

## 뇌동정맥기형의 혈관내 치료

가톨릭대학교 의과대학 성가병원 신경외과  
백 민 우

### Endovascular Treatment of Cerebral Vascular Malformations

Min Woo Baik, MD

Department of Neurosurgery, Holy Family Hospital, Catholic University Medical College, Puchon, Korea

#### ABSTRACT

The goals of embolization of arteriovenous malformations(AVMs) is to reduce the size and decrease the anomalous flow of the vascular malformation to reduce the risk of hemorrhage, so that the curative procedures of surgical resection or radiosurgery can be performed with minimal risk. Endovascular cure rate for AVMs is limited to 5% to 10%, and when some symptomatic relief is desired in a surgically inadvisable AVMs, partial embolization can be performed. In the planning of the managements of AVMs, the thorough interpretation of the angioarchitecture of AVMs is mandatory as not only the natural history of AVMs but also the difficulties and risks of embolization is directly related with it. Hemorrhage from the AVMs is usually related to an associated aneurysm, out flow restriction and pure deep venous drainage. And so the intranidal aneurysm should be obliterated firstly. In the presence of fistulous rapid flow in AVM nidus, the risk of venous side embolic occlusion and resulting hemorrhage is increased. Staged procedure is necessary to avoid rapid hemodynamic changes in regions of chronic ischemia surrounding the AVMs, however delay in definitive treatment allows the recruitment of leptomeningial collaterals and deep perforators, and recanalization of previously embolized pedicle. Recanalization of pre-radiosurgery embolization segment can be a cause of incomplete obliteration after radiosurgery. The management of AVMs is best accomplished by the multimodality treatment that is based on the recognition of these benefits and limits of embolization. (Kor J Cerebrovascular Disease 1:88-91, 1999)

KEY WORDS : AVMs · Embolization · Angioarchitecture · Hemodynamics.

Endovascular therapy는 수술절제술 및 radisurgery와 함께 AVMs의 multimodality 치료의 기본적 치료방법의 하나인데 여기서 색전술의 역할은 주로 수술이 위험하거나 불가능한 경우 수술을 돕기위한 pre-surgical embolization 과 radiosurgery에 적절하게 AVMs의 크기를 줄이는 pre-radiosurgical embolization이다. AVMs이 3 cm이상으로 큰 경우에는 기본적으로 색전술만으로 완치하기는 어렵고 크기가 작은 AVMs에서는 색전술만으로 완치한 확율이 5~10%정도로 보고되고 있다.

논문접수일 : 1999년 7월 15일  
심사완료일 : 1999년 8월 23일  
교신저자 : 백민우, 421-050 경기도 부천시 원미구 소사동 2  
가톨릭대학교 의과대학 성가병원 신경외과  
전화 : (032) 340-2044 · 전송 : (032) 340-2672  
E-mail : minwookr@HFH.cuk.ac.kr

### AVMs의 angioarchitecture와 hemodynamics

AVMs에서 angioarchitecture는 그 AVM의 natural history를 좌우할 뿐만 아니라 치료방침을 결정하는 데 있어서도 기본적으로 고려해야하는 중요한 요소이다. endovascular therapy에서는 치료의 난이도와 합병증등 대부분의 중요한 문제들이 이 angioarchitecture에 의해서 좌우하기 때문에 항상 정확히 파악하는 것은 필수적이다. angioarchitecture를 정확히 알기 위해서는 DSA는 기본이고 일반 혈관조영술만으로는 충분하지 않고 superselection angiogram을 해야만 파악되는 경우가 많다. AVM nidus는 개개의 feeding artery를 갖는 compartment들로 구성되어

있으며 이들 compartment들은 서로 연결되어 있어서 draining vein을 공유하는 경우가 보통이다. pedicle의 길이와 크기 및 사행정도가 AVMs까지 superselection의 난이도를 결정한다. AVMs의 출혈은 부수된 1) 동맥류 2) outflow restriction 3) pure deep venous drainage와 관련이 있다. AVMs과 동반한 동맥류를 intranidal, flow related, flow unrelated로 구별하는데(Table 1) 이중 intranidal aneurysm이 가장 출혈을 잘 일으키기 때문에 우선적으로 색전해야한다. 만일 다른 feeder를 먼저 색전하면 남아있는 feeder의 flow가 증가하기 때문에 또 출혈할 위험이 높아진다. feeding pedicle aneurysm은 가장 많이 볼 수 있으며 AVMs의 약 10%정도에서 나타난다. feeding pedicle aneurysm이 출혈을 일으키는 빈도는 AVMs이 출혈을 일으키는 빈도 보다 조금 낮은 것으로 알려져 있다(17% vs 21%).<sup>2)</sup> AVMs만 치료한 후에 이 feeding pedicle aneurysm이 작아지거나 없어 질 수도 있으나 그대로 남아 있는 경우가 더 많기 때문에 동시에 치료하는 것이 권장되고 있다.

