

Endovascular or Microsurgical Treatment of Intracranial Aneurysms: Single Center Analysis

Jin Wook Kim, Won-Bae Seung, Yong Seok Park

Department of Neurosurgery, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

뇌동맥류에 대한 혈관내치료 및 미세수술치료: 단일 센터 분석

김진욱·승원배·박용석

고신대학교 의과대학 신경외과학교실

Objectives: The objective of this study was to assess effectiveness and outcomes of endovascular versus microsurgical treatment for intracranial aneurysms in single hospital.

Methods: This was a retrospective study, using data collected during 4 year (between 2008 and 2011) from single hospital(Kosin University Gospel Hospital). A total of 274 treated, intracranial aneurysm cases were evaluated. The measurements used were effectiveness as measured by hospital discharge outcomes: 1) mortality (in-hospital death), 2) clinical outcomes(modified Ranking Scale: mRS).

Results: Among total of 274 cases, unruptured intracranial aneurysm cases were 132 cases and ruptured cases were 142 cases. Among unruptured 132 cases, 65 cases were treated by microsurgical treatment and 67 cases were treated by endovascular treatment. Among ruptured 142 cases, 61 cases were treated by microsurgical treatment and 81 cases were treated by endovascular treatment. In unruptured cases, there was not any fatal complication and same adverse outcomes (3% versus 3%). In ruptured case, in regards of treatment modality (i.e., endovascular versus microsurgical treatment), each clinical outcomes were as followings; good clinical outcome was 53.1% (43/81) versus 41.0% (25/61), moderate clinical outcome was 13.6% (1/81) versus 9.8% (6/61), severe clinical outcome was 18.5% (15/81) versus 22.9% (29/142) and fatal outcome was 14.8 (12/81) versus 26.2% (16/61).

Conclusions: This analysis of single hospital data indicates that endovascular therapy is associated with significantly less morbidity, less mortality, compared with conventional microsurgical treatment for all intracranial aneurysms. Endovascular therapy, as a treatment alternative to microsurgical clipping, should be offered as a viable therapeutic option for all patients considering treatment of an intracranial aneurysm.

Key Words: Endovascular, Intracranial aneurysm, Microsurgical

뇌동맥류는 지주막하 출혈의 원인이 되며, 파열되어 지주막하 출혈을 유발하는 경우 사망률도 높고, 생명을 구한다고 해도 심한 장애를 남길 수 있다. 이전에는 대부분의 뇌동맥류가 지주막하 출혈이 발생한 뒤에 발견되는 경우가 많았으나, 최근에는 컴퓨터단층 혈관조영술(computed tomography angiography, CTA)이나 자기

공명 혈관조영술(magnetic resonance angiography, MRA) 등의 발달로 인해 비파열성 뇌동맥류로 발견되는 수가 많다.¹ 뇌동맥류에 대한 치료는 파열에 의한 출혈을 막기 위함이 목적이다. 파열성 여부를 막론하고 모든 뇌동맥류의 가장 적절한 치료에 대해서는 아직도 논란이 있다.²⁻⁴ 이전에는 주로 개두술을 통한 뇌동맥류 결찰술을

Corresponding Author: Yong Seok Park, Department of Neurosurgery, Kosin University Gospel Hospital, 262 Gamcheon-ro, Seo-gu, Busan 602-702, Republic of Korea
TEL: +82-51-990-6124 FAX: +82-51-990-3042 E-mail: ysparkns@kosinmed.or.kr

Received: May 2, 2012
Revised: May 23, 2012
Accepted: January 2, 2013

시행하였으나, 1995년 이후 Guglielmi 등에 의한 코일 색전술이 미국 식품의약국을 통과함으로써 최근에는 혈관내치료를 통한 코일 색전술이 많이 사용되고 있다. 뇌동맥류의 유일한 치료방법으로서 오랫동안 지속되어온 미세수술의 우월성은 혈관내치료를 치료성적이 같거나 오히려 낫다는 여러 임상 연구발표로 인해 도전 받고 있다.⁵⁻⁷ 최근에 비파열성 뇌동맥류 치료의 가이드라인이 이슈화 하고 있다.^{4,8,9}

그동안 뇌동맥류 치료법으로 혈관내치료와 미세수술 치료 중에서 선택에 대한 논란이 있었으나, 최근에는 적절한 선택을 하면 치료 성적에 큰 차이가 없다고 하며, 점차 혈관내치료가 증가하고 있는 추세에 있다. 본원에서는 2008년부터 혈관내치료와 미세수술치료 양쪽을 모두 시행하고 있다. 저자들은 그동안 시술한 증례를 중심으로 분석을 하여 향후 뇌동맥류 치료에 도움을 얻고자 한다.

