KOR J CEREBROVASCULAR DISEASE
September 1999 Vol 1, No 1, page 56-63

작은 뇌동정맥 기형의 치료

서울대학교 의과대학 신경외과학교실
한대희 · 최우진 · 권오기

Management of Intracranial Small AVM

Dae Hee Han, MD, Woo Jin Choe, MD and O-Ki Kwon, MD
Department of Neurosurgery, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

For the management of small intracranial arteriovenous malformation (AVM), various methods were proposed and their clinical outcomes have been analyzed. Microsurgery, radiosurgery, and embolization can be effective for the treatment of small AVM. Small AVM is known to be at a higher risk of bleeding. Therefore, the aim of treatment should be the prevention of neurological deterioration from bleeding. Microsurgery has the advantage of prompt elimination of the risk of rebleeding by complete excision with single procedure. With the advance of microsurgical techniques, small AVM can be cured with minimal neurological deficit. Outcome of microsurgery depends on location, size, and numbers and patterns of draining veins, which mean Spetzler-Martin grades. Stereotactic device guided surgery, preoperative careful evaluation, intraoperative electrophysiological and hemodynamic monitoring, and experienced surgical skills can greatly reduce adverse brain injury and help complete and exact excision of malformations. Radiosurgery has its unique role for the deep seated AVM, but long term outcome remains to be evaluated. In the management of small AVM, surgery should be considered as the first line of treatment, and radiosurgery can be an alternative for the surgically inaccessible lesions. (**Kor J Cerebrovascular Disease 1:56-63, 1999**)

KEY WORDS : Small AVM · Microsurgery · Radiosurgery.

머 리 말

최근의 현미경미세수술, 방사선 수술 및 혈관내 수술 수기의 발전으로 뇌혈관 동정맥기형의 치료방법이 다양해지고 또한 그 치료법의 선택에 다양한 기준이 제시되고 있다. Small AVM은 일반적으로 그 최대 직경이 3 cm 미만인 동정맥기형을 지칭하며, 방사선 수술과 미세 수술이 그 치료 성적 보고가 늘어남에 따라 주요한 치료법으로 인정되었다. 수술적으로 접근이 가능한 위치의 미세 수술은 신경학적 결손을 최소화하면서도 동정맥 기형의 출혈 위험을 조기에 제거할 수 있다는 장점이 있고, 확실하게 완치에 도달할 수 있기 때문에 방사선 수술에 비해 우위성이 있다는 의견이 있지만 환자마다 개별적인 기준을 정하여 치료를 선택하여야 하는 어려움이 있다.

동정맥 기형의 크기가 작을수록 수술적인 제거가 용이하고 수술중 또는 수술후의 출혈 가능성이 적으며 수술후의 뇌부종이 적게 관찰된다는 특성이 있다. 병변의 정확한 위치 및 모양 파악, 그에 따른 신경학적 결손 예방이 성공적인 수술적 치료의 요건이라고 할 수 있으며, 이에 대해 개략적으로 살펴보고자 한다.

논문접수일 : 1999년 7월 15일
심사완료일 : 1999년 8월 23일
교신저자 : 한대희, 110-744 서울 종로구 연건동 28번지
서울대학교 의과대학 신경외과학교실
전화 : (02) 760-2352 · 전송 : (02) 744-8459
E-mail : dalhan@snu.ac.kr

발생 빈도 및 위치

뇌동정맥기형의 정확한 발생 빈도는 알기 어려우나, 임상연구 및 부검상 발견되는 빈도는 뇌동맥류의 1/10~1/7 정도인 것으로 추정된다. Mccormick 등이 보고한 부검통계에

서 부검 5754례를 분석한 결과 뇌동정맥기형이 30례로 0.52%의 빈도를 보였다. 뇌동정맥기형중 그 크기가 3 cm 미만의 small AVM이 차지하는 비율은 Sisti 등의 보고에 의하면 18.6% 이고 1979년에서 1997년까지 서울대학병원에서 치료한 환자 281명 중 120명으로 42.7%, Schaller 등의 보고에는 49.2%로 다양하였는데 이는 각 보고 기관의 특성이 반영된 것으로 생각되고 아직까지 정확한 비율이 알려져 있지 않다.

Small AVM의 위치에 대해서도 보고마다 다양하게 기술되었다. Shaller 등에 의하면 small AVM의 53.2%가 기능적으로 중요한 부위(eloquent area)에 위치하였다고 한다. 이때 eloquent area는 운동, 감각 영역, 언어 영역, 시각 중추, 시상, 뇌간, 교량, 심부 소뇌핵 부위 등을 포함한다. 일반적으로 deep seated AVM은 basal ganglia(corpus striatum, caudate, putamen, globus pallidus), thalamus, 제 3,4뇌실 주위, 천막하 등에 발생한 동정맥기형을 말하며 deep seated AVM의 50% 정도는 그 크기가 3 cm 미만인 것으로 알려져 있다. 서울대학병원 연구에서도 시상과 소뇌에 위치한 동정맥 기형 중 50%가 small AVM이었다.

발현증상

Small AVM에서 출혈이 가장 흔한 발현 양상이며, 발작, 두통, 신경학적 결손 등의 빈도로 발현된다. Sisti 등은 발현 양상 중 출혈의 비율을 94%라고 보고하였으나 서울대학병원은 69%, Schaller 등은 46.8%의 비율을 보고하였다.

