

비파열 뇌동맥류의 치료

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 신경외과학교실
안재성·권병덕

Management of Unruptured Intracranial Aneurysms

Jae Sung Ahn, MD and Byung Duk Kwun, MD

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

ABSTRACT

The morbidity and mortality rates of the patients who survive initial aneurysm rupture were disconcertingly high. So the best results of treating intracranial aneurysms can be achieved with treating aneurysm before they rupture. But, the natural history, especially risk of bleeding, of the unruptured intracranial aneurysms is still arguable. This review article included risks of bleeding of the unruptured aneurysm and risk of the surgery. (Kor J Cerebrovascular Disease 1:33-8, 1999)

KEY WORDS : Unruptured aneurysm · Surgical risk · Bleeding risk.

서론

최근 진단 기술의 발달과 이의 광범위한 보급에 힘입어 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 낮다. 이에 반하여, 뇌동맥류가 파열된 경우는 출혈의 결과로 인해 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.

이 글에서는 비파열 뇌동맥류의 치료에 관한 여러 보고

들, 그 중에서도 자연경과(natural history)와 수술의 위험도(risk of surgery)에 관해 알아보고 치료방침의 결정에 참고가 되고자 한다.

본론

1. 증 상

비파열 뇌동맥류는 무증상인 경우(asymptomatic)와 증상이 있는 경우(symptomatic)로 분류할 수 있는데, 증상이 있는 경우는 두통이나 종괴효과로 인한 신경학적 결손, TIA, 간질 등으로 나타날 수 있다. 종괴효과로 인한 신경학적 결손에는 동안신경의 압박으로 인한 안검하수가 흔하고, paraclinoid aneurysm의 경우는 시신경의 압박으로 인한 시야장애가 올 수 있다.¹⁾ 또한 드물게는 추골동맥의 동맥류로 인하여 뇌간의 압박소견을 보이는 경우도 있다.¹⁾ 무증상의 동맥류(asymptomatic aneurysm)는 다발성 뇌동맥류(multiple aneurysm)중 하나가 출혈을 하여 검사중 우연히 발견되는 경우와 두부외상이나 뇌종양, 뇌졸중 등의 진단적 검사 또는 정기검진 도중 우연히 발견되는 경우도 있다. 이 중 제일 많은 부분을 차지하는 것이 다발성 동맥류에

논문접수일 : 1999년 7월 15일
심사완료일 : 1999년 8월 23일
교신저자 : 권병덕, 138-736 서울 송파구 풍납동 388-1
울산대학교 의과대학 서울중앙병원 신경외과학교실
전화 : (02) 2224-3550 · 전송 : (02) 476-6738

동반된 경우이다. 증상을 나타내는 경우가 무증상인 경우보다 출혈하는 비율이 높은 것으로 알려져 있는데,³⁴⁾ 이는 동맥류의 크기와 관련이 있는 것으로 여겨진다.

2. 진단

전산화 단층촬영(CT)과 자기공명영상(MRI)의 개발 및 광범위한 사용으로 비파열 뇌동맥류의 발견이 늘고 있다. 일반적으로 두부 전산화 단층촬영이나 자기공명영상 등에서 동맥류가 발견이 된 후 뇌혈관조영술을 시행하여 확진을 하고 수술계획을 세우게 된다.

CT의 경우 거대동맥류와 같이 큰 경우가 아니면 조영증강을 시행치 않고서는 발견하기가 어려우나 Fig. 1과 같이 동맥류 벽의 석회화 등으로 발견되는 경우도 있다. 또한 석회화가 없이 조영증강에서 둥글게 조영증강이 되는 경우도 있다.