AVMs의 circulation time은 contrast injection부터 early draining vein이 보일때 까지 transit time으로 측정하여 rapid flow와 slow flow로 구별하는데 5초이내이면 rapid flow로 구별한다. 이 hemodynamic profile을 결정하는 요인들로는 pedicle의 수 및 직경과 nidus의 resistance에 관련있는 fistular 유무, draining vein의 수, draining vein의 폐쇄성 병변 유무등이다. fistular component가 있거나 draining vein이 많으면 rapid flow가 되고 feeding pedicle이 길고 draining vein이 작으면 slow flow를 보인다. fistula가 존재하면 색전제가 정맥쪽으로 바로 흘러 들어가기 때문에 색전술의 중요한 합병증인 pulmonary embolism, venous occlusion을 일으켜서 나아가 venous hypertension 및 출혈을 일으키기 때문에 fistular의 flow를 색전술 초기에 감소시키는 것이 아주 중요하다.

### General endovascular technique

AVMs의 색전치료는 이상의 angioarchitecture와 hemodynamic와 동시에 eloquent area 여부, 뇌실주위등 AVMs의 위치, 환자의 나이등 기본적 요소를 충분히 검토하여 계획을 수립해야 한다. AVMs 색전술은 시술중에 환자의 신경학적 상태를 감시하기가 편리 하고 eloquent area에서는 약물검사가 필요하기 때문에 전신마취를 하지않고 대부분 신경이완제를 사용하여 시행하고 있다. embolization을 시행하는 시기는 출혈한 AVMs일 경우 환자의 신경학적 상태가 안정되고 또 혈종의 중재효과가 소실 되어야 혈관조영

**Table 1.** Categories of arterial aneurysms associated with AVMs

Type	Aneurysmal features
Intranidal	w/in AVM nidus, fills early during angiography
Flow-related	
Proximal	Proximal on major artery w/eventual supply to AVM
Distal	Distal on AVM feeding artery
Unrelated	On artery unrelated to AVM supply

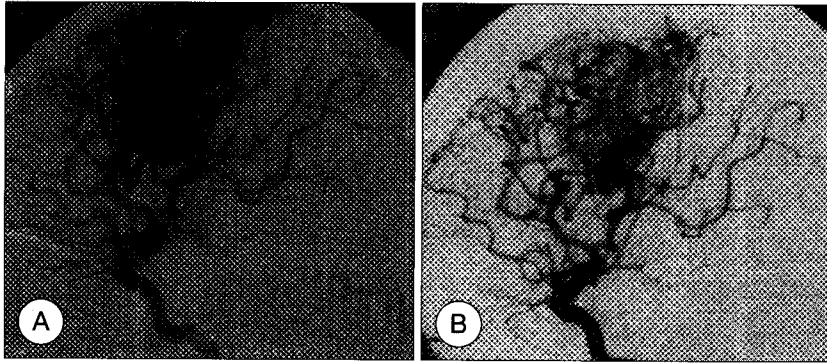
술에서 AVMs의 혈관구조가 정확히 나타나기 때문에 출혈 후 4~8주후에 시행하는 것이 좋다. AVMs이 클 경우에는 급속한 혈류역학적 변화를 야기하는 것을 피하기 위하여 staged embolization을 하는데 일반적으로 한 vascular territory(1-4 pedicles)를 한 시술에 치료하고 각 시술 간격은 1~3주로 시행하는 것이 권장되고 있다. 그러나 너무 시간 간격이 길면 pia 및 dura와 심부 perforator로부터 recanalization이 생기기 때문에 좋지 않다.