일반적으로 동정맥기형은 70~80%에서 출혈을 초래하는 것으로 알려져 있고, 매년 출혈이 발생할 확률은 2~3%/y 정도로 사망률은 1~2%/y 정도이다. 일단 출혈이 발생한 환자에서 재출혈의 위험도는 23~67%로, 재출혈 후 1년간은 6%/y, 그 후는 평균 2%/y이다. 재출혈이 일어났을 경우 사망율이 높아진다는 보고가 있지만 반론을 제기하는 의견도 많다.

많은 보고자들이 동정맥기형의 크기가 작은 경우 출혈이 더 많다고 주장하였으며 서울대학병원의 조사 결과도 동일하였다(Table 1, Fig. 1). 작은 동정맥기형의 경우 큰 동정맥기형과 비교하여 경련등 비출혈성 증상을 일으키는 경우가 적어서 출혈로 발현된 경우 외에는 임상적으로 발견되는 일이 적으므로, 마치 작은 동정맥기형이 출혈을 많이 하는 것처럼 잘못 해석되었을 가능성이 있다. 그러나 부검례등에서 증상없이 우연히 발견되는 AVM은 거의 없는 것으로 알려져 있기 때문에 증상이 없어서 발견되지 않는 작은 동정맥기형이 상대적으로 많지는 않을 것으로 생각된다.

작은 동정맥기형이 보다 출혈 가능성이 많다는 것은 뇌동정맥기형의 출혈의 발생 기전이 핵(nidus)이라는 비정상 혈관조직 자체의 구조적인 결함으로 인한 것이 아니라 동정맥기형의 혈역학적 영향에 의한 것이라는 설명이 가능하게 한다. Nidus의 크기에 따라 출혈 위험이 결정된다고 하면 Nidus 반지름의 세제곱에 비례하는 형태로 출혈 양상이 관찰되어야 하나 실제로 작은 뇌동정맥기형의 출혈 가능성이 더 높게 관찰되는 것이다.

동정맥기형을 통과하는 일정량의 혈류 션트가 있고, 그 혈류량이 일정하다면 압력은 저항에 비례하여 올라가게 된다. Nidus의 크기가 작으면 저항이 올라가므로 유입동맥의 압력이 높을 것이 예상된다. Spetzler 등은 동정맥기형의 유입동맥 압력을 직접 측정하여 출혈이 있는 동정맥기형의 압력이 높으며, 작은 동정맥기형의 유입동맥 압력이 높은 것을 발견하였고, 작은 크기의 동정맥기형은 압력이 높아서 출혈을 더 잘한다고 결론지었다.

이외에 출혈과 관계되는 인자로 동반된 뇌동맥류, 유출정맥, 위치 등이 관계하는 것으로 알려져 있다.

뇌동정맥기형과 동반되는 동맥류는 대개 4가지 종류로 1) Willis 환에 생긴 경우, 2) 동정맥기형의 유입동맥(feeder)에 생긴 경우, 3) 동정맥기형과 무관한 위치에 생긴 경우, 4) intranidal aneurysm 등이다. 이중 1), 2), 3) 의 경우는 뇌동정맥기형의 약 8% 정도에서 관찰된다고 알려져 있고 많은 저자들이 동맥류가 출혈의 주요 인자라고 보

Table 1. 크기와 발현증상

Symptom	<3 cm	3-6 cm	>6 cm
Hemorrhage*	83(69%)	59(52%)	10(21%)
Seizure*	25(21%)	35(31%)	29(60%)
Others	12(10%)	19(17%)	9(19%)

(서울대학교 병원, Jan. 1979 - Mar. 1997), $p<0.001$ (Chi-square)

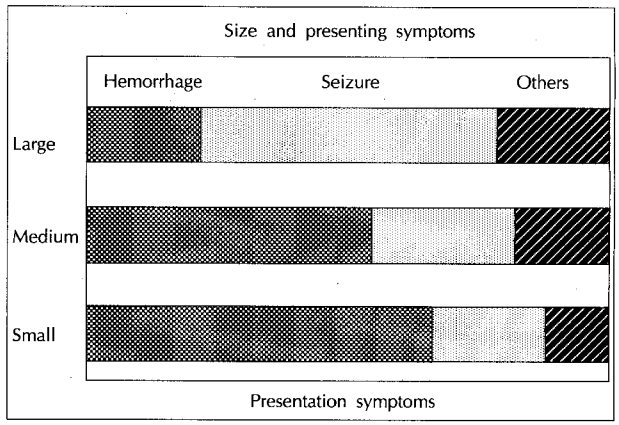

Fig. 1. 동정맥기형의 크기와 증상의 관계.

고하였다(Table 2).

유출정맥이 심부정맥일 경우 출혈의 위험이 높아지며, 특히 시상 및 소뇌에 위치한 동정맥기형에서 상대적으로 출혈이 많은 것은 이 위치에서 크기가 작은 동정맥기형이 많다는 것과 심부 유출정맥으로 주로 유출되는 것에 함께 기인할 가능성이 많다(Table 3). Nidus가 뇌실 내에 위치하거나 뇌실에 노출되어 있으면 출혈 위험이 높아지는 것이 관찰되었다. 경련 및 두통, 국소적 신경학적인 결손 등은 그 발생 기전이나 임상 양상 등이 large AVM과 small AVM 이 차이가 있다는 보고가 없으며 상대적으로 크기가 큰 동정맥기형에서 이러한 증상이 많은 빈도로 관찰된다는 것은 이미 언급하였다.