자기공명영상에서는 혈관의 주행경로를 따라 signal void를 보이는 둥근 모양의 mass를 보이는 것이 일반적이다 (Fig. 2). 최근에는 전산화 단층촬영을 이용한 혈관조영술 (CT angiography)이나 자기공명영상의 혈관조영술(MR angiography) 등의 보급이 활발하고, 해상도 또한 약 3 mm 정도 크기의 동맥류를 발견할 수 있기 때문에 뇌졸중 환자나 뇌동맥류의 발생빈도가 높은 위험군의 환자들에게

있어서 효과적인 예비검사수단(screening method)으로 사용이 증가되고 있다.³⁾ 그러나 이들 방법만으로는 수술에 필요한 충분한 해상도의 영상을 얻는데는 부족하여 확진을 겸하고 수술전 계획을 세우기 위해 통상적인 뇌혈관조영술 (conventional 4-vessel angiography)을 대부분 시행하고 있다. 혈관조영술의 경우 정확한 해부학적인 구조를 알 수 있어 진단 및 치료에 있어 유용하게 사용되고 있고, 진단적 검사의 이환율도 아주 낮다.⁴⁾

3. 치료의 결정

진단된 비파열 뇌동맥류의 치료를 결정하는데는 먼저 동맥류의 출혈 가능성과 수술의 위험도 등을 비교하여 고려하여야 한다.

1) 동맥류의 출혈 가능성

비파열 뇌동맥류의 유병률(prevalance)은 약 0.5% 정도이고, 연중 출혈되는 빈도는 1~2% 정도이며, 일생중 약 20%정도가 출혈을 하는 것으로 알려져 있다.²⁶⁾ Asari 등²⁾에 의하면 비파열 뇌동맥류를 가진 54명 환자에 대한 5년 동안의 추적 관찰에서 11명(20.4%)에서 출혈을 보고했으며, 출혈하는 경우는 연간 1.92%라고 보고하였다. Heiskanen 등³³⁾은 10년 동안의 출혈 위험성이 11.5%, 치사율