연구대상 및 방법

2008년 1월부터 2011년 12월말까지 4년간 본원에 내원하여 뇌동맥류에 대한 치료를 받은 245명의 환자(274례의 뇌동맥류)를 분석하였다. 뇌동맥류의 호발부위, 호발연령, 동맥류의 크기, 내원당시의 의식상태(Hund Hess grade, H-H grade)를 기준으로 하여 혈관내치료와 미세수술치료의 성적을 비교하였다. 비파열성 뇌동맥류는 내원 당시의 환자 상태는 모두 정상이었고, 다른 뇌동맥류 파열에 대한 영상의학적 검사 도중에 발견된 경우로서, 모두 안정된 상태에서 치료받았으며, 이런 경우는 수술전 후의 환자 상태를 비교하였다. 환자의 예후는 modified Ranking Scale (mRS)를 이용하였다. mRS기준으로 정도

의 장애는 0 또는 1, 중등도의 장애는 2 또는 3, 심한 장애는 4 또는 5, 사망한 경우는 6점으로 분류하였다.

결 과

1. 환자 및 뇌동맥류의 전체적인 특성(Table 1)

환자는 235명이었으며, 남자가 83명, 여자가 152명이었고, 여자가 2배 정도 많았다. 연령분포는 10대에서 80대까지였으며, 평균 연령은 57.8 ± 11.3 세였고, 남자가 55.1 ± 11.1 세, 여자가 59.2 ± 11.2 세였다. 특히, 40대에서 60대 사이에 많았다. 동맥류가 2개 이상인 다발성 환자는 38명(16.1%)으로 남자가 9명, 여자가 29명이었다. 총 274례의 뇌동맥류 중에서 비파열성은 132례, 뇌지주막하 출혈을 동반한 파열성은 142례였다.

뇌동맥류의 평균 크기는 비파열성 동맥류의 경우에 전체 4.9 ± 2.1 mm, 미세수술을 한 경우는 4.6 ± 1.9 mm, 혈관내치료를 한 경우는 5.1 ± 2.3 mm였다. 파열성 동맥류의 경우에 전체 평균은 5.9 ± 2.5 mm, 미세수술을 한 경우는 5.6 ± 2.4 mm, 혈관내치료를 한 경우는 6.1 ± 2.5 mm였다.

뇌동맥류의 호발부위는 전체적으로는 중뇌동맥(middle cerebral artery, MCA)가 85례로 가장 많았고, 전교통뇌동맥(anterior cerebral artery, ACom) 67례, 후교통뇌동맥(posterior communicating artery, PCom)과 전맥락총동맥(anterio choroidal artery, ACho)을 합쳐서 49례, PCom과 ACho를 제외한 내경동맥(internal carotid artery, ICA) 46례, 후방순환계(posterior circulation) 20례, 원위부 전뇌동맥(distal anterior cerebral artery, DACA) 7례 순이었다. 남녀 별로 동맥류 발생부위를 살펴

Table 1. Distribution of sex according to the location of intracranial aneurysms

	ACom			PCom / ACho			MCA			ICA			DACA			posterior circulation		
	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T
Ruptured	25	23	48	5	19	24	14	26	40	2	9	11	1	2	3	5	11	16
Unruptured	11	8	19	6	19	25	14	31	45	9	26	35	0	4	4	0	4	4
Total	36	31	67	11	18	49	28	57	85	11	35	46	1	6	7	5	15	20

ACom=anterior communicating artery, ACho=anterior choroidal artery, DACA=distal anterior cerebral artery, F=female, ICA=internal carotid artery, M=male, MCA=middle cerebral artery, PCom=posterior communicating artery, T=total.