뇌동정맥기형의 치료

뇌동정맥기형의 치료 방법으로는 수술적 적출, 혈관내 색전술, 및 방사선 수술등이 있다. 이들 치료방법들은 상호 보완관계를 가지며, 환자의 상태, 뇌동정맥기형의 위치, 크기, 유입동맥의 상태, 유출정맥의 상태 등을 고려하여 그 치료법을 결정하게 된다. 각각 치료법의 적응증 및 효과에 대해서는 아직도 논란의 여지가 있는 것이 사실이고, 더군다나 그 크기가 작은 동정맥기형의 치료에 있어서 이들 방법들은 보완적이 아니라 어느정도는 선택적인 관계에 놓여 있다고 할 수 있다 따라서 치료법의 선택에 있어 수술자의 경험과 수기, 환자에 따른 합리적인 판단과 적응의 기준이 필요하다.

1. 뇌동정맥기형 치료의 개관

지금까지 알려진 동정맥기형의 치료의 목적은 동정맥기형으로 인한 증상과 사망을 감소시키도록 하는데 있다. 어떤 치료 방법을 사용하던간에 혈관조영술상에서 동정맥기형이 완전히 보이지 않을 때 성공적인 치료 결과를 얻었다고 할 수 있다. 방사선 수술에 있어서도 수술적 치료와 마찬가지로 주위의 정상 조직을 손상하지 않으면서 동정맥기형을 혈관조영상에서 사라지도록 하는 것이 목적이다. 방사선 수술은 동정맥기형의 혈관 변화가 오는 데에 시간이 필요하며, 항상 성공적인 것은 아니므로 시술 후 환자에게 출혈의 위험이 상존하고, 방사선 조사에 의한 손상이 올 수 있다는 문제가 있다. 최근에 방사선 수술의 기술이 발전하였지만 부위에 따른 최적의 조사량이 아직 확실하게 정립되지 않았고, 동정맥기형의 위치, 크기, 조사량에 의해 치료 성적이 영향을 받는다. 특히 방사선 수술은 동정맥기형의 크기가 3 cm를 넘을 경우 불완전한 폐색(incomplete obliteration)이 될 가능성이 많고 따라서 그 적응이 3 cm 미만의 small AVM에게만 해당되는데 이는 전체 뇌동정맥기형의 19~50% 정도만 해당한다. 특히, 동정맥기형과 동반된 동맥류가 관찰될 경우 수술적 치료가 우선하게 될 가능성이 많다.

Table 2. 동맥류와 출혈 (Small AVM+Large AVM)

Aneurysm	Feeders	Intranidal	Venous	No aneurysms
Hemorrhage	9(75%)	11(61%)	13(65%)	146(64%)
Non-hemorrhage	3(25%)	7(39%)	7(35%)	83(36%)

(서울대학교 병원, Jan. 1979 - Mar. 1997)

수술적 치료에 있어서 해부학적인 구조, 크기, 위치 등이 예후를 결정하며, 이에따라 수술적 접근성이 결정된다. 정위적으로 위치를 잡거나, 현미경, 또는 여러 감시 장치를 사용하더라도 접근이 불가능한 위치가 존재함을 주지하여야 하나, Sisti 등은 수술적으로 접근이 불가능한 small AVM은 전체 small AVM의 5% 정도밖에 해당되지 않는다고 하였다. Small deep AVM이라도 병변이 지주막하공간이나 뇌실쪽으로 노출이 되어 있으면 수술적으로 직접 접근이 가능하다.

2. 수술적 치료

수술적 적출은 뇌동정맥기형에 대한 가장 확실한 치료방법이라 할 수 있다. 수술적 치료의 가장 큰 장점은, 수술후 즉시 재출혈의 가능성을 예방할 수 있다는 것이다. 그러나 수술적 치료는 뇌동정맥기형의 위치, 크기, 유입 동맥의 상태 및 유출 정맥의 상태 등에 따라서 제한을 받으며, 이러한 조건이 좋지 않은 경우 수술후 후유증의 발생가능성이 높아지게 된다.

1) 수술적 치료에 영향을 미치는 인자

(1) 동정맥기형의 위치

뇌동정맥기형의 위치는 수술의 가능성 여부를 결정짓는데 매우 중요하다. 기능적 부위(eloquent area)혹은 심부(deep seated)에 위치한 경우 수술적 적출 후 후유증의 가능성이 높다.

기능적부위에 위치한 뇌동정맥기형의 수술시 유의할 점은, 동정맥기형 환자의 경우에는 기능적 부위가 해부학적인 구조와 차이가 있을 수 있다는 것이다. 이는 환자가 병변을

Table 3. 유출정맥 양상과 크기 - 출혈

Size-Drainage	Large-deep	Small-deep	Small-mixed	Medium-mixed	Small-supf.	Medium-deep	Medium-supf.	Large-mixed	Large-supf.
Hemorrhage	3(100%)	26(96%)	8(89%)	20(71%)	61(70%)	8(61.5%)	39(57%)	7(47%)	8(26%)
Non-hemorrhage	0	1(4%)	1(11%)	8(29%)	26(30%)	5(38.5%)	29(43%)	8(53%)	23(74%)

p=0.000, Chi-square, (서울대학교 병원, Jan. 1979 - Mar. 1997)

가진 채 성장하기 때문에 일어나는 것으로 생각되며 실제의 기능적인 부위를 찾기 위해 functional MRI, 수술 중 functional mapping 등이 필요하다. 미세현미경 수술 기법의 발달로 기능적 부위의 동정맥기형이라도 후유증 없이 제거하는 것이 가능하게 되었다.