Pre-surgical embolization일 경우에는 안전한 수술을 도모하기 위한 것이기 때문에 색전술로 인한 합병증을 만들지 않는 것이 중요하다. 따라서 색전술을 너무 완벽하게 하려고 시도하지 말고 수술의 위험성을 줄이는 정도에서 만족하는 것이 필요하다. 수술에 도움이 되기 위해서는 수술접근이 어려운 심부 혈관을 먼저 색전하고 수술시 직달이 가능한 혈관은 수술하기 직전에 시행하는 것이 순서인데, 표면 혈관에서도 색전제가 들어있는 feeding artery는 동맥화된 정맥과 구별이 쉽게 되기 때문에 수술에 큰 도움이 된다(Fig. 1). 색전술 후 절제수술을 시행하는 시기는 색전술로 인한 주위 뇌의 부종이 소실되고 vascular response가 정상화 되는 10일 내지 2주 후가 좋다.

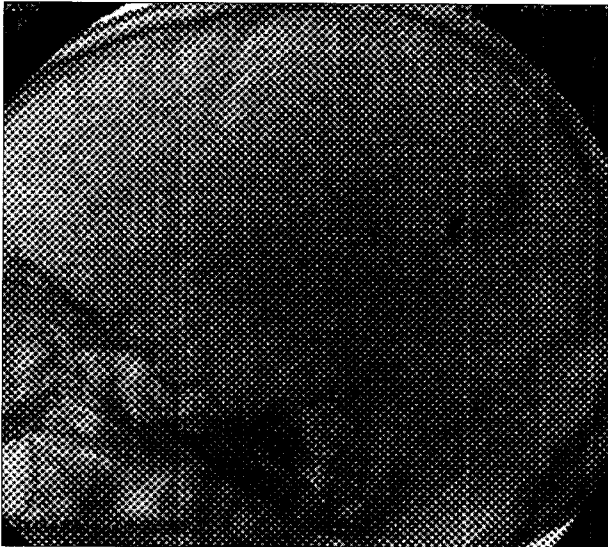
Pre-radiosurgical embolization에서는 radiosurgery 후 치유를 기다리는 1~2년 동안에 출혈하는 위험을 없애는 것이 중요하기 때문에 동반된 동맥류나 outflow restriction 같은 위험인자들이 있는 부분을 우선 제거해야하고 또 radiosurgery의 혈관 폐색 효과가 혈관의 단위면적당 flow와 관계가 있기 때문에 fistula와 varix같은 직경이 큰 혈관들을 색전하는 것도 중요하다. 또한 radiosurgery시 collimation을 하기 좋도록 가급적이면 AVMs의 크기를 동심원으로 줄이는 것이 좋다. 색전술 후 radiosurgery는 대개 색전술 후 지연성 혈전이 끝나고 hemodynamic change가 완성되는 1~3개월 후에 시행한다.

### 미세도관(microcatheter)과 색전제(embolic material)

AVMs의 색전에 사용되는 미세도관은 혈류유도(flow di-



**Fig. 1.** Preoperative embolization of a large AVM located on motor cortex. A : pre-embolization angiogram B : Final angiogram after 4 sessions of staged embolization.



**Fig. 2.** Embolization of fistulous portion of AVM nidus with liquid coil to slow down the rapid flow before the starting of the glue injection.

rected)와 철선유도 미세도관(guide wire microcatheter) 두 가지형태가 있으며 도관 끝부분의 외경이 2.2 French까지 작은 것도 나와 있어서 아주 말초부위에 있는 병소라도 superselection이 대부분 가능하다. 혈류 유도도관은 주로 feeding pedicle이 길고 굴곡이 심할 때 유용하다. pedicle 굴곡이 심하지 않을 경우에는 철선 유도 도관도 사용하고 특히 큰 fistula의 혈류를 감소시키기 위해서 코일 색전재(GDC, liquid coil, fibered coil 등)를 사용해야 할 경우에 필요하다(Fig. 2).

현재 사용되고 있는 색전재는 n-butyl-cyanoacrylate (NBCA), polyvinyl acetate(PVAc)같은 접착성, polyvinyl alcohol form(PVA)같은 입자성, silk, coil, 풍선 같은 고형 색전재로 구별할 수 있으며 현재 AVMs의 색전재로 가장 많이 이용되고 있는 것은 NBCA이다. 접착성 색전재만이 영구적인 치료를 기대할 수 있고 입자나 고형 색전재는 항상 재소통이 일어나기 때문에 단지 수술전 치료로 feeder의 혈류를 감소시킬 목적으로 이용되고 있다. 색전재는

독성이 없고, 미세도관을 잘 통과하고, 혈관벽에 잘 접착하고, 생물분해되지 않아서 재소통이 일어나지 않아야 이상적인데 아직까지 완벽한 색전재는 개발되지 못한 상태이다. 수술전 색전술에는 색전후에도 AVMs의 compressability가 유지되어 수술시 견인하기 용이한 색전재의 선택도 고려해야하며 이런 관점에서는 NBCA, PVAc, PVA 등이 양호하다.