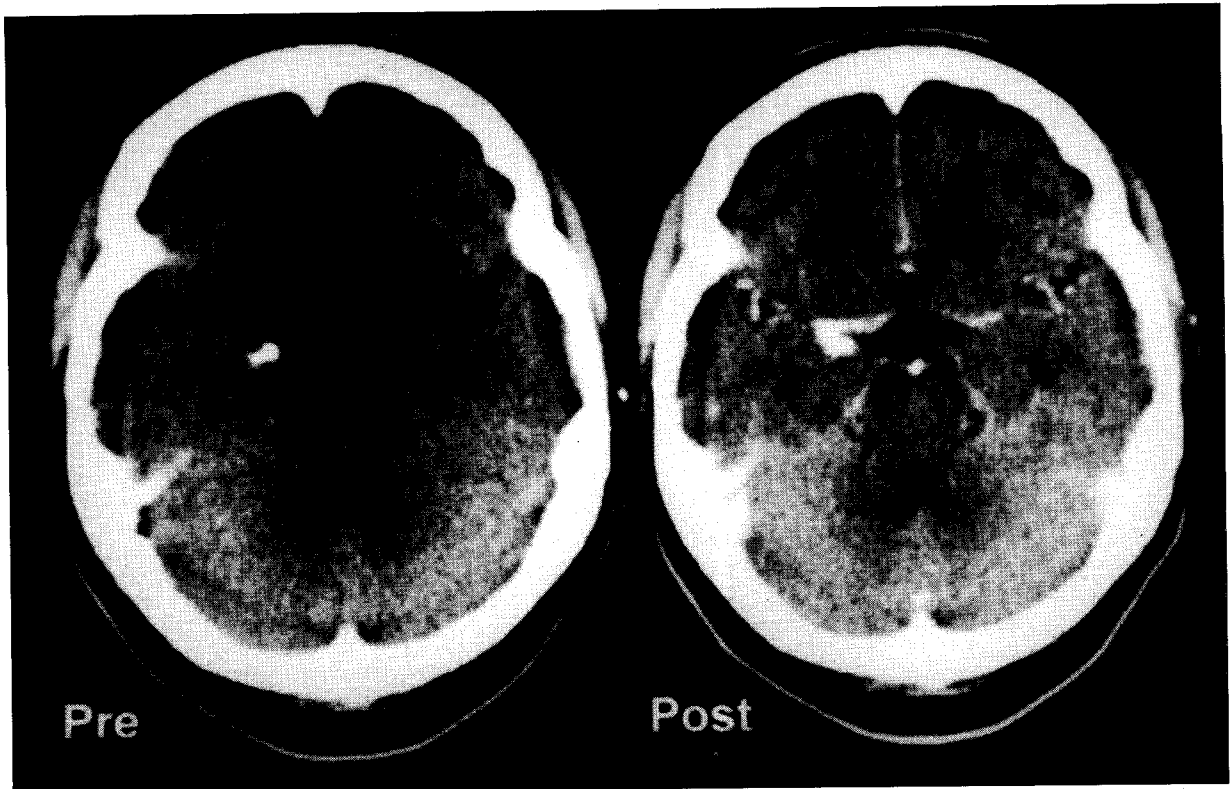


Fig. 1. Brain CT scan of the 53 year old female patient presented with headache shows small enhancing calcified mass in the proximity of right middle cerebral artery.



Fig. 2. MRI of the brain discloses round signal void mass at the bifurcation of the left middle cerebral artery (left), and left carotid angiogram reveals saccular aneurysm at the same site (right).

(fatality)이 57%로 보고하였고, Mount 등²⁰⁾은 5년 동안 10%정도가 출혈하고 40%의 치사율을 가진다고 보고하였다.

파열의 빈도가 높은 것으로 알려진 예로는 1) 동맥류가 전방 순환계의 윌리스환(circle of Willis)에 위치하는 경우, 2) 크기가 10 mm 이상인 경우, 3) 환자의 연령이 40~70세 사이, 4) 고혈압이 있는 경우 등이다.¹⁵⁾¹⁸⁾

(1) 크 기

비파열 뇌동맥류의 크기가 파열의 위험을 알 수 있는 척도가 된다는 것은 여러 보고를 통해 알려졌지만 파열과의 관계(critical size)는 아직 확정된 의견이 없다. 그 중 크기가 10 mm 이상인 경우는 파열의 가능성이 높기 때문에 수술적 치료가 필요함은 공통된 의견이나 크기가 10 mm 이하인 작은 동맥류(small aneurysm)의 치료여부에는 저자마다 출혈 가능성에 대한 의견이 다르다. 뇌동맥류가 파열할 수 있는 크기(critical size)에는 4 mm,⁶⁾³¹⁾ 5 mm,¹⁰⁾¹⁶⁾ 7 mm,²²⁾ 10 mm³³⁾³⁴⁾ 등으로 여러 가지 주장이 존재하며, 특히 Wiebers 등³³⁾³⁴⁾은 장기추적결과 10 mm 이하의 뇌동맥류는 파열할 가능성이 매우 낮은 것으로 여러차례 보고하였다. Inagawa 등¹⁴⁾도 47명의 비파열 뇌동맥류 환자에 대한 평균 5.2년의 추적 관찰 결과 1례의 후순환계 거대동맥류만이 파열하였다고 보고하였다.

그러나 이보다 작은 크기의 뇌동맥류가 출혈을 했다는 여러 보고도 존재한다. Orz 등²³⁾은 1248례의 파열된 뇌동맥류중 38%에서 크기가 6 mm 이하였다고 보고했고, Yasui 등³⁷⁾도 추적관찰중인 비파열 동맥류 환자중 출혈을 일으킨 25명의 환자에서 5명의 환자가 5 mm 이하 크기의 뇌동맥류를 가졌다고 보고하였다. 또한 Kassel 등¹⁶⁾도 출혈한 뇌동맥류 환자의 71%에서 10 mm 이하의 크기였고, 13%에서는 5 mm 이하의 크기였다고 보고하였다. Schievink 등²⁹⁾도 혈관조영영상에서 3 mm 크기의 뇌동맥류가 파열한 것을 보고하였다.