심부에 위치한 동정맥기형의 경우 수술 후 후유증의 가능성이 높아 수술의 주요 제한 요소가 되지만, 동반된 뇌출혈의 양상, 뇌실로의 노출 여부에 따라 추가적인 후유증 없이 적출이 가능할 수도 있다.

(2) 크 기

대개의 작은 동정맥기형은 유입동맥의 수가 적고, 혈류량이 적으므로 수술중, 수술 후의 출혈 발생 가능성이 낮다. 또한 수술 후 발생하는 뇌부종의 빈도도 낮게 관찰된다.

(3) 유출정맥

심부 유출정맥이 있는 경우, 표재성 유출정맥만 있는 경우에 비하여 상대적으로 그 예후가 좋지 않다. 이는 심부 유출정맥이 있는 경우 뇌의 중심부까지 동정맥기형이 위치해 있고(대부분의 경우 뇌실까지 닿아 있음), 그 심부의 처리가 기술적으로 어렵기 때문이다. 이러한 경우 특히 뇌실에 닿아 있는 심부의 처리를 완전히 하는 것이 동정맥기형의 일부를 남기지 않고 완전적출을 하기 위한 관건이 된다.

(4) Spetzler-Martin grading system

수술전 여러 가지 인자를 고려하여 수술후의 예후를 예측하기 위해 고안된 여러 가지 grading system중 가장 보편적으로 이용되고 있는 것이 Spetzler-Martin grading system이다(Table 4). 이 grading system은 동정맥기형의 위치, 크기 및 심부유출정맥의 유무에 따라 grade 1~5로 나누며, 대뇌의 대부분을 차지하는 경우 혹은 시상하부나 뇌간에 위치한 경우 등 명확하게 수술이 불가능한 경우를 grade 6으로 한다. Grade 1~2병변의 경우 수술후 합병증의 발생 가능성이 낮으나, grade 4~5병변의 경우 수술후 심각한 합병증이 발생할 가능성이 높다. Small AVM의 경우 grade 1~3사이에 위치하게 되어 수술 후 예후가 좋은 편이다.

2) 수술 수기의 기본 원칙

크기가 작은 뇌동정맥기형의 수술에 있어서도 일반적인 수술의 원칙을 따른다. 비교적 크기가 작으므로 한번에 완전 적출하는 것을 원칙으로 한다.

일반적으로 준수하여야될 수술순서 및 원칙은 아래와 같다.

1) 뇌동정맥기형의 위치, 경계, 유입동맥 및 유출정맥의 위치 등을 수술전 검사를 통하여 숙지한다.

2) 먼저 표면에 노출된 유출정맥을 확인하고, 수술의 마지막단계까지 손상되지 않도록 유의한다.

3) 표면에 노출된 유입동맥을 찾아서 박리절단한다.

4) 동정맥기형의 주변을 박리 한다. 박리의 요령은 시계방향 및 시계반대방향으로 번갈아 회전하며 점차 깊히 박리해 들어간다. 이때 유입동맥을 만나면 소작절단하고 심부 유출정맥은 수술의 마지막 단계까지 보존하도록 주의한다.

5) 박리가 모두 끝나면, 유입동맥이 더 이상 남아 있지 않음을 확인하고, 유출정맥을 차단절단한 후 동정맥기형을 적출 한다.

6) 적출 후 혈압을 올려보아 출혈하는 곳이 없는지 확인한다. 출혈하는 부위가 있는 경우, 일부 동정맥기형이 남아 있을 가능성이 높으므로 이를 찾아서 적출 한다.

이러한 원칙 중 가장 중요한 것은 최후까지 유출정맥을 보존하는 것이며, 유입동맥을 모두 차단하기전 유출정맥이 차단되는 경우 수술 중 대량 출혈 및 뇌부종이 발생하여 수술에 실패할 가능성이 있다.

크기가 아주 작은 뇌동정맥기형의 경우 유입동맥, 유출정맥 및 nidus를 확인하고 소작함으로서 성공적으로 수술을 마칠 수 있다.

3) 정위적 뇌동정맥기형절제술

정위적인 방법으로 개두술을 시행하거나 frameless 정위기구를 이용하여 동정맥기형의 위치와 범위를 파악하고 수술적 치료를 하는 것을 말한다. 이 수술의 적응은 1) nidus의 크기가 3 cm 미만으로 작고, 2) 동정맥기형이 뇌의 기능적 부위(eloquent area)에 위치하거나, 3) 심부에 위치한(deep seated) 경우이다. Sisti 등과 Lerch 등은 이러한 방법을 이용하여 추가적인 신경학적 결손 없이 성공적으로 뇌동정맥 기형을 제거하였다고 보고하고 있다.

Table 4. Spetzler-Martin grading system

Graded feature	Points assigned
Size of AVM	
Small (<3 cm)	1
Medium (3 - 6 cm)	2
Large (>6 cm)	3
Eloquence of adjacent brain	
Non-eloquent	0
Eloquent	1
Pattern of venous drainage	
Superficial only	0
Deep	1
Sum of points	
Size+Eloquence+Depth=AVM grade	

4) 수술중 감시

무엇보다도 수술전에 CT, MRI, SPECT, PET, functional MRI, 혈관조영술을 시행하여 병변과의 관계를 주의깊게 살피는 것이 중요하다. 특히 SPECT의 경우 간질이 동반된 동정맥기형에 있어 간질원(epileptogenic focus)를 확인하는데 어느 정도 도움이 될 수 있다.

