 후방순환계에서는 소동맥류가 2례, 대동맥류가 3례, 거대동맥류가 4례를 차지하였다.

모든 경우에서 수술적 치료를 시행하였으며, 1례를 제외한 모든 예에서 동맥류 결찰에 성공하였다. 3례에서는 바비튜레이트(barbiturate)와 체외순환을 이용한 저체온법을 이용하여 수술을 시행하였다.

수술결과는 아래와 같다(Table 3, 4). 전순환계에 위치한 동맥류의 경우 소동맥류는 98.7%(74/75명)에서 Glasgow outcome scale(GOS) Ⅰ, Ⅱ의 결과를 얻었고, GOS Ⅲ가

Table 2. Summary of unruptured aneurysms in this series

Location and size of aneurysm				Cases
Location				
	Anterior circulation			117
		Internal cerebral artery(ICA)		
			ICA-post. communicating artery	33
			ICA-ant. choroidal artery	8
			Paraclinoid	18
			Distal	6
		Ant. communicating & distal ant. cerebral artery		17
		Middle cerebral artery		35
	Posterior circulation			9
		Posterior cerebral artery		2
		Basilar artery		
			Bifurcation	1
			Superior cerebellar artery	1
			Ant. inf. cerebellar artery	1
		Vertebrobasilar junction		2
		Vertebral aretry		
			Post. inf. cerebellar artery	1
		Distal post. inf. cerebellar artery		1
Size				
	Small(≤10mm)			87
	Large(10 - 24mm)			26
	Giant(≥25mm)			13

*ant : anterior, inf : inferior, post : posterior

Table 3. Operative results according to size of unruptured aneurysms

Size of aneurysm	Total No.	GOS*				
		I	II	III	IV	V
Anterior circulation						
Small	75	73	1	1		
Large	23	19	2	2		
Giant	6	2	2			2
Posterior circulation						
Small	2		2			
Large	3	2				1
Giant	4		1	2		1

GOS* : Glasgow outcome scale

1례였다. 대동맥류의 경우는 91%(21/23명)에서 GOS Ⅰ, Ⅱ의 결과를 얻었으며, 거대동맥류의 경우는 67%(4/6명)에서 GOS Ⅰ, Ⅱ의 결과를 얻었다. 후순환계에 위치한 동맥류의 경우 소동맥류에서는 2례 전부에서 GOS Ⅱ의 결과를 얻었고, 대동맥류에서는 3례 중 2례에서 GOS Ⅰ의 결과를 얻었고 1례는 사망하였다. 거대동맥류의 경우는 GOS Ⅱ가 1례, GOS Ⅲ가 2례였고 1례는 사망하였다.

수술에 따른 이환율(surgical morbidity)이 발생한 예는 전체 115례의 수술중 13례(11.3%)였다(Table 5). 이환율(morbidity)은 혈관의 폐쇄와 뇌경색으로 인한 신경학적 결손을 보인 경우가 9례로 가장 많은 빈도를 차지하였으며, 출혈 3례, 뇌신경손상 1례였다. 전순환계의 경우 소동맥류에서 3.9%(3/76), 대동맥류는 5/22(22.7%)였으며, 소동맥류와 대동맥류를 합한 경우는 8.2%(8/98)였고 거대동맥류의 경우 22.2%(1/4)였다. 후순환계 수술에서 합병증이 발생한 예는 50%(4/8)로 거대동맥류가 25%(1/4)를 차지하였다. 전체 환자중 사망한 환자는 4례(3.5%)였다(Table 6). 전방순환계의 소동맥류와 대동맥류의 수술 예에서 사망한 환자는 없었으며, 각각 중대뇌동맥 분지부와 paraclinoid 내경동맥에 위치한 거대동맥류를 가진 2명(22.2%)의 환자가 사망하였다. 후방순환계 동맥류의 경우는 뇌저동맥-전하소뇌동맥의 대동맥류 1례(25%)와 추골동맥에 위치한 거대동맥류 1례(25%)의 환자가 사망하였다. 3명의 환자가 수술후 뇌경색으로 사망하여 사망의 주된 원인이었으며, 추골동맥에 위치한 거대동맥류 1례에서는 뇌간 손상으로 인한 술후 사지의 부전마비 및 급성호흡부전으로 사망하였다.