따라서 발견된 어떤 작은 뇌동맥류가 파열될 가능성이 없다고 확신을 가질 수 없고, 또한 작은 동맥류들 중 어떤 동맥류가 커지고, 파열할 것인지를 예측할 수 있는 인자(factor)와 방법 또한 밝혀진 것이 없는 실정이므로 발견된 비파열 동맥류는 전부 파열의 위험성이 있는 것으로 간주해야 할 것이다.

동맥류의 크기가 커지는 경우 파열의 위험이 높다는 보고가 있다.⁵⁾³⁷⁾ Yasui 등³⁷⁾은 추적관찰중인 비파열 동맥류 환자중 출혈을 일으킨 25명의 환자 거의 모두에서 크기가 커져 있음을 보고하였다. 비파열 동맥류로 인하여 증상이 나타나는 경우(symptomatic aneurysm)는 대부분이 뇌동맥류의 크기의 증가와 관련이 있기 때문에 수술적 치료가

필요하다고 할 수 있다. 비파열 뇌동맥류가 출혈이 아닌 다른 증상으로 인해 발견되는 경우(symptomatic) 그 크기가 7~8 mm 라는 보고가 있다.¹⁸⁾³²⁾ 다발성 뇌동맥류(multiple aneurysm)나 가족성의 뇌동맥류(familial aneurysm)의 경우는 뇌동맥류의 크기에 상관없이 출혈할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.¹³⁾¹⁹⁾³⁵⁾

(2) 모양

뇌동맥류의 모양이 multilobe의 형태를 보일 때 더 잘 출혈을 한다는 보고는 Wiebers 등³⁴⁾과 Asari 등²⁾이 보고를 한 바 있다.

(3) 환자의 나이

뇌동맥류의 파열 빈도는 연간 2%로 추정할 경우, 20세에 발견된 비파열 동맥류가 환자가 70세가 되었을 때까지 파열될 가능성은 77%에 이르고, 젊은 나이에 동맥류가 발견된 경우 동맥류 파열로 인한 사망 가능성이 기타의 이유로 인한 사망가능성보다 높다는 보고가 있다.⁹⁾ Eskesen 등⁹⁾은 젊은 나이에 발견된 경우는 수술적 처치가 환자의 생존에 큰 도움을 줄 수 있으며, 연간 2%에서 출혈한다고 가정했을 때 뇌주막하 출혈로 발견되는 빈도가 가장 높은 50세 전후 나이의 경우에서 20년 생존의 가능성이 34% 정도 높아진다고 하였다.

젊은 연령과는 달리 고령의 환자에서는 기대여명(life expectancy)과 출혈 가능성이 달라진다. 동맥류의 파열 빈도가 가장 높은 연령은 40~60세 사이로 65세 이후부터는 점차 감소하는 것으로 보고되어 있다.¹⁷⁾ 또한 65세 이후에는 자연 생존율이 급격하게 감소하므로 비파열 뇌동맥류의 수술적 치료가 고령의 환자의 생존에 도움을 주는 부분도 점차 감소를 한다(Fig. 3). 고령의 환자들의 수술적 치료시 뇌전인이나 일시적인 근위부 결찰(temporary clipping) 등으로 인한 이환율이 높다는 보고도 있다.²⁸⁾ 따라서 연령이 증가함에 따라 기대여명이 감소함으로, 특히 고령의 환자에게 있어서는 수술적 처치전에 비파열 뇌동맥류의 수술적 처치가 환자에게 도움을 줄 수 있는지를 면밀히 고려해야 한다.⁹⁾ Samson 등²⁷⁾은 65세 이상의 비파열 뇌동맥류 환자의 치료를 결정하는 데 있어 보다 보존적인 접근(conservative management)을 권하였다.