보면, 전교통뇌동맥류는 남자가 조금 많았고, 다른 부위는 여자가 더 많았다.

파열성 뇌동맥류는 후방순환계에서 80%, 전교통뇌동맥에서 71.6%로서 후방순환계와 전교통뇌동맥에서 파열성 뇌동맥류의 비율이 높았고, 내경동맥에서는 비파열성이 76.1%로 비율이 더 높았다(Table 1).

2. 뇌동맥류의 치료

뇌동맥류의 치료는 미세수술적 결찰술 126례(46%), 혈관내 코일 색전술 148례(54%)로 코일로 치료한 경우가 더 많았다. 이중 비파열성 뇌동맥류에서는 혈관내 코일 색전술 67례, 미세수술적 결찰술 65례로 비슷하였으나, 파열성 뇌동맥류에서는 혈관내 코일 색전술 81례, 미세수술적 결찰술 61례로 파열성 뇌동맥류의 치료에서 혈관내

치료가 더 많았다.

발생 부위에 따른 치료방법을 비교해 보면, 혈관내 코일 색전술과 미세수술적 결찰술의 비율이 MCA 20:65, ACom 38:29, DACA 4:3, PCom & ACho 28:21, ICA 39:7, 후방순환계 15:1로 MCA에서는 미세수술적 결찰술의 비율이 높았으나, ICA와 후방순환계에서 혈관내 코일 색전술의 비율이 높았다. 특히 PCom & ACho의 경우 전체적으로는, 혈관내 코일 색전술을 시행한 경우가 많았으나, 비파열성 뇌동맥류에서는 미세수술적 결찰술이 더 많았고, 파열성인 경우는 혈관내 코일 색전술이 더 많이 시행되었다(Table 2).

3. 환자의 예후

환자의 예후는 비파열성 뇌동맥류에서 사망한 경우는

Table 2. Distribution of treatment modalities according to the location of intracranial aneurysms

		ACom	PCom / ACho	MCA	ICA	DACA	posterior circulation	Total
Total	coil	38	28	20	39	4	19	148
	clip	29	21	65	7	3	1	126
Ruptured	coil	27	19	13	5	2	15	81
	clip	21	5	27	6	1	1	61
Unruptured	coil	11	9	7	34	2	4	67
	clip	8	16	38	1	2	0	65

ACom=anterior communicating artery, ACho=anterior choroidal artery, DACA=distal anterior cerebral artery, ICA=internal carotid artery, MCA=middle cerebral artery, PCom=posterior communicating artery.

Table 3. Clinical outcome according to the treatment modality and the location of ruptured intracranial aneurysm

		mRS	0 or 1	2 or 3	4 or 5	6
Location						
ACom	Coil		15	4	5	3
	Clip		9	3	7	2
MCA	Coil		6	2	4	1
	Clip		12	2	5	8
ICA	Coil		3	0	1	1
	Clip		1	0	1	4
PCom / ACho	Coil		10	4	3	2
	Clip		2	1	1	1
DACA	Coil		1	0	0	1
	Clip		1	0	0	0
posterior circulation	Coil		8	1	2	4
	Clip		0	0	0	1
All location	Coil		43	11	15	12
	Clip		25	6	14	16
Total			68	17	29	28

ACom=anterior communicating artery, ACho=anterior choroidal artery, DACA=distal anterior cerebral artery, ICA=internal carotid artery, MCA=middle cerebral artery, mRS=modified Rankin scale, PCom=posterior communicating artery.

없었다. 시술후 후유증으로 혈관내 코일 색전술을 한 군에서 색전증에 의한 뇌경색으로 인해 언어장애와 반신마비가 있었던 2례(2/67, 3%), 미세수술적 결찰술을 한 군에서 수술후 반신마비가 발생한 2례(2/65, 3%)가 있었다. 미세수술적 결찰술후 마비가 발생한 경우를 살펴보면, 중뇌동맥의 관통 동맥(perforating artery)의 손상 때문이었으며, 각 예는 조기전두엽분지(M1 early frontal branch)와 조기분지 중뇌동맥(early MCA bifurcation)에 뇌동맥류가 발생한 경우였다.