기능적 부위(eloquent area)를 수술하는 경우 정상조직의 보존을 위해서 수술중 mapping을 시행할 수 있고, Sano 등은 수술 부위의 local CBF를 측정함으로써 수술후 장애를 예방할 수 있다고 하였으며, Kato 등은 surface anatomy scanning과 motor evoked potential을 측정함으로써 17명의 환자를 성공적으로 치유한 예를 보고하였다.

5) 뇌동맥류가 동반된 뇌동정맥기형

Steiner 등은 뇌동맥류가 동정맥기형과 동반되어 있는 경우 수술적 치료의 이점이 있다고 주장하였다. 한번의 접근으로 동정맥기형과 동맥류를 수술할 수 있으면 같이 수술하는것이 유리하다. 다만 intranidal 또는 perinidal aneurysm의 경우, 특히 수술적 접근이 어려운 경우에 감마나이프 등을 이용하여 동맥류를 폐쇄(obliteration)시킨 예가 보고되어서, 방사선 수술의 적응이 될 수도 있을 것으로 생각된다.

6) 수술 후 합병증

수술적 접근 및 제거에 따른 신경학적 증상의 악화 또는 추가가 중요하며 동정맥기형의 위치가 중요한 요소가 된다. 기능적으로 중요하지 않은 부위의 동정맥기형은 많은 보고에서 신경학적인 결손 없이 완전히 제거할 수 있다고 하였다. 기능적 부위의 경우에도 영구적인 추가적인 신경학적 결손이 발생하는 빈도는 그리 높지 않았다(1.5~3.2%). 수술 후 출혈도 없거나 미미한 정도였고, 수술 후 사망은 보고되지 않았다. 다만, 뇌간이나 시상에 위치한 동정맥기형의 경우 병변의 완전 적출이 제한을 받아 잔류하는 기형이 관찰되는 경우가 보고되었고, 술후 혈관조영술로 확인 후 2차 수술이나 방사선 수술을 추가한 예가 있었다.

7) 동정맥기형의 수술적 적출이 전간증에 미치는 영향

뇌동정맥기형의 적출이 전간증에 미치는 영향에 관해서는 여러 저자들의 의견이 다르게 보고되고 있다. 즉, Crawford 등은 수술이 뇌동정맥기형 환자에서 전간증 유발의 중요원인인 것으로 지적한 반면, Piepgras 등은 뇌동정맥기형 환자의 수술 후 전간증이 소실되는 율이 89%라 보고하였다. 본 교실에서 46례의 천막상부 동정맥기형환자를 대상으로 조사한 결과, 수술 전후의 전간증 발생률은 각각 50% 및 52%이었으며, 약물로 조절이 안되는 불인성 전간증의 경우도 각각 15% 및 15%로 전반적인 전간증 발생률은 동정맥기형 적출 후 변화가 없었다. 따라서 뇌동정맥기형 환자의 전간증 치료를 위해서는 동정맥기형 적출 수술후 불인성 전간증이 계속되는 경우, 좀더 전문적인 seizure surgery를 요하는 것으로 생각된다. Small AVM의 경우 seizure와 연관되어 치료 성적을 보고한 예는 찾을 수 없었으나 통상의 동정맥기형에 준하여 치료 방침을 세우면 될 것이다.

3. 혈관내 색전술

혈관내 색전술은, 최근 동정맥기형의 중심핵(nidus)부위에 대한 생체내 비분해물질(nonbiodegradable agent)을 이용한 완치적 색전술이 일부 시도되고 있으나 기술적으로 어려움이 많고 또한 장기적 예후가 아직 잘 알려져 있지 않은 상황이며, 색전술 시행후 일정기간이 경과하면 다시 동정맥기형이 재발 하는 경우가 많아서, 현재로서는 주로 출혈의 빈도를 줄이거나, 수술 혹은 방사선수술을 용이하게 하기 위한 목적으로 이용된다. 색전술에 이용되는 물질이 동정맥기형을 충분히 폐색시킬 수 있어야 하며, 재개통(recanalization)이 없어야 한다. 치료 성적을 살펴보면 폐색율이 3.7~70%, 재개통율이 18~31% 정도로 보고되고 있고, 색전술 후 출혈이 4.1~19%, 유병율이 1.9~23%, 사망율이 1.9~11.5% 로서 위험도가 높고 치료 효율이 떨어지는 것으로 생각된다. 최근에 small AVM에 대한 치료법으로서 색전술의 역할에 대해 회의적인 시각이 많다.

4. 방사선수술

방사선 수술은 수술적 접근이 곤란한 뇌동정맥기형에 대한 좋은 치료대안이 될 수 있으나, 치료대상이 되는 병변의 크기에 제한이 있고, 또한 효과가 나타나기까지 약 2년 가량이 소요되며, 치료성적이 수술에 비하여 낮다는 단점이 있다. 즉, 직경 3 cm 이하의 병변에 대하여 치료를 실시할 경우, 약 2년 경과하여 뇌동정맥기형이 사라지는 빈도가 80% 가량이며, 크기가 큰 병변의 경우 그 치료 효과가 현저히 낮아진다.