고 찰

최근 진단 기술의 발달과 이의 광범위한 보급에 힘입어

Table 4. Operative results according to location of unruptured aneurysms

Location of aneurysm	Total No.	GOS*				
		I	II	III	IV	V
Anterior circulation						
internal carotid aretry(ICA)						
paraclinoid	18	15	1	1		1
post. comm. artery	30	26	3	1		
ant. choroidal artery	6	6				
distal ICA	6	6				
middle cerebral artery	32	30	1			1
ant. communicating & distal ACA	15	14		1		
Posterior circulation						
posterior cerebral artery	2	1		1		
basilar artery						
bifurcation	1		1			
superior cerebellar artery	1	1				
ant. inf. cerebellar artery	1					1
vertebrobasilar junction	2		1			1
vertebral artery						
post. inf. cerebellar artery	1	1				
post. inf. cerebellar artery	1	1				

*GOS : Glasgow outcome scale, post : posterior, comm : communicating, ant : anterior, ACA : anterior cerebral artery, inf : inferior

Table 5. Summary of complications

Complication	No. of cases(%)
Persistent cranial deficits	1
Rupture	3
Infarction	9

Table 6. Mortality cases

Age/sex	Location	Size(mm)	Cause of death
70/F	vertebral a.	giant	quadriparesis, ARDS*
56/M	MCA trifurcation	giant(70)	infarct
64/F	paraclinoid ICA	giant	infarct
57/F	vertebral-AICA	large	infarct

*ARDS : Acute respiratory distress syndrome, MCA : middle cerebral artery, ICA : internal carotid artery, AICA : anterior inferior cerebellar artery

비파열 뇌동맥류의 발견 및 수술적 치료 빈도가 높아지고 있다. 파열되지 않은 뇌동맥류의 수술은 뇌주막하 출혈을 동반한 경우보다 뇌동맥류가 주위의 뇌조직에 달라붙어 있는 경우가 적고, 출혈이 없어 주위 구조물과 뇌동맥류의 인지가 용이하여 수술에 동반되는 위험도가 낮은데 반하여, 뇌동맥류가 파열된 경우는 출혈의 결과 환자의 신경학적 상태가 중증인 경우가 많고, 또한 뇌지주막하출혈에 의한 혈관 연축, 뇌수두증 및 기타의 합병증에 의한 이환율이 높아 뇌지주막하 출혈을 동반하지 않은, 즉 파열되지 않은 뇌동맥류의 발견 및 치료는 뇌동맥류를 가진 환자에 있어서 그 치료결과를 좋게 하는 중요한 요소라 할 수 있다.

비파열 뇌동맥류는 일부분만이 출혈을 하므로 이의 수술적인 치료에는 출혈의 가능성과 수술적 치료에 따른 위험성을 비교하여 결정을 해야 한다. 먼저 고려해야 할 사항으로 질병의 자연경과 및 출혈 가능성, 뇌동맥류의 위치 및 크기, 모양, 기존의 전신 질병상태 등이 포함될 수 있다.

1. 자연경과(Natural course)

비파열 뇌동맥류의 유병률(prevalance)은 약 0.5% 정도이고, 연중 출혈되는 빈도는 1 2% 정도이며, 일생중 약 20% 정도가 출혈을 하는 것으로 알려져 있다[20]. Asari와 Ohmoto[1]에 의하면 비파열 뇌동맥류를 가진 54명 환자의 5년 동안의 추적 관찰에서 11명(20.4%)에서 출혈한 것을 보고했으며, 출혈하는 경우는 연간 1.92%라고 하였다. Heiskanen[7]은 10년 동안의 출혈 위험성이 11.5%, 치사율(fatality)이 57%로 보고하였고, Mount와 Brisman[13]은 5년 동안 10%정도가 출혈하고 40%의 치사율을 가진다고 보고하였다.

2. 크기(Size)