파열성 뇌동맥류에서 전체 사망률은 19.7% (28/142)였으며, 혈관내치료를 한 경우에 사망률은 14.8% (12/81), 미세수술적 결찰술이 26.2% (16/61)이었다. 심한 장애는 전체 20.4% (29/142)였으며, 혈관내 수술이 18.5% (15/81), 미세수술적 결찰술이 22.9% (14/61)였다. 중등도 장애는 12.0% (17/142)였으며, 혈관내 수술이 13.6% (11/81), 미세수술적 결찰술이 9.8% (6/61)였다. 경도의 장애는 전체 47.9% (68/142), 혈관내 수술이 53.1% (43/81), 미세수술적 결찰술이 41.0% (25/61)로서, 전반적으로 미세수술을 시행한 군에서 사망률(mortality)과 이환율(morbidity)이 높았다(Table 3).

1) 파열된 동맥류의 위치에 따른 예후

파열된 동맥류의 위치에 따른 예후를 살펴보면, 전체적으로 ICA와 후방 순환계에서 각각 45%와 31%에 이르는 높은 사망률을 보였다. 그러나 ICA에서 발생한 파열성 뇌동맥류의 경우를 치료 방법에 따라서 비교해 보면, 미세수술적 결찰술을 한 경우에 67% (4/6)가 사망하였으며, 혈관내 수술을 시행한 경우에는 20% (1/5)가 사망하였다. ACom과 PCom (& ACho)은 각각 10.4% (5/48), 12.5% (3/24)의 사망률을 보였으며, mRS에 의한 임상결과를 살펴보면, PCom (& ACho)의 경우 미세수술적 결찰술을 시행한 경우에 비교적 양호한 결과를 보였으며, 혈관내치료를 한 경우는 ACom, MCA, ICA, PCom (& ACho)에 위치한 경우에서 60% 이상이 mRS 3 이하의 양호한 결과를 보였다. MCA 경우는 미세수술적 결찰술을 시행한 경우에 혈관내치료를 시행한 경우보다 사망률이 높았으며, 경과가 양호하지 못한 경우도 많았다. ICA의

경우도 혈관내 치료를 시행한 군보다 미세수술적 결찰술을 시행한 군에서 사망률이 높았다(Table 3). 후방순환계에 위치한 경우, 미세수술적 결찰술을 시행한 경우는 한례였으며, 후하소뇌동맥(Posterior inferior cerebellar artery, PICA)에서 발생한 경우로서 수술 후 경과가 좋았으나, 담낭에 발생한 농양에 의한 패혈증으로 31일만에 사망한 경우였다.

2) 내원 당시의 의식에 따른 예후

내원 당시의 의식에 따른 예후를 살펴보면, 파열성 뇌동맥류의 경우에서 내원 당시의 H-H 등급에 따른 예후는 H-H 등급이 높을수록 치료방법에 상관없이 예후가 좋지 않았다(Table 4).

3) 뇌동맥류의 크기에 따른 예후

뇌동맥류의 크기에 따른 예후를 살펴보면, 동맥류 파열의 예에서 볼 때 혈관내 코일 색전술을 한 경우는 사망률이

Table 4. Clinical outcome according to the treatment modality and the Hund-Hess grade of ruptured intracranial aneurysm

mRS		0,1	2,3	4,5	6
H-H					
1,2	coil	35	6	7	1
	clip	20	2	3	1
3	coil	7	3	0	3
	clip	4	2	4	4
4	coil	1	2	8	6
	clip	1	2	6	9
5	coil	0	0	0	2
	clip	0	0	1	2
Total		68	17	29	28

H-H= Hund-Hess grade, mRS=modified Rankin scale.

Table 5. Clinical outcome according to the size of ruptured intracranial aneurysm

mRS		0 or 1	2 or 3	4 or 5	6
size					
Coil	< 5 mm	18	5	5	4
	5-10 mm	23	5	7	7
	>10 mm	2	1	3	1
Clip	< 5 mm	13	2	6	6
	5-10 mm	12	4	6	9
	> 10 mm	0	0	2	1
Total		68	17	29	28

mRS=modified Rankin scale.