최근에 동정맥기형에 대한 방사선 수술 후 치료 성적에 관해 다양한 보고가 나오고 있다. 방사선 수술의 방법으로 LINAC, 감마나이프, particle beam의 성적 차이는 뚜렷하지 않다. 이들 보고를 종합하면 혈관조영술로 완전 폐색(complete obliteration)이 관찰되는 비율이 58.8~89% 이고, 시술 후 출혈율은 0~16%이며, 방사선 조사에 의한 합병증이 0~28%의 환자에게서 관찰되었다.

Kondziolka 등은 small AVM에 대한 방사선 수술 후 완전 폐색이 관찰될 때까지 동정맥기형의 자연경과에 따른 출

혈율과 차이가 없어 출혈이 증가되거나 하지 않고, 방사선 조사에 의한 합병증은 감수할 만한 정도라고 주장하였다.

예 후

동정맥기형의 예후에 영향을 주는 요소는 Spetzler-Martin grade에서 나타난 바와 같이 크기와 심부 유출정맥 여부, eloquent location라고 할 수 있으나 이러한 요소들은 주로 수술후 성적에 많은 영향을 준다. 일반적으로 예후와 관계 있는 요소 중 가장 중요한 것은 출혈 유무이다. 예후는 출혈의 빈도와도 관계가 있어서 재출혈이 있는 경우 예후가 좋지 않다고 알려져 있으나 확실히 정립된 것은 아니다.

1. 수술 후 성적

일반적으로 동정맥기형의 수술후 성적은 사망률이 5% 이내, 중요 합병증의 발생률이 10% 이내인 것으로 보고되고 있다. 본 교실에서의 성적에서는 small AVM 환자의 경우 93% 에서 우수한 성적(완전히 정상이거나 경미한 신경학적결손이 있으나 정상활동이 가능한 경우)을 얻을 수 있었다(Table 5). 수술 후 성적에 영향을 미치는 인자로는 재출혈이 있는 경우, 심부 유출정맥이 있는 경우가 예후가 좋지 않은 경우가 많았다. Small AVM의 수술 후 성적에 대해서 Sundt 등, Sisti 등, Schaller 등이 보고를 하였는데 이들의 완전 적출율은 94~100%이고, 수술 후 출혈율은 0~2%이며, 수술 후 영구적인 신경학적 결손이 1.5~3.2% 의 환자에게서 추가적으로 발생하였다. 이 세 보고에서 수술과 관련된 사망은 관찰되지 않았다(Table 6). 따라서 저자들은 수술적으로 접근이 가능한 small AVM에 대해서 수술적인 치료가 안전성과 효율이라는 측면에서 방사선 치료보다 우월하다고 주장하였다. 이들은 수술적 접근의 가능성은 뇌동정맥기형 수술에 경험이 많은 외과의의 판단에 따라 결정되어진다고 하였다. 다만 이들도 수술 직후에 일시적으로 신경학적 결손이 오는 경우가 많다는 것을 인정하였으며 따라서 재활요법이 필요할 것이라고 하였다.

Table 5. 수술후 성적과 동정맥기형의 크기

Prognosis\size***	Small	Medium	Large
Good-moderate*	81(93%)	68(93%)	18(82%)
Severe**-death	6(7%)	5(7%)	4(18%)

*moderate disabled, **severe disabled
***small<3 cm, 3 cm≤medium≤6 cm, large>6 cm
(서울대학교 병원, Jan. 1979 - Mar. 1997)

2. 보존적 치료 후 성적

본 교실의 small AVM 환자 중 11명의 환자가 보존적 치료를 받았다. 보존적 치료를 받은 이유는 여러 가지로 환자나 보호자가 적극적인 치료를 거부하였거나 eloquent area에 위치하여 수술적 접근이 어려운 경우, 색전술을 시도하였으나 도자가 유입동맥에 접근하지 못한 경우 등이다. 보존적 치료를 시도한 경우 예후는 출혈 여부가 가장 중요한 인자였다. 출혈과 관계된 다른 요소인 심부정맥 유출이 있거나 재출혈이 있는 경우에 예후가 좋지 않았으며 특히 크기가 작은 경우에 예후가 더 좋지 않아 크기가 작을수록 출혈의 가능성이 많다는 것을 시사한다. 이는 수술후 예후에 영향을 끼치는 인자와는 반대의 결과로 출혈이 있는 small AVM의 경우 보존적 치료가 좋지 않은 예후를 나타낸다는 것을 알 수 있다(Table 7).

3. 문헌상 방사선 수술 및 수술적 치료 성적의 비교

최근에 급증하고 있는 뇌동정맥기형의 방사선 수술의 치료성적을 살펴보면, 아직 안전성과 치료 효율이라는 면에서 수술적 치료에 미치지 못한다(Table 8). 이는 방사선 수술의 target localization 문제, 혈관조영술상의 문제, 경과관찰시의 부족한 정보, 방사선 조사에 따른 부작용, 효과가 나타나기까지의 기간 등이 원인이라고 할 수 있다. 수술의 장점은 병변과 주위 조직을 확실히 제거할 수 있고, 재출혈을 막는 효과가 수술 후 즉시 나타난다는 것이다.

