

뇌경막 동정맥루의 자기공명영상¹

장 소 용 · 김 동 익 · 조 영 국²

목 적 : 뇌경막동정맥루의 자기공명영상(이하 MRI) 소견을 알아보고 동반된 정맥고혈압으로 인한 합병증을 발견하여 MRI의 진단적 가치를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 뇌혈관조영술상 뇌경막동정맥루로 진단된 12명의 MRI 소견을 분석하였다. 병변의 위치와 해당 정맥동의 확장유무와 정맥고혈압에 관련된 소견을 관찰하였고 이 소견들을 고식적 혈관조영술과 비교하여 분석하였다.

결 과 : 전체 12예중 11예(92%)에서 병변의 확인이 가능하였는데, 해면정맥동 병변 6예 중 5예에서 정맥동의 확장 및 신호소실이 관찰되었고, 그 외에 6예(상시상 정맥동 4예, 정맥동 교회 1예, 상시상정맥동 및 측정맥동 병변이 함께 있는 1예)에서는 측정맥동 병변을 제외하고는 모두에서 정맥동의 확장과 신호 소실을 보였다.

정맥고혈압 소견은 해면정맥동병변 6예 중 3예(50%)에서 관찰되었는데, 이는 3예에서 상안정맥과 2예에서 피질정맥의 확장과 각각 1예에서 뇌부종, T2강조영상에서의 대뇌백질 내에 고신호강도이다. 해면정맥동 병변을 제외한 나머지 6예는 전예(100%)에서 뇌경막고혈압의 소견을 보였는데, 이 중 4예는 뇌출혈, 1예는 뇌수종, 2예에서 뇌부종의 소견을 나타내었다. 이들 소견과 혈관조영술상의 유형을 비교하였을 때 피질정맥으로 역류를 동반할수록, 유형이 높을수록 정맥고혈압의 소견이 많이 보였다.

결 론 : 뇌경막동정맥루의 MRI 소견으로 해당 정맥동의 확장과 주변에 섭식동맥과 유출정맥에 의한 신호소실, 그의 정맥고혈압의 소견으로 피질 및 수질정맥 확장, 뇌수종, 뇌부종, 뇌내출혈이 동반될수있고 이들 소견은 혈관조영술상의 유형과 좋은 연관을 보여주고 있어, 확진을 위한 혈관조영술 전 비침습적 검사로써 뇌경막동정맥루의 진단 및 동반된 정맥고혈압에 따른 합병증 발견에 도움이 된다.

뇌경막동정맥루는 선천적 또는 후천적인 여러 원인에 의해서 경막동맥과 정맥 또는 정맥동 간에 다수의 미세한 연결로 이루어진 혈관 이상이다(1). 경막 동정맥루는 전체 뇌내 혈관기형의 10-15%를 차지하고(2), 대부분 뇌 기저를 따라 위치한 정맥동에 병변이 있다.

대개 그 증상은 정맥유출 경로와 관련이 있는데, 동정맥루를 통해서 전달되는 높은 압력의 동맥화된 혈류로 인해 정맥동의 기능적 폐색을 일으키거나 혈전에 의한 직접 폐색이 있을 경우 피질 정맥으로 역류가 일어나게 되는데(3), 이 경우 만성적 울혈 및 정맥성 경색, 그리고 뇌출혈을 유발하여 국소 신경학적 결손을 초래할 수 있다(4). 따라서 정맥동내 동정맥루의 발견 뿐 아니라, 합병증으로서 정맥고혈압의 유무와 그 정도를 파악하는 것이 영상진단의 목적이다. 특히 그 병변이 시상동, 측정

맥동, S자동, 심부 정맥계에 위치할 경우, 해면정맥동 병변과 달리 초기 증상은 대개 비특이적이어서 혈관조영술전 진단에 어려움이 있다. 혈관조영술전 선별검사로써 MRI에 대한 이전의 문헌에서 경막동정맥루는 뇌동정맥기형(cerebral arteriovenous malformation)과 달리 동정맥핵(nidus)의 발견보다는 동반된 합병증으로서 정맥고혈압 발견에 더 유용하다고 알려져 있다(5).