5 mm 미만 12.5%, 5-10 mm 16.7%, 10 mm 이상 14.2%였으며, 미세수술적 결찰술을 한 경우는 사망률이 5 mm 미만 22.2%, 5-10 mm 29.0%, 10 mm 이상 33.3%였다. 전반적으로 동맥류 크기가 클수록 사망하거나, mRS 4 또는 5의 심한 장애가 남는 비율이 높았다. 혈관내 치료보다는 미세수술적 결찰술을 시행한 증례에서 더 예후가 나빴다(Table 5).

고 찰

뇌동맥류는 지주막하 출혈의 원인이 되며, 파열되어 지주막하 출혈을 유발하는 경우 사망률도 높고, 생명을 구한다고 해도 심한 장애를 남길 수 있다. 출혈성 뇌졸중의 형태인 뇌지주막하 출혈은 30일 사망률이 45%에 이른다. 생존자들의 약 30%정도는 심한 장애를 갖게 된다.¹⁰ 과거에는 대부분의 뇌동맥류가 지주막하 출혈이 발생한 뒤에 발견되는 경우가 많았으나, 최근에는 CTA나 MRA 등의 발달로 인해 비파열성 뇌동맥류로 발견되는 수가 많다. 비파열성 뇌동맥류는 종괴 효과에 의해 뇌신경 마비나 뇌간부 압박 증상을 나타내기도 한다.¹¹ 이러한 뇌동맥류에 대한 치료의 목적은 파열에 의한 출혈을 막는 것이다.

뇌동맥류의 가장 적절한 치료방법에 대해서는 아직도 논란이 많다. 그동안 뇌동맥류 치료로 혈관내치료를 할 것인가, 미세수술적 결찰술을 하는 것이 좋은가에 대한 논란이 있었으나, 최근에는 적절한 선택을 하면 치료 성적에는 큰 차이가 없다고 하며, 점차 혈관내 치료가 증가하고 있는 추세에 있다.⁴ 본 교실에서도 뇌동맥류의 치료는 미세수술적 결찰술 126례(46%), 혈관내 치료 148례(54%)로 코일로 치료한 경우가 더 많았다.

비파열성 뇌동맥류의 결찰술에 대한 메타 분석(meta analysis)에는 두 가지 보고가 있다. 1994년 King 등¹²은 1966년부터 1992년까지 검색 가능한 28개 연구 결과의 733명 환자들에 대한 메타 분석에서 무증상, 두개내 비파열 뇌동맥류의 결찰술에 의한 이환율은 4.1%, 사망률은 1.0%로 보고하였다. 두 번째는 1998년 Raaymakers 등¹³

의 보고로 1966년부터 1996년까지 발표된 61개의 문헌들에 대한 메타 분석에서 2568개 뇌동맥류에 대한 결찰술 치료 결과 이환율 10.9%, 사망률 2.6%로 보고하였다. 최근 논문일수록 이환율과 사망률이 감소되는 경향을 보이고, 전방 순환계 뇌동맥류가 많이 포함되어 있을수록 낮았다.

ISUIA (International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms)는 2003년 두 번째 연구에서 전향적으로 혈관내치료를 이환율과 사망률을 조사하였다.¹⁴ 4,060명의 환자 중 451명이 혈관내치료를 받았고, 뇌지주막하출혈 병력이 없었던 환자 군에서 모든 이환율(mRS 3-5 또는 인지기능 저하)과 사망률은 각각 6.4%와 3.4%로 나타났고, 뇌지주막하출혈이 있었던 환자군에서 각각 7.1%와 0%로 나타났다. 사망률과 이환율을 관여하는 요소로 동맥류의 크기와 위치였고 연령과는 관계가 없었다.