그러나 그 내용을 잘 살펴보면 이 두 치료법의 성적을 단순 비교할 수는 없다는 것을 알 수 있다. 지금까지의 방사선 수술을 시행한 경우 수술적으로 접근을 할 수 없거나 수술을 거부했던 사람들이 주 대상이었다. 따라서, 비슷한 환자를 대상으로 한 연구라고 할 수 없으며 단순 비교 대상이 아

Table 7. 보존적 치료 후 성적과 동정맥기형의 크기

Prognosis\size***	Small	Medium	Large
Good-moderate*	7(83%)	17(85%)	15(94%)
Severe**-death	4(17%)	3(15%)	1(6%)

*moderate disabled, **severe disabled, ***small<3 cm, 3 cm≤medium≤6 cm, large>6 cm
(서울대학교 병원, Jan. 1979 - Mar. 1997)

Table 6. Results of microsurgery for small arteriovenous malformation (< 3 cm)

Series (Ref.)	No. of patients	New permanent significant deficit (%)	Rate of subsquent bleeding (%)	Rate of excision (%)	Percentage of patients who died
Sundt et al., 1989	84	2.2	0	100	0
Sisti et al., 1993	67	1.5	0	94	0
Schaller et al., 1997	62	3.2	2	98	0

Table 8. Result of microsurgery and radiosurgery in the treatment of small arteriovenous malformations (AVM's)

Factor	Microsurgery : Sisti, et al.	Gamma knife lunsford et al.	LINAC colombo et al.	Particle beam steinberg et al.
No. of cases	360	227	97	86
Size of AVM	<3	<2.6	<2.5	<3.7
No. of small AVM's	67	163	41	65
2-yr review of small	48	46	15	38
% deep brain location	45	41	42	44
% residual AVM at 2 yrs	6	24	13	16
% neurological deficit	1.5	6.7	2	9
% rebleed	0	4	5	12

니다. 분명히 수술적 접근이 어려운 부위에 대해 방사선 수술은 보존적 치료 및 수술적 치료에 비해 장점을 가지고 있을 것으로 생각되며 이들의 정확한 비교를 위해서는 prospective randomized study가 필요하리라고 여겨진다.

현재로서는 환자의 개개인의 상황에 맞는 치료법을 선택하는 것이 중요하며, 이는 치료자의 경험과 제반 상황을 고려한 합리적인 판단에 의해 가능하리라 생각된다.

결 론

1) 크기가 작은 뇌동정맥기형을 보존적으로 치료하는 것은 옳지 않으며 특히 출혈의 가능성이 상대적으로 높아 예후가 매우 좋지 않을 수 있다.

2) Small AVM의 수술적 치료는 접근이 가능한 경우 추가적인 신경학적 결손 없이 비교적 안전하게 병변을 전적출할 수 있다.

3) 뇌동정맥기형의 가장 적절한 치료법은 수술이 가능한 경우, 즉 수술 후 후유증 발생의 가능성이 적은 것으로 판단되는 경우 수술적 적출을 실시하고, 수술이 불가능한 작은 크기의 병변인 경우 방사선수술을 실시하는 것이다.

중심 단어 : 작은 뇌동정맥 기형 · 현미경 미세 수술 · 방사선 수술.

REFERENCES

1) Al-Rodhan NRF, Sundt TM Jr, Piepgras DG, *et al. Occlusive hyperemia: A theory for the hemodynamic complications following resection of intracerebral arteriovenous malformations. J Neurosurg 78:167-75, 1993*
2) Brown RD Jr, Wiebers DO, Forbes GS. *The natural history of unruptured intracranial arteriovenous malformations. J Neurosurg 68:352-7, 1988*
3) Chen HH, Chien CH, Liu M. *Correlation between angiogenesis and basic fibroblast growth factor expression in experimental brain infarct. Stroke 25:1651-7, 1994*
4) Chappell PM, Steinberg GK, Marks MP. *Clinically documented hemorrhage in cerebral arteriovenous malformations: MR characteristics 1. Radiology 183:719-24, 1992*
5) Chou SN, Erickson DL, Oritiz-Suarez HJ. *Surgical treatment of vascular lesions in the brain stem. J Neurosurg 42:23-31, 1975*
6) Crawford PM, West CR, Chadwick S, et al. *Cerebral arteriovenous malformations and epilepsy: Factors in the development of epilepsy. Epilepsia 27:270-5, 1986*
7) Drake CG. *Progress in cerebrovascular disease. Management of cerebral aneurysm. Stroke 12:273-83, 1979*
8) Folkman J, Klagsbrun M. *Angiogenic factors. Science 235:442-7, 1987*
9) Forster DMC, Steiner L, Hakanson S. *Arteriovenous malformations of the brain. A long term clinical study. J Neurosurg 37:562-70, 1972*
10) Fults D, Kelly DL. *Natural history of arteriovenous malformations of the brain. A clinical study. Neurosurgery 15:658-62, 1984*
11) Graf CJ, Perret G, Torner JC. *Bleeding from cerebral arteriovenous malformations as part of their natural history. J Neurosurg 58:331-7, 1983*
12) Guidetti B, Delitala A. *Intracranial arteriovenous malformations. Conservative and surgical treatment. J Neurosurg 67:822-31, 1987*
13) Hassler W, Steinmetz H. *Cerebral hemodynamics in angioma patients: An intraoperative study. J Neurosurg 67:822-31, 1983*
14) Heros RC, Korosue K, Diebold PM. *Surgical excision of cerebral arteriovenous malformations: Late results. Neurosurgery 26:570-8, 1990*
15) Jane J, Kassell N, Torner J, Winn HR. *The natural history of aneurysms and arteriovenous malformations. J Neurosurg 62:321-3, 1985*
16) Lerch KD, Schaefer D, Palleske H. *Stereotactic microresection of small cerebral vascular malformations (SCVM). Acta Neurochir (Wien) 130:28-34, 1994*
17) Lussenhup AJ, Rosa L. *Cerebral arteriovenous malformations: Indications for and results of surgery, and the role of intravascular techniques. J Neurosurg 40:1422, 1984*
18) Marks MP, Lane B, Steinberg GK, *et al. Hemorrhage in intracerebral arteriovenous malformations: Angiographic determinants. Radiology 176:807-13, 1990*
19) McCormick WF. *Pathology of vascular malformations of the brain. In Wilson CB and Stein BM eds.: Intracranial arteriovenous malformations. Baltimore, Williams & Wilkins, 1984, pp 44-63*
20) Mickelson WJ. *Natural history and pathophysiology of arteriovenous malformations. Clin Neurosurg 26:307-13, 1979*
21) Mohr J, *et al. Vascular malformations of the brain. Clinical considerations. In: Barnett HJM, Mohr JP, Stein BM, Yatsu FM, eds. Stroke pathophysiology, diagnosis, and management. New York: Churchill Livingstone, 1986*
22) Moody RA, Poppen JL. *Arteriovenous malformations. J Neurosurg 32:503-11, 1970*
23) Nornes H, Grip A. *Hemodynamic aspects of cerebral arteriovenous malformations. J Neurosurg 53:456-64, 1980*