본 연구에서는 이 뇌경막동정맥루의 임상증례들을 대상으로 하여 MRI 소견을 알아보고 그와 동반된 정맥고혈압으로 인한 합병증을 발견하는데 있어 MRI의 진단적 가치를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1986년 12월부터 94년 6월까지 본원에 내원하여 고식적 혈관조영술로 진단된 뇌경막동정맥루 환자 29예(남 : 녀 = 9 : 20)

¹연세대학교 의과대학 진단방사선과학 교실
²인하대학교 의과대학 진단방사선과학 교실
이 논문은 1996년 10월 22일 접수하여 1997년 5월 7일에 채택되었음.

중 MRI를 시행한 12명의 환자를 대상으로 하였다. 대상환자의 연령은 8세에서 67세의 분포를 보이며 평균연령은 40세이고, 남자가 3명, 여자가 9명이었다. 모든 환자에서 1회 이상의 색전술 또는 수술을 시행하였고 7예에서 추적 검사로 MRI를 시행하였다. MRI는 1.5T(Signa, GE, USA), 1.0T(Magneton, Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하여 T1강조 영상(TR/TE 600/15-20), 양자 농도, 그리고 T2강조 영상(TR/TE 2500-3400/80-108)으로 횡단면, 관상면 그리고 시상면을 얻었으며 전예에서 Gd-DTPA 조영증강을 시행하였다.

내원 당시 혈관조영술로 병변의 위치와 섭식동맥 및 유출정맥을 확인하였고 혈관조영술상 정맥유출경로에 따른 분류를 하였는데, 이는 Djindjian에 의한 분류와 최근 세분화된 것을 참조하였다(6-7, Table 1).

MRI 소견의 후향적 분석은 해당 정맥동의 확장과 주변 섭식동맥과 유출정맥에 의한 신호 소실(flow void) 유무, 주변 경막

의 조영증강 및 정맥동벽의 신호 소실 유무로 병변의 위치를 알아보았고, 경막 내외로의 정맥유출 및 확장, 뇌부종, 뇌수종 등 정맥고혈압을 간접적으로 시사하는 소견유무를 관찰하였다. MRI 소견으로 확인된 병변의 양상을 혈관조영술 소견에 의한 분류와 차이가 있는지 비교, 고찰하였다.

결 과

해면정맥동병변 6예에서는 모든 예에서 전형적 증상인 결막부종(chemosis), 복시(diplopia), 안구돌출증(exophthalmos) 등을 보여 임상적으로 해면정맥동 위치에 경막동정맥류를 의심할 수 있었고, 해면정맥동 외의 병변 6예에서는 두통, 구토, 현기증 등의 비특이적 증상과 함께 4예에서 잡음(bruit), 박동성이명(pulsatile tinnitus), 진행성 실명(progressive blindness), 안구 동통(eyeball pain) 등의 특이적 증상을 나타내었다. 환자의 성별, 나이, 증상 및 혈관 촬영상 확인된 병변의 위

Table 1. Classification of Intracranial Dural AVFs According to Venous Drainage*

Type I	drain into a sinus, with normal antegrade flow
II**	drain into a sinus but with insufficient antegrade venous drainage and reflux
a.	retrograde venous drainage into sinus only
b.	retrograde venous drainage into cortical veins
a+b.	retrograde venous drainage into sinus and cortical veins
III	drain directly into a cortical vein without venous ectasia
IV	drain into a cortical vein with venous ectasia(> 5mm in diameter)