비파열 뇌동맥류의 크기가 파열의 위험을 알 수 있는 척도가 된다는 것은 여러 보고를 통해 알려져 있다. 그 중 크기가 10mm 이상인 경우는 파열의 가능성이 높기 때문에 수술적 치료가 필요함은 공통된 의견이다. 그러나 크기가 10 mm 이하인 작은 동맥류(small aneurysm)의 치료여부에는 저자마다 출혈 가능성에 대한 의견이 달라 이견이 존재한다. 뇌동맥류가 파열할 수 있는 크기(critical size)에는 4 mm[4)25)], 5mm[6)10)], 7mm[16)], 10mm[26)27)]등으로 여러 가지 주장이 존재하며, 특히 Wiebers 등[26)27)]은 장기추적결과 10 mm 이하의 뇌동맥류는 파열할 가능성이 매우 낮은 것으로 보고하였다. Inagawa 등[9)]도 47명의 비파열 동맥류 환자의 평균 5.2년의 추적 관찰 결과 1례의 후순환계 거대동맥류만이 파열하였다고 보고하였다. 그러나 이보다 작은 크기의 뇌동맥류가 출혈을 했다는 여러 보고도 존재한다. Orz 등[17)]은 1248례의 파열된 뇌동맥류중 38%에서 크기가 6mm 이하인 것을 보고하였고, Yasui 등[29)]도 추적관찰중인 비파열 동맥류 환자중 출혈을 일으킨 25명의 환자에서 5명의 환자가 5mm 이하 크기의 뇌동맥류를 가졌다고 보고하였다. 또한 Kassell과 Torner[10)]도 출혈한 뇌동맥류 환자의 71%에서 10mm 이하의 크기였고, 13%에서는 5mm 이하의 크기였다고 보고하였다. Schievink 등[23)]도 혈관조영영상에서 3mm 크기의 뇌동맥류가 파열한 것을 보고하였다.

동맥류의 크기가 커지는 경우 파열의 위험이 높다는 보고

가 있다[5)29)]. Yasui 등[29)]은 추적관찰중인 비파열 동맥류 환자중 출혈을 일으킨 25명의 환자 거의 모두에서 크기가 커져 있음을 보고하였다. 비파열 동맥류로 인한 증상이 나타나는 경우는 대부분이 뇌동맥류의 크기의 증가와 관련이 있기 때문에 수술적 치료가 필요하다고 할 수 있다. 다발성 뇌동맥류나 가족성의 뇌동맥류(familial aneurysm)의 경우는 뇌동맥류의 크기에 상관없이 출혈할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다[7)12)].

3. 모 양

뇌동맥류의 모양이 다엽(multilobe)의 형태를 보일 때 출혈 가능성이 높아진다고 Wiebers 등[27)]과 Asari와 Ohmoto[1)]가 보고를 한 바 있다.

4. 환자의 나이

동맥류의 파열 빈도가 가장 높은 연령은 40 60세 사이로 65세 이후부터는 점차 감소하는 것으로 보고되어 있다[11)]. 또한 수술시의 뇌견인이나 일시적인 근위부 결찰 등에 고령의 환자들에서 이환율이 높다는 보고도 있다[21)]. Samson[22)]은 65세 이상의 비파열 뇌동맥류 환자의 치료를 결정하는데 있어 보다 보존적인 접근(conservative management)을 권하였다.

비파열 뇌동맥류의 치료방법에는 수술적 경부결찰과 혈관내 수술 등의 방법이 있다. 동맥류의 수술적 결찰은 현재까지 제일 효과적인 치료 방법으로 인정되고 있고, 따라서 표준적인 치료라고 할 수 있다. 비파열 동맥류의 수술적 결찰의 치료결과는 일반적으로 사망율 3%, 이환율 11%정도로 알려져 있다[9)18)30)]. 이 중 전방순환계에 위치한 동맥류의 거대동맥류를 제외한 경우는 사망률 0.8%, 이환율 1.9% 정도이다[18)]. 따라서 여러 저자들은 전방순환계에 위치한 작은 동맥류를 가진 65세 이하의 환자에서는 심각한 전신 질환을 가지지 않은 경우 수술적 결찰을 권하고 있다[8)20)28)]. 수술적 치료의 장점으로는 동맥류의 재발과 재출혈의 가능성이 거의 없는 것이 될 수 있다. 또한 수술시에 출혈을 하는 경우 근위부의 처치(proximal control)가 가능하고 출혈된 혈종을 쉽게 제거할 수 있는 점 또한 장점이다. 그러나 수술적 치료의 경우 환자의 수술에 대한 심리적 부담이 크고, 동맥류의 특성, 즉 위치나 크기, 환자의 나이 등에 따라 위험부담도 달라지게 된다.