코일 색전술로 치료한 동맥류는 재개통할 수 있으며, 재개통과 동반한 재출혈의 가능성이 있다. 재개통률은 20.9-33.6%의 범위로 보고되고 있다.¹⁵ 재개통에 의한 뇌동맥류 재발에 대한 연구는 아직도 명확한 결론이 나지 않았으며, 부분적으로 폐색된 뇌동맥류에서 재출혈이 발생할 것인지에 대한 연구도 알려진 바가 드물다. 재개통을 확인하기 위해서 뇌혈관 조영술을 통한 적극적인 추적검사가 필요하며,^{15,16} 추가적인 코일 색전술이 필요한 경우에 코일 색전술을 다시 시행해도 안전하다고 보고되고 있다.¹⁷ 코일 색전술이 시행된 뇌동맥류에서 재출혈이 발생할 확률은 뇌동맥류 결찰술보다 높지만, 여전히 매우 낮다고 한다. 한 대형 연구에서 평균 31개월 동안 추적한 결과에서 코일 색전술이 시행된 뇌동맥류에서 재출혈이 발생된 확률은 0.8%로 보고되었다.¹⁵

여러 후향적 연구에서, 대부분의 파열 및 비파열성 뇌동맥류를 코일 색전술로 치료하는 것이 최소한 수술 중 및 직후의 기간 동안 뇌동맥류 결찰술보다 안전하다고 보고하였다.¹⁸⁻²⁰ 대학 보건 기구(60개 대학),²⁰ 캘리포니아주 내 모든 병원의 환자 기초 자료,¹⁹ UCSF(the University of California at San Francisco) 병원의 기초자료¹⁸를 별도로 검토한 결과, Johnston 등은 코일 색전술이 결찰

술보다 낮은 사망률, 짧은 입원기간 및 저렴한 치료비와 관련이 있다고 보고했다.¹⁸⁻²⁰ 뇌지주막하 출혈을 동반한 뇌동맥류 환자의 치료 방법으로 코일 색전술이 결찰술보다 더 안전하다는 강력한 기초 자료가 영국에서 실시한 대형 다자기관들의 전향적 연구에서 확인되었다.²¹ ISAT (the International Subarachnoid Aneurysm Trial)에서 파열된 동맥류 환자 2,143명을 결찰술이나 코일 색전술 중 하나에 임의로 할당한 후에 전향적으로 조사했다.²² 1년 뒤에 기초 자료 감시위원회의 예정된 중간 분석은 수술 그룹(30.6%)에 비해 코일 색전술 치료군에서 23.7%의 신경학적 무능력(의존성) 또는 사망에 대한 발생률을 보고 했다. ISAT의 환자 등록은 이 중간 분석이 확인되고 난 후 즉시 중지되었는데, 코일 색전술에서 발생한 신경학적 무능력 이환율과 사망률의 합산 비율에 대한 상대적 위험(22.6%)와 절대적 위험(6.9%)이 뇌동맥류 결찰술에 비해 명백히 감소되었기 때문에 중지되었다.²² 이런 보고서를 근거로 모든 뇌동맥류에 일반적으로 적용할 수는 없다. ISAT 보고서를 근거로 ASITN (the American Society of Interventional and Therapeutic Neurology)은 코일 색전술을 시행할 수 있는 의사와 환자가 상담해야 된다고 권고했다.²³ AANS (the American Association of Neurological Surgeons)는 경험이 풍부한 뇌혈관 신경외과 전문의가 최상의 선택이라고 판단했을 때, 개두술을 통한 뇌동맥류 결찰술을 시행하도록 권고했다.²⁴

1998년 발표된 53개 관계기관 2,621명의 환자를 후향적으로 분석한 ISUIA (International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms) 연구²⁵에 의하면 직경 10 mm 이하인 뇌동맥류의 파열률은 지주막하 출혈의 과거력이 없는 경우 연간 0.05%, 지주막하 출혈의 과거력이 있는 경우에는 0.5%로 매우 낮은 것으로 보고되었다. 10 mm 이상인 뇌동맥류의 파열률의 확률이 높았다. 전향적으로 분석한 2003년 ISUIA 연구¹⁴에서 1,692명이 보존적으로 치료받으면서 추적관찰을 한 결과도 비슷했다. 이 보고에 따르면 내경동맥, 전교통뇌동맥, 전뇌동맥 또는 중뇌동맥에서