2) 수술의 방법 및 위험성

비파열 뇌동맥류의 치료에는 간단히 수술적 처치와 관찰로 나눌 수 있다. 수술적 치료에는 clip을 이용한 수술적 결찰(surgical clipping)과 혈관내 수술(endovascular surgery)이 있는데, 동맥류의 수술적 결찰이 현재까지 제일 효

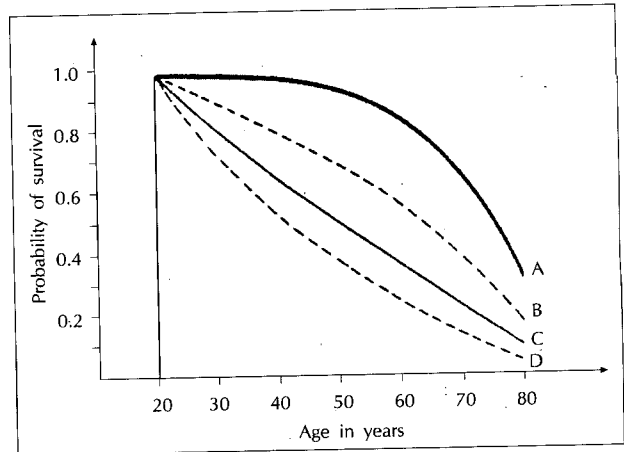


Fig. 3. The probability of expected survival and survival without bleeding in men with aneurysm presenting age: 20 years. A: expected survival in population. B: Bleeding rate per year 1%. C: Bleeding rate per year 2%. D: Bleeding rate per year 3% (From Eskesen V, Rosenorn J, Schmidt K. The influence of unruptured intracranial aneurysms on life expectancy in relation to their size at the time of detection and to age. British J Neurosurg 2: 379-384, 1988).

과적인 치료 방법으로 인정되고 있고, 따라서 표준적인 치료라고 할 수 있다. 비파열 동맥류의 수술적 결찰의 치료결과는 일반적으로 사망을 3%, 이환율 11% 정도로 알려져 있다.¹⁴⁾²⁴⁾³⁸⁾ 이 중 전방순환계에 위치한 크기가 25 mm 이하인 경우는 사망률 0.8%, 이환율 1.9% 정도이다.²⁴⁾ 따라서 여러 저자들은 전방순환계에 위치한 작은 동맥류를 가진 65세 이하의 환자에서는 심각한 전신 질환을 가지지 않은 경우 수술적 결찰을 권하고 있다.⁸⁾¹²⁾²⁶⁾³⁶⁾ 수술적 치료의 장점은 동맥류의 재발과 재출혈의 가능성이 거의 없는 것을 들 수 있다. 또한 수술시에 출혈을 하는 경우 근위부의 처치(proximal control)가 가능하고 출혈을 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.²⁴⁾ 본원의 예에서도 수술의 결과는 크기 및 위치와 관련이 있었다. 1989년 5월부터 1998년 12월까지 본원에서 수술적 치료를 받은 비파열 동맥류 117례중 수술후 사망한 환자 4명중 3명이 거대동맥류를 가진 환자였으며, 후방 순환계에 위치한 비파열 동맥류 수술의 경우 25%의 사망률과 50%의 이환율을 동반하였다. Wirth 등³⁶⁾은 25 mm 이하의 뇌동맥류에서 동맥류의 크기의 증가와 함께 수술에 따른 합병증이 증가함을 보고한 바 있고, Solomon 등³⁰⁾도 10 mm 이하의 뇌동맥

류 수술에서는 합병증이 없으나 25 mm 이상에서는 21%의 morbidity를 보고하였다. 그러나 다른 저자들²¹⁾은 25 mm 이하에서의 수술 합병증과 크기와는 관련이 없다고 보고를 하였다.