대부분의 저자들의 결과를 보면 수술적 치료결과는 동맥류의 크기와 위치 등과 직접적인 관련이 있는 것으로 보고를 하였고, 그 중 후순환계에 위치한 동맥류와 거대동맥류는 나쁜 예후를 나타내는 요소로 알려져 있다[14)18)]. 본원의 예에서도 수술의 결과는 크기 및 위치와 관련이 있었으며, 수술후 사망한 환자 4명중 3명이 거대동맥류를 가진 환자였으며, 후방 순환계에 위치한 동맥류 수술의 경우 25%의 사망률과 50%의 이환률을 동반하였다. Wirth 등[28)]은 25 mm 이하의 뇌동맥류에서 동맥류의 크기의 증가와 함께 수술에 따른 합병증이 증가함을 보고한 바 있고, Solomon 등[24)]도 10 mm이하의 뇌동맥류 수술에서는 합병증이 없으나 25 mm 이상에서는 21%의 유병률을 보고하였다. 그러나 다른 저자들[15)]은 25mm 이하에서의 수술 합병증과 크기와는 관련이 없다고 보고하였다.

동맥류의 위치 또한 수술 결과를 결정하는 중요한 요소이다. 전방순환계에 위치한 동맥류의 경우 후방순환계보다 접근의 용이성과 수술부위 주위의 해부학적 익숙도 등의 이유로 치료성적이 좋다. 그러나 후순환계에 위치한 뇌동맥류는 수술시 접근이 용이하지 않을 뿐 아니라 주위에 위치한 뇌신경의 마비 등으로 인하여 수술의 결과가 좋지 않다. Rice 등[19)]은 후방순환계에 위치한 비파열 뇌동맥류의 수술 결과를 사망율 0.6%, 이환율 3.6%로 보고하였는데, 이 수술 결과를 일반적으로 적용하기에는 다소 무리가 있다. 문헌보고에 따르면 후방순환계에 위치한 거대동맥류의 수술결과 평균 사망률이 9.6%, 이환율이 37.9% 정도로 보고되고 있다[18)].

혈관내 수술의 경우 수술수기 및 재료가 현재 발전을 거듭하고 있어 미래의 전망 또한 밝은 편이다. 그러나 수술적인 경부 결찰과 비교를 하였을때 단점 또한 존재한다. 여기에는 동맥류 내의 완전한 패쇄(complete occlusion)가 50%에 그치고, 동맥류의 재발율 또한 16 32%에 이른다는 보고가 있다[3)]. 그러나 이런 단점에도 불구하고 혈관내 수술의 장점도 많아 고령이나 내과적 질환을 동반한 환자 등을 중심으로 시술범위는 확대되고 있는 추세이다.

결 론

전순환계에 위치한 크기가 크지 않은(<25mm) 비파열 뇌동맥류의 수술적 치료 결과, 이환율은 8.2%, 사망한 환자는 없었다. 이는 비파열 뇌동맥류의 자연경과상의 출혈 및 이에 따른 사망률 및 이환률보다 나은 결과이며, 따라서 전순환계에 위치한 크기가 크지 않은 비파열 동맥류의 경우 발견과 함께 수술적 치료를 하는 것이 옳다 할 수 있겠다.

• 논문접수일 : 1999년 6월 28일
• 심사완료일 : 1999년 12월 1일
• 책임저자 : 권 병 덕
138 - 736 서울 송파구 풍납동 388 - 1
울산대학교 의과대학 서울중앙병원 신경외과학교실
전화 : 02) 2224 - 3550, 전송 : 02) 476 - 6738
E - mail : bdkwun@www.amc.seoul.kr