* 1978 by Djindjian

** 1995 Revised classification of cerebral dural AVFs by Cognad.

Table 2. Symptom and Location of Dural Arteriovenous Fistulae

Patient No.	Sex	Age	Symptoms	Site of DAVF	Arterial Feeder	Draining Vein	Type of DAVF
1	F	64	headache, diplopia	CS(L)	EC+IC(L)	CS-SOV-SSV	II b
2	F	52	headache, diplopia	CS(R)	EC+IC(R)	CS-SOV-IPS	II a
3	M	31	headache, diplopia, neck stiffness, tinnitus	CS(L)	EC+IC(L)	CS-SSV	II b
4	F	67	diplopia	CS(L)	EC+IC(L)	CS-SOV	
5	F	53	chemosis, exophthalmos	CS(Both)	EC+IC	CS-LS-SSV(L)	II b
6	F	32	diplopia, chemosis	CS(L)	EC+IC(L)	CS-IPS-JV	I
7	F	8	seizure, headache, vomiting, bilateral temporal bruit	SSS	EC+IC+PCA	SSS-CV-MV	II b
8	F	32	headache, vomiting, eyeball pain	SSS	EC+IC+VA(L)	SSS-MV-DV	III
9	F	50	headache, vomiting, dizziness	SSS	EC+IC+PCA	SSS-MV-DV	IV
10	M	29	seizure, headache, pulsatile tinnitus	SSS	EC+IC+VA(L)	SSS-DV-SV	IV
11	F	14	blindness, headache, gait disturbance	Torcula	EC+IC+PCA	Torc-DV+CV-SOV	IV
12	M	45	headache, vomiting, dizziness	SSS, LS(L)	EC+IC+VA(L)	SSS:LS-CV-DV	III

L : left R : right

VA : vertebral artery

LS : lateral sinus

SSV : superficial sylvian vein

MV : medullary vein

EC : external carotid artery

PCA : posterior cerebral artery

Torc : Torcular herophili

IPS : inferior petrosal sinus

DV : deep vein

IC : internal carotid artery

CS : cavernous sinus

SOV : superior ophthalmic vein

CV : cortical vein

치, 섭식 동맥과 유출 정맥, 그리고 뇌경막 동정맥류의 유형은 Table 2와 같았다. 해면정맥동병변의 평균연령은 50세이었고 그 외의 병변에서는 평균 30세로 더 낮았고, 주로 여자에 많았다. 2명에서의 외상 및 뇌수술 외에 특기할 병력은 없었다.

MRI상 병변의 위치에 대해서는 전체 12예 중 모두 11예에서(92%) 해당 정맥동의 이상 소견을 관찰할 수 있었는데, 해면정맥동 병변 6예 중 5예에서 해면정맥동의 확장과 주변에 섭식 동맥에 의한 신호 소실을 볼 수 있었고(Fig. 1) 1예에서는 특이 소견이 없었다. 상시상정맥동병변 5예, 정맥동 교회 1예에서 해당 정맥동의 확장과 신호 소실, 경막 조영 증강을 모두 보였으나, 측정맥동병변에서는 천막의 국소적 조영증강만을 보였다(Fig. 2, 3).

정맥압 증가에 의한 MR소견으로는(Table 3) 경막 내 혹은 외로의 정맥 확장, 뇌수종, 뇌부종, T2 강조영상에서의 고신호강도 및 가장 심각한 합병증으로서 뇌내출혈이 있다. 해면 정맥동 병변 6예 중 3예에서 상안정맥과 2예에서 접형두정 정맥동(sphenoparietal sinus)과 피질정맥의 확장, 1예에서 뇌부종, T2강조 영상에서의 고신호강도를 측두엽의 대뇌백질에서 보였다. 해당 정맥동의 확장 외에 접형두정정맥동과 피질정맥의 확

장을 보인 경우 혈관조영술상 유형은 모두 IIb 였다. 상시상정맥동병변 4예와 상시상정맥동과 측정맥동 병변을 함께 갖고 있는 1예, 정맥동 교회 1예에서는 피질 및 수질정맥의 확장을 전예에서 보였고 2예에서 도출정맥(emissary vein)의 확장과 1예에서 상안정맥의 확장등 등 경막 내외로의 정맥 유출 및 확장을 보였다. 정맥동 교회에 병변이 있는 경우 뇌수종, 뇌부종, 상안정맥 확장에 동반된 허혈성 망막병증으로 실명 등을 나타내었다. 1예에서 지주막하 출혈과 3예에서 뇌내출혈을 보였는데, 모두 상시상정맥동에 병변을 가진 경우로 두정엽, 전두엽, 측두엽의 대뇌백질에 위치하였고 이 중 1예에서는 상의하정맥(subependymalvein)의 혈전성 정맥류(Trombosed varix)와 뇌실내 출혈을 동반하였다. 3예에서 T2강조 영상에서 대뇌백질의 고신호강도를 보였고, 이들의 혈관조영술 상 유형은 IIb, III, IV였다.