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 등²⁵⁾은 후방순환계에 위치한 비파열 뇌동맥류의 수술 결과를 사망률 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.²⁴⁾

혈관내 수술의 경우 수술시기 및 재료가 현재 발전을 거듭하고 있어 미래의 전망 또한 밝은 편이다. 그러나 현재까지는 수술적인 경부 결찰과 비교를 하였을 때 단점 또한 존재한다. 여기에는 동맥류 내의 완전한 폐색(complete occlusion)이 50%에 그치고, 동맥류의 재발(recurrence)을 또한 16~32%에 이른다는 보고가 있다.⁴⁾ 그러나 이런 단점에도 불구하고 혈관내 수술의 장점도 많아 고령이나 내과적 질환을 동반한 환자 등을 중심으로 시술범위는 확대되고 있는 추세이다.

결 론

출혈한 뇌동맥류의 경우 약 50% 이상의 환자가 사망하거나 정상생활로 돌아가는 것이 불가능하기 때문에 출혈 전의 비파열 뇌동맥류를 치료하는 것이 효과적이다. 비파열 뇌동맥류의 경우 수술전 고려 사항으로는 동맥류의 위치와 크기가 수술의 결과에 영향을 미치는 제일 중요한 사항이다.

전방 순환계에 위치한 크기가 크지 않은(<25 mm) 비파열 뇌동맥류의 수술적 치료는 일반적으로 이환율 1.9%, 사망률 0.9% 정도이다. 이는 비파열 뇌동맥류의 자연경과상의 출혈 및 이에 따른 사망률 및 이환율보다 나은 결과이며, 따라서 전방 순환계에 위치한 크기가 크지 않은 비파열 동맥류의 경우 발견과 함께 수술적 치료를 하는 것이 옳다 할 수 있겠다.

중심 단어 : 비파열 동맥류 · 수술치료 빈도 · 재출혈 빈도.

REFERENCES

- 1) Aoki N, Sakai T, Oikawa A, et al. Giant unruptured aneurysm of the vertebral artery presenting with rapidly progressing bulbar compression. case report. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 37:907-10, 1997
- 2) Asari S, Ohmoto T. Natural history and risk factors of unruptured cerebral aneurysm. *Clin Neurol Neurosurg* 95:205-14, 1993
- 3) Baxter AB, Cohen WA, Maravilla KR. Imaging of intracranial subarachnoid hemorrhage. in Le Roux PD, Winn HR (eds): *Current management of cerebral aneurysms, part 1: Evaluation and perioperative care. Neurosurgery clinics of North America. Saunders, 1998, pp 445-62*
- 4) Connolly ES, Solomon RA. Management of symptomatic and asymptomatic unruptured aneurysm. in Le Roux PD, Winn HR (eds): *Current management of cerebral aneurysms, part 1: Evaluation and perioperative care. Neurosurgery clinics of North America. Saunders, 1998, pp 509-24*
- 5) Crowell RM, Moayeri N, Ogilvy CS, et al. Incidental aneurysms. In Spezzler RF, Carter LP (eds.): *Neurovascular surgery. New York: McGraw-Hill, 1996, pp 851-73*
- 6) Crompton MR. Mechanism of growth and rupture in cerebral berry aneurysm. *Br Med J* 1:1138-42, 1966
- 7) Day AL. Aneurysm of the ophthalmic segment. A clinical and anatomical analysis. *J Neurosurg* 72:677-91, 1990
- 8) Deryty R, Pelissou-Guyotat, Mottolese C, et al. Management of unruptured cerebral aneurysms. *Neurological Reserach* 18:39-44, 1996
- 9) Eskesen V, Rosenorn J, Schmidt K. The influence of unruptured intracranial aneurysms on life expectancy in relation to their size at the time of detection and to age. *British J Neurosurg* 2:379-84, 1988
- 10) Ferguson GG, Peerless SJ, Drake CG. Natural history of intracranial aneurysms (letters to editor). *N Engl J Med* 99:305, 1981
- 11) Heikonen O. Risks of surgery for unruptured intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 65:451-3, 1986
- 12) Heikonen O, Poranen A. Surgery of incidental intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 28:432-6, 1987
- 13) Heikonen O. Risk of bleeding from unruptured aneurysms in cases withn multiple intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 55:524-6, 1981
- 14) Inagawa T, Hada H, Katoh Y. Unruptured intracranial aneurysms in elderly patients. *Surg Neurol* 38:364-70, 1992
- 15) Jomin M, Lesoin F, Lozes G, et al. Surgical prognosis of unruptured intracranial arterial aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 84:85-8, 1987
- 16) Kassel NF, Torner JC. Size of intracranial aneurysms. *Neurosurg* 12:291-7, 1983
- 17) 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* 24:922-32, 1966
- 18) Locksley HB. Natural history of subarachnoid hemorrhage intracranial aneurysms and arteriovenous malformations based on 6838 cases in the cooperative study. Part II. *J Neurosurg* 25:321-68, 1966
- 19) Lozano AM, Leblanc R. Familial intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 66:522-8, 1987
- 20) Mount LA, Brisman R. Treatment of multiple aneurysm-symptomatic and asymptomatic. *Clin Neurosurg* 21:166-70, 1974
- 21) Nakagawa T, Hashi K. The incidence and treatment of asymptomatic, unruptured cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 80:440-6, 1994
- 22) Ojemann RG. Management of the unruptured intracranial aneurysm. *N Engl J Med* 304:725-6, 1981