발생한 7 mm 이하의 작은 뇌동맥류의 경우, 지주막하 출혈의 과거력이 없는 환자에서 5년간 누적 파열률이 0%로 보고되었다. ISUIA의 문제점으로 지적되고 있는 것 중 하나는 경과 관찰 중 결찰술(410명) 및 혈관내 코일 색전술(124명)을 받았거나 사망한 경우(193명) 등 총 727명이 제외되었다는 점인데, 이들이 총 환자의 30%를 차지하고 있어 연구의 결과가 실제 파열률에 비해 과소평가되었을 가능성이 있다. 환자의 나이는 뇌동맥류의 파열과 유의한 관련이 없는 것으로 보고되었다. 환자의 나이는 개두술을 통한 결찰술의 경우에 수술결과에 영향을 미치는 강력한 요인으로 보고되었다. 혈관내치료의 이환율이나 사망률은 환자 나이에 크게 영향을 받지 않았으므로 노인 환자에 장점이 있는 것으로 판단된다. 혈관내치료가 비록 즉각적인 위험이 적다고는 하지만, 치료의 장기적인 위험과 영속성은 잘 알려져 있지 않다. 따라서 치료받은 환자에 대한 장기 추적관찰 자료가 필요하다. 뇌동맥류의 크기와 위치는 결찰술과 코일 색전술 양쪽 모두의 수술결과에 영향을 미치는 요인으로 보고되었다. 뇌동맥류의 크기가 클수록 치료성적이 나빴으며, 1) 후방순환계 동맥류 및 후교통 동맥 동맥류의 치료성적이 제일 나빴고, 2) 전대뇌동맥, 중대뇌동맥, 내경동맥 동맥류, 3) 해면정맥동부 내경동맥의 순서로 치료 성적이 나빴다.

최근 논문일수록 이환율과 사망률이 감소되는 경향을 보이고 있다. 그 원인으로는 뇌동맥류에 대한 면밀한 해부학적 분석과 수술기법의 발달로 볼 수 있다. 본 교실에서도 비파열성 뇌동맥류의 경우, 사망한 경우는 없었으며, 이환율이 혈관내치료를 시행한 군에서 색전증에 의한 뇌경색으로 인해 언어장애와 반신마비가 있었던 2례(2/67, 3%), 미세수술적 결찰술을 시행한 군에서 수술후 반신마비가 발생한 2례(2/65, 3%)가 있었다. 본 교실의 비파열성 치료성적은 최근 논문의 이환율과 사망률이 감소되는 경향과 비슷하다. 전반적으로 미세수술적 결찰술을 시행한 군에서 사망률(mortality)과 이환율(morbidity)이 높았다(Table 3).

본 교실에서 시행된 결과를 분석해 보면 최근 동맥류 치료의 추세대로 본원에서도 개두술을 통한 결찰술보다

혈관내 코일 색전술이 더 많이 시행되었다. 시술 방법에 따른 환자의 예후는 혈관내 코일 색전술이 개두술을 통한 결찰술보다 이환율 및 사망률이 낮았다. 그러므로, 혈관내 코일 색전술은 결찰술과 동등하게 뇌동맥류의 치료법으로 환자에게 선택받을 수 있도록 해야 한다.

이 연구는 단일 센터의 자료 분석이므로 이에 따른 여러 가지 연구의 한계점이 있다. 선택 오류(selection bias)가 발생할 수 있으며, 시술자에 따른 결과의 차이가 있을 수 있다. 신경정신학적인 분석을 통해서 치료 결과에 대한 더욱 섬세한 임상적 차이에 대한 분석이 필요하다. 이에 대한 한계점들을 보완하기 위해 다기관 무작위 임상 연구들이 발표되기를 기대한다.