24) Ondra SL, Troupp H, George ED, *et al. The natural history of symptomatic arteriovenous malformations of the brain: A 24-year follow-up assessment. J Neurosurg 73:387-91, 1990*

25) Paterson JH, McKissock W. *A clinical survey of intracranial angiomas with special reference to their mode of progression and surgical treatment: A report of 110 cases. Brain 79:233-66, 1956*

26) Perret G, Nishioka H. *Arteriovenous malformations. An analysis of 545 cases of cranio-cerebral arteriovenous malformations and fistulae reported to the cooperative study. J Neurosurg 25:467-90, 1966*

27) Piepgras DG, Sundt TM Jr, Ragoowansi AT. *Seizure outcome in patients with surgically treated cerebral arteriovenous malformations. J Neurosurg 78:5-11, 1993*

28) Pollock BE, Lunsford LD, Kondziolka D, *et al. Patient outcomes after stereotactic radiosurgery for "operable" arteriovenous malformations. Neurosurgery 35:1-7, 1994*

29) Pritz MB, Giannotta SL, Kindt GW, *et al. Treatment of patients with neurological deficits associated with cerebral vasospasm by intravascular volume expansion. Neurosurgery 3:364-8, 1978*

30) Schmit. BP, Burrows PE, Kuban K, *et al. Acquired cerebral arteriovenous malformation in a child with moyamoya disease. J Neurosurg 84:677-80, 1996*

31) Shaller C, Schramm J. *Microsurgical results for small arteriovenous malformations accessible for radiosurgical or embolization treatment. Neurosusrgery 40:664-72, 1997*

32) Sisti MB, Kader A, Stein B. *Microsurgery for 67 intracranial arteriovenous malformations less than 3 cm in diameter. J Neurosurg 79:653-60, 1993*

33) Sisti MB, Solomon RA, Stein BM. *Stereotactic craniotomy in the resection of small arteriovenous malfomations. J Neurosurg 75:40-4, 1991*

34) Son EI, Yi SD, Lee SW. *Surgery for seizure-related structural lesions of the brain with intraoperative acute recording (ECoG) and functional mapping. L Korean Med Sci 9:409-13, 1994*

35) Spetzler RF, Hargraves RW, McCormick PW, *et al. Relationship of perfusion pressure vs size to risk of hemorrhage from arteriovenous malformations. J Neurosurg 79:918-23, 1992*

36) Spetzler RF, Martin NA. *A proposed grading system for arteriovenous malformations. J Neurosurg 65:476-83, 1986*

37) Spetzler RF, Martin NA, Carter LP, *et al. Surgical management of large AVM's by staged embolization and operative excision. J Neurosurg 67:17-28, 1987*

38) Spetzler RF, Wilson CB, Weinstein P, *et al. Normal perfusion pressure breakthrough theory. Clin Neurosurg 25:651-72, 1978*

39) Steiner L, Lindquist C, Cail W, *et al. Microsurgery and radiosurgery in brain arteriovenous malformations. J Neurosurg 79:647-52, 1993*

40) Takemae T, Kobayashi S, Sugita K. *Perinidal hypervascular network on immediate postoperative angiograms after removal of large arteriovenous malformations located distant from the arterial circle of Willis. Neurosurgery 33:400-6, 1993*

41) Vinuela F, Nombela L, Roach MR, *et al. Stenotic vs occlusive disease of the venous drainage system of deep brain AVM's. J Neurosurg 63:180-4, 1985*

42) Waltimo O. *The change in size of intracranial arteriovenous malformations. J Neurol Sci 19:21, 1973*

43) Wilinsky R, Lasjaunias P, Terbrugge K, *et al. Brain arteriovenous malformations: Analysis of the angio-architecture in relationship to hemorrhage. J Neuroradiol 15:225-37, 1988*

44) Yasargil MG. *Microneurosurgery, Vol IIIB. Stuttgart: George Thieme Verlag, 1984, pp 1-404*