위의 정맥성 고혈압의 제 소견들과 혈관조영술상의 유형과를 비교, 분석한 결과(Table 4), 피질정맥으로의 역류를 동반할수록, 혈관조영술상의 유형이 높을수록 정맥고혈압을 시사하는 여러 소견이 많이 관찰되었다.

혈관 색전술 후 추적 검사를 시행하였던 7예 중 5예에서 이

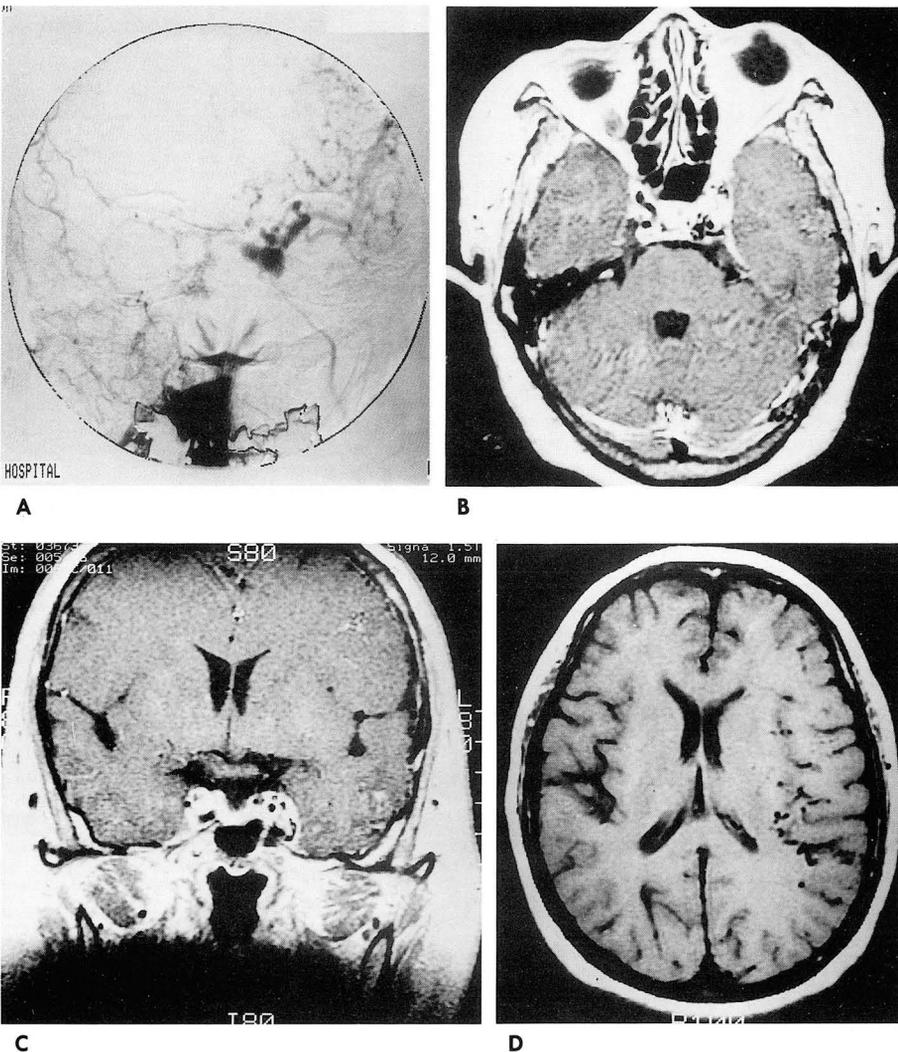


Fig. 1. A 53-year-old female patient with chemosis and exophthalmos of the left eye had a history of cataract surgery 20 years ago(case 5).
A. Right external carotid arteriography demonstrated a dural AVF on contralateral cavernous sinus with retrograde filling of the superior ophthalmic vein.
B, C. Gadolinium enhanced axial (**B**) and coronal (**C**) images show multiple irregular signal voids within the left cavernous sinus which is dilated.