참고문헌

- Magnetic Resonance Angiography in Relatives of Patients with Subarachnoid Hemorrhage Study Group. Risks and benefits of screening for intracranial aneurysms in first-degree relatives of patients with sporadic subarachnoid hemorrhage. *N Engl J Med* 1999;341:1344-50.
- Bardach NS, Olson SJ, Elkins JS, Smith WS, Lawton MT, Johnston SC. Regionalization of treatment for subarachnoid hemorrhage. A cost-utility analysis. *Circulation* 2004;109:2207-12.
- Barker FG II, Amin-Hanjani S, Butler WE, Hoh BL, Rabinov JD, Pryor JC, et al. Age-dependent differences in short-term outcome after surgical or endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms in the United States, 1996-2000. *Neurosurgery* 2004;54:18-28; discussion 28-30.
- Andaluz N, Zuccarello M. Recent trends in the treatment of cerebral aneurysms: analysis of a nationwide inpatient database. *J Neurosurg* 2008;108:1163-9.
- Brilstra EH, Rinkel GJ, van der Graaf Y, Sluzewski M, Groen RJ, Lo RT, et al. Quality of life after treatment of unruptured intracranial aneurysms by neurosurgical clipping or by embolisation with coils. A prospective, observational study. *Cerebrovasc Dis* 2004;17:44-52.
- Flett LM, Chandler CS, Giddings D, Gholkar A. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: management strategies and clinical outcomes in a regional neuroscience center. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:367-72.
- Halkes PH, Wermer MJ, Rinkel GJ, Buskens E. Direct costs of surgical clipping and endovascular coiling of unruptured intracranial aneurysms. *Cerebrovasc Dis* 2006;22:40-5.
- Bederson JB, Awad IA, Wiebers DO, Piepgras D, Haley EC Jr, Brott T, et al. Recommendations for the management of patients with unruptured intracranial aneurysms: a statement for healthcare professionals from the Stroke Council of the American Heart Association. *Circulation* 2000;102:2300-8.
- Johnston SC, Higashida RT, Barrow DL, Caplan LR, Dion JE, Hademenos G, et al. Recommendations for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: a statement for healthcare professionals from the Committee on Cerebrovascular Imaging of the American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology. *Stroke* 2002;33:2536-44.
- Greenberg MS. SAH and aneurysms. In: Greenberg MS, ed. *Handbook of neurosurgery*. 6th ed. New York: Thieme Medical 2006. p781-834.
- King JT Jr, Berlin JA, Flamm ES. Morbidity and mortality from elective surgery for asymptomatic, unruptured, intracranial aneurysms: a meta-analysis. *J Neurosurg* 1994;81:837-42.
- Johnston SC, Selvin S, Gress DR. The burden, trends, and demographics of mortality from subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 1998;50:1413-8.
- Raaymakers TW, Rinkel GJ, Limburg M, Algra A. Mortality and morbidity of surgery for unruptured intracranial aneurysms: a meta-analysis. *Stroke* 1998;29:1531-8.
- Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, Meissner I, Brown RD Jr, Piepgras DG, et al. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 2003;362:103-10.
- Raymond J, Guilbert F, Weill A, Georganos SA, Juravsky L, Lambert A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils. *Stroke* 2003;34:1398-403.
- Thornton J, Debrun GM, Aletich VA, Bashir Q, Charbel FT, Ausman J. Follow-up angiography of intracranial aneurysms treated with endovascular placement of Guglielmi detachable coils. *Neurosurgery* 2002;50:239-49; discussion 249-50.
- Slob MJ, Sluzewski M, van Rooij WJ, Roks G, Rinkel GJ. Additional coiling of previously coiled cerebral aneurysms: clinical and angiographic results. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004;25:1373-6.
- Johnston SC, Wilson CB, Halbach VV, Higashida RT, Dowd CF, McDermott MW, et al. Endovascular and surgical treatment of unruptured cerebral aneurysms: comparison of risks. *Ann*

- Neurol 2000;48:11-9.
19. Johnston SC, Zhao S, Dudley RA, Berman MF, Gress DR. Treatment of unruptured cerebral aneurysms in California. *Stroke* 2001;32:597-605.
 20. Johnston SC, Dudley RA, Gress DR, Ono L. Surgical and endovascular treatment of unruptured cerebral aneurysms at university hospitals. *Neurology* 1999;52:1799-805.
 21. Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *Lancet* 2002;360:1267–74.
 22. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet* 2005;366:809–17.
 23. Derdeyn CP, Barr JD, Berenstein A, Connors JJ, Dion JE, Duckwiler GR, et al. The International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): a position statement from the Executive Committee of the American Society of Interventional and Therapeutic Neuroradiology and the American Society of Neuroradiology. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003;24:1404-8.
 24. Harbaugh RE, Heros RC, Hadley MN. Position statement on the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). *AANS Bulletin* 2002;11:20-1.
 25. The International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms--risk of rupture and risks of surgical intervention. *N Engl J Med* 1998; 339:1725-33.