References

1) Asari S, Ohmoto T : *Natural history and risk factors of unruptured cerebral aneurysm. Clin Neurol Neurosurg 95 : 205-214, 1993*
2) Becker KJ : *Epidemiology and clinical presentation of aneurysmal subarachnoid hemorrhage, in Le Roux PD, Winn HR (eds) : Neurosugery Clinics of North America. Current management of cerebral aneurysms, part 1 : evaluation and perioperative care. Philadelphia : WB Saunders, 1998, pp435-444*
3) Connolly ES, Solomon RA : *Management of symptomatic and asymptomatic unruptured aneurysm, in Le Roux PD, Winn HR(eds) : Neurosugery Clinics of North America. Current management of cerebral aneurysms, part 1 : evaluation and perioperative care. Philadelphia : WB Saunders, 1998, pp509-524*
4) Crompton MR : *Mechanism of growth and rupture in cerebral berry aneurysm. Br Med J 1 : 1138-1142, 1966*
5) Crowell RM, Moayeri N, Ogilvy CS, et al : *Incidental aneurysms, in Spetzler RF, Carter LP(eds) : Neurovascular surgery. New York : McGraw-Hill, 1996, pp851-873*
6) Ferguson GG, Peerless SJ, Drake CG : *Natural history of intracranial aneurysms(letters to editor). N Engl J Med 99 : 305, 1981*
7) Heikanen O : *Risk of bleeding from unruptured aneurysms in cases with multiple intracranial aneurysm. J Neurosurg 55 : 524-526, 1981*
8) Heikanen O : *Risks of surgery for unruptured intracranial aneurysms. J Neurosurg 65 : 451-453, 1986*
9) Inagawa T, Hada H, Katoh Y : *Unruptured intracranial aneurysms in elderly patients. Surg Neurol 38 : 364-370, 1992*
10) Kassell NF, Torner JC : *Size of intracranial aneurysms. Neurosurgery 12 : 291-297, 1983*
11) Locksley HB, Sahs AL, Knowles L : *Report on the cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. Section Ⅱ. General survey of cases in the central registry and description of the sample population. J Neurosurg 24 : 922-932, 1966*
12) Lozano AM, Leblanc R : *Familial intracranial aneurysms. J Neurosurg 66 : 522-528, 1987*
13) Mount LA, Brisman R : *Treatment of multiple aneurysm-symptomatic and asymptomatic. Clin Neurosurg 21 : 166-170, 1974*
14) Nah JH, Kim JH, Kim CJ, et al : *Surgical management of unruptured intracranial aneurysm. J Korean Neurosurg Soc 25 : 593-601, 1996*
15) Nakagawa T, Hashi K : *The incidence and treatment of asymptomatic, unruptured cerebral aneurysms. J Neurosurg 80 : 440-446, 1994*
16) Ojemann RG : *Management of the unruptured intracranial aneurysm. N Engl J Med 304 : 725-726, 1981*
17) Orz Y, Kobayashi M, Tanaka Y : *Aneurysm size : a prognostic factor for rupture. British J Neurosurg 11 : 144-149, 1997*
18) Raaymakers TM, Rinkel GJ, Limburg M, et al : *Mortality and morbidity of surgery for unruptured intracranial aneurysms. A meta-analysis. Stroke 29 : 1531-1538, 1998*
19) Rice BJ, Peerless SJ, Drake CG : *Surgical treatment of unruptured aneurysm of posterior circulation. J Neurosurg 73 : 165-173, 1990*
20) Rosenorn J. Eskesen V. Schmidt K : *Unruptured intracranial aneurysms : an assessment of the annual risk of rupture based on epidemiological and clinical data. British J of Neurosurg 2 : 369-378, 1988*
21) Samson DS, Batjer HH, Bowman G, et al : *A clinical study of the parameters and effects of temporary arterial occlusion in the management of the intracranial aneurysms. Neurosurgery 34 : 22-29, 1994*
22) Samson DS : *Surgery for unruptured intracranial aneurysms, in Wilkins PH, Rengachary SS(eds) : Neurosurgery, ed 2. New-York : McGraw-Hill, 1996, Vol. 2, pp2245-2254*
23) Schievink WI, Piepgras DG, Wirth FP : *Rupture of previously documented small asymptomatic saccular intracranial aneurysms. J Neurosurg 76 : 1019-1024, 1992*
24) Solomon RA, Fink ME, Pile-Spellman J : *Surgical management of unruptured intracranial aneurysms. J Neurosurg 80 : 440-446, 1994*
25) Suzuki J, Ohara H : *Clinicopathological study of cerebral aneurysm. Origin, rupture, repair, and growth. J Neurosurg 48 : 505-514, 1978*
26) Wiebers DO, Whisnant JP, Sundt TM, et al : *The significance of unruptured intracranial saccular aneurysm. J Neurosurg 66 : 23-29, 1987*
27) Wiebers DO, Whisnant JP, Forbes G, et al : *Unruptured intracranial aneurysms-risk of rupture and risks of surgical intervention. N Engl J Med 339 : 1725-1733, 1998*
28) Wirth FP, Laws Jr ER, Piepgras D, et al : *Surgical treatment of incidental intracranial aneurysms. Neurosurgery 12 : 507-511, 1983*
29) Yasui N, Magarisawa S, Suzuki A, et al : *Subarachnoid hemorrhage caused by previously diagnosed, previously ruptured intracranial aneurysms : A retrospective analysis of 25 cases. Neurosurgery 39 : 1096-1100, 1996*
30) Yoshimoto T, Mizoi K : *Importance of management of unruptured cerebral aneurysm. Surg Neurol 47 : 522-526, 1997*