- 23) Orz Y, Kobayashi M, Tanaka Y. *Aneurysm size: A prognostic factor for rupture. British J of Neurosurg* 11:144-9, 1997
- 24) Raaymakers TM, Rinkel GJ, Limburg M, et al. *Mortality and morbidity of surgery for unruptured intracranial aneurysms. A meta-analysis. Stroke* 29:1531-8, 1998
- 25) Rice BJ, Peerless SJ, Drake CG. *Surgical treatment of unruptured aneurysm of posterior circulation. J Neurosurg* 73:165-73, 1990
- 26) 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* 2:369-78, 1988
- 27) Samson DS. *Surgery for unruptured intracranial aneurysms in Wilkins RH, Rengachary SS(eds): Neurosurgery Ed2. New York: McGraw-Hill, 1996*
- 28) 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. Neurosurg* 34:22-9, 1994
- 29) Schievink WI, Piepgras DG, Wirth FP. *Rupture of previously documented small asymptomatic saccular intracranial aneurysms. J Neurosurg* 76:1019-24, 1992
- 30) Solomon RA, Fink ME, Pile-Spellman J. *Surgical management of unruptured intracranial aneurysms. J Neurosurg* 80:440-6, 1994
- 31) Suzuki J, Ohara H. *Clinicopathological study of cerebral aneurysm Origin, rupture, repair, and growth. J Neurosurg* 48:505-14, 1978
- 32) Wiebers DO, Whisnant JP, O'Fallon WM. *The natural history of unruptured intracranial aneurysms. The New England Med* 19:696-8, 1981 March
- 33) Wiebers DO, Whisnant JP, Sundt TM, et al. *The significance of unruptured intracranial saccular aneurysm. NEJM* 66:23-9, 1998
- 34) Wiebers DO, Whisnant JP, Sundt TM, et al. *The significance of unruptured intracranial saccular aneurysm. J Neurosurg* 66:23-9, 1987
- 35) Winn HR, Almaani WS, Berga SL, et al. *The long-term outcome in patients with multiple aneurysms. Incidence of late hemorrhage and implications for treatment of incidental aneurysms. J Neurosurg* 59:642-51, 1983
- 36) Wirth FP, Laws Jr ER, Piepgras D, et al. *Surgical treatment of incidental intracranial aneurysms. Neurosurg* 12:507-11, 1983
- 37) 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* 39:1096-100, 1996
- 38) Yoshimoto T, Mizoi K. *Importance of management of unruptured cerebral aneurysm. Surg Neurol* 47:522-6, 1997