D. Multiple signal voids within periventricular deep white matter suggests cortical and medullary venous drainage through retrograde flow from cavernous DAVF.

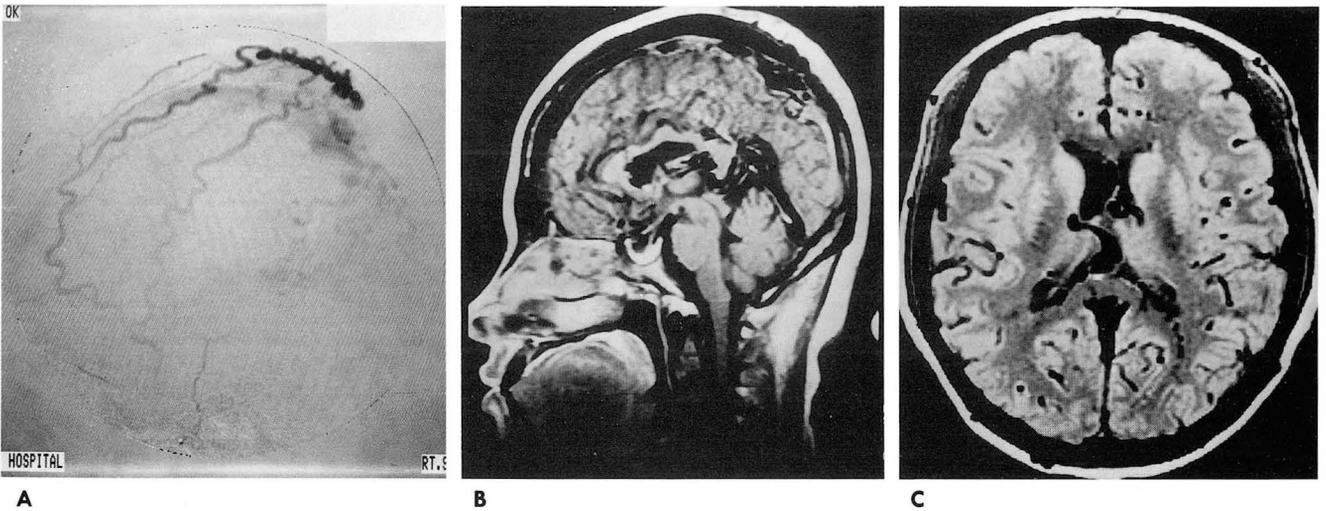


Fig. 2. A 32-year-old female patient presented with headache and vomiting(case 8).
A. Arterial phase of the right external carotid arteriography shows part of SSS-dural AVF with direct drainage via transosseus arterial feeder.
B. Gadolinium enhanced image shows the multiple signal voids on the posterior part of SSS and dilated deep venous system with posterior enhancement of SSS.
C. Proton axial image through periventricular white matter shows dilatation of the cortical and deep venous system.