### 약물유발검사 (pharmacological provocative test)

약물유발검사는 일명 Wada test라고도 하고 eloquent area 에 AVMs이 위치할때 신경학적 결손이 올 위험성이 있는 혈관을 구별하는데 매우 유용하다. 그러나 개개인의 동맥문합상태가 다양하기 때문에 eloquent area가 아닌 부위에도 위험성이 있는 혈관이 존재할 수 있는 것을 유념해야한다. 검사에 사용하는 약제는 망막과 뇌경막의 병소에서는 Lidocaine을 사용하고 대뇌에서는 sodium amobarbital이나 sodium methohexital(Brevital)을 사용하여 검사하려는 동맥에 초선택적으로 주사한다. Brevital은 반감기가 짧기 때문에 반복검사를 시행해도 비교적 안전하다. 약물유발검사에서 양성일 때 그 혈관을 색전하면 신경학적 결손이 나타나는 검사의 특이성은 40%정도이고 반대로 양성음성도 7%정도에서 나타날 수 있다. 또 색전술 도중에 생기는 혈류역학적 변화나 정상혈관으로 약제의 역류 때문에 검사 결과가 시술 도중에도 변할 수 있기 때문에 의심스러운 경우에는 검사를 반복하여 확인할 필요가 있다.

### 합 병 증

색전술 시행에 따른 합병증은 대뇌합병증과 대퇴부의 국소합병증으로 구별할 수 있는데 대뇌합병증이 주로 문제가 되며 출혈성과 허혈성 합병증이 있다. 출혈은 미세도관이나

guide wire에 의한 혈관의 직접 천공뿐만 아니라 급속한 혈류역학의 교란 때문에 올 수가 있다. 직접천공은 미세도관의 끝이 혈관벽에 박혀 있을 때 색전제를 강하게 주사하거나, microguide wire를 미세도관 밖으로 강하게 진행시킬 때 잘 일어난다. 특히 anterior choroidal artery에서는 천공이 잘 생기기 때문에 주의해야 한다. 혈류역학 교란 때문에 생기는 출혈은 feeding pedicle의 압력이 갑자기 올라가기 때문에 오는 소위 normal perfusion pressure breakthrough(NPPB)현상과 정맥출구가 막혀서 venous hypertension 때문에 생긴다. 허혈성 합병증은 색전제가 정상혈관으로 역류되어 일어나거나 feeding pedicle에 역행성 혈전이 일어나서 올 수 있다. 색전제의 역류를 방지하기 위해서는 미세도관을 feeding pedicle의 안전 범위(safety margin of embolization)내에서도 혈관에 박히지(wedge) 않게 하면서 가능한한 nidus에 가깝게 위치 시켜야 좋다.

**중심 단어 :** 색전술 · 기형혈관구조 · 혈류역학.

## REFERENCES

- 1) Batjer HH, Suss RA, Samson D. *Intracranial arteriovenous malformations associated with aneurysms. Neurosurgery* 18:29-35, 1986
- 2) Connors JJ III, Wojak JC. *Intracranial Ateriovenous Malformations: General Considerations, in Interventional Neuroradiology, Strategies and Practical Techniques. Philadelphia: Saunders, 1999, pp 227-40*
- 3) Cunha MJ, Stein BM, Solomon RA, et al. *The treatment of associated intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. J Neurosurg* 77:853-9, 1992
- 4) Redekop G, Terbrugge K, Montanera W, et al. *Arterial aneurysms associated with cerebral arteriovenous malformations: Classification, incidence, and risk of hemorrhage. J Neurosurg* 89:539-46, 1998
- 5) Standard SC, Guterman LR, Wakhloo AK, et al. *Endovascular Treatment of Arteriovenous Malformations, in Neurological Surgery, 4th Ed. Philadelphia, Saunders, 1996, pp 1405-24*
- 6) 園部 眞. 腦動靜脈奇形の 塞栓術 (3) 手技와 合併症對策. 腦神經外科領域에서 血管內手術法, Heros出版, 1995, pp 157-61