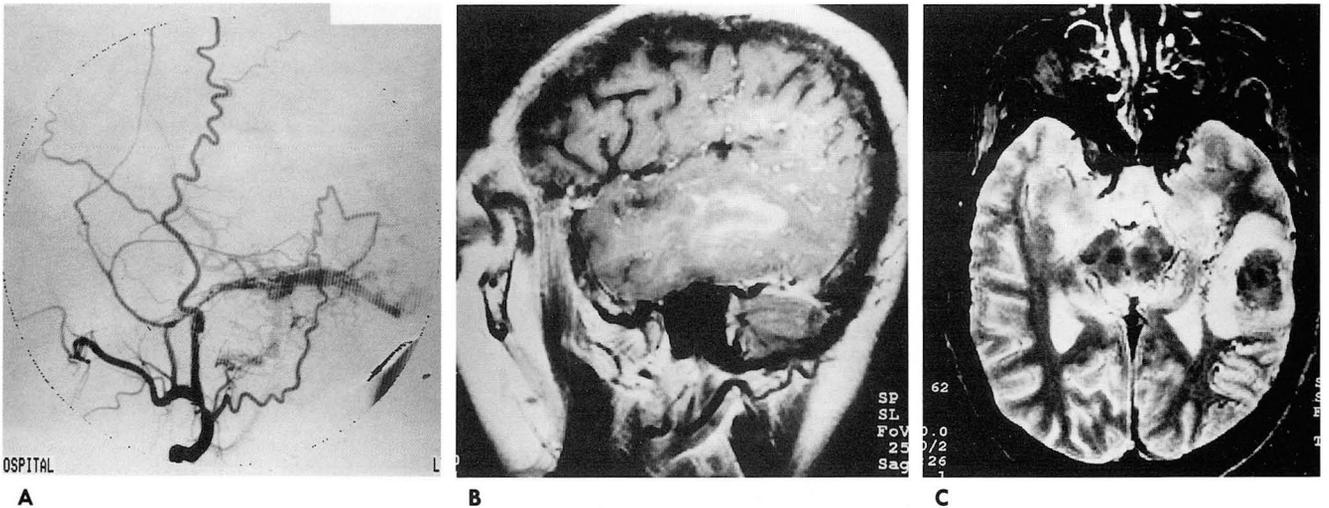


Fig. 3. A 45-year-old male patient complained of headache and vomiting(case 12).
A. Arterial phases of the left external carotid arteriography shows multiple dural arterial feeders and early draining lateral sinus.
B. Gadolinium enhanced coronal image shows regional enhancement of the left tentorium and temporal lobe.
C. T2 weighted axial image shows intracranial hemorrhage on the left temporal region.

Table 3. Secondary Change from Intracranial Venous Hypertension

Location of DAVF	Venous Dilatation		Hemorrhage	Brain Swelling	T2W High Signal	Hydrocephalus
	Extradural	Intradural				
Cavernous (n=6)	3*			1	1	
SSS (n=5)	3**	all	3	1	3	
Torcula (n=1)	1	1		1		
LS (n=1)		1	1			
Total (n=12)						

* Dilated superior ophthalmic veins are included.

** Dilated emissary veins are included.

전 검사에서 관찰되었던 해당정맥동의 신호소실 및 피질, 수질 정맥의 확장이나 대뇌백질의 고신호강도 등이 사라지거나 감소했으며, 아울러 증상의 호전을 보였다(Fig. 4). 나머지 2예 중 1 예는 변화가 없었고 혈관조영술상 유형 IV를 보인 정맥동 교회 병변 1예는 정맥압 증강의 소견, 즉 뇌수종, 큰 직경의 정맥류(venous ectasia)를 동반한 피질정맥의 확장, 허혈성 망막병증 등의 검사 및 임상소견에 있어 진행을 관찰할 수 있었다.

고찰

뇌경막 동정맥루는 전체 뇌내 동정맥기형의 10-15%를 차지하고 있으며(2), 주로 뇌기저에 있는 정맥동에 위치하는데, 측정맥동에서 가장 흔히 발견할 수 있고(8), 그외 전뇌와(anterior cranial fossa), 상시상동, 심부정맥계, 해면정맥동에 위

Table 4. Comparison between MR Findings and Angiographic Classification of Dural AVF

Classification of DAVF(n)	Venous Dilatation		Hemorrhage	Brain Swelling	T2W High Signal	Hydrocephalus
	Extradural	Intradural				
I (1)						
II a (2)	1					
II b (4)	3	3	1	1	1	
III (2)	1	2	2	1	1	
IV (3)	2	3	1	1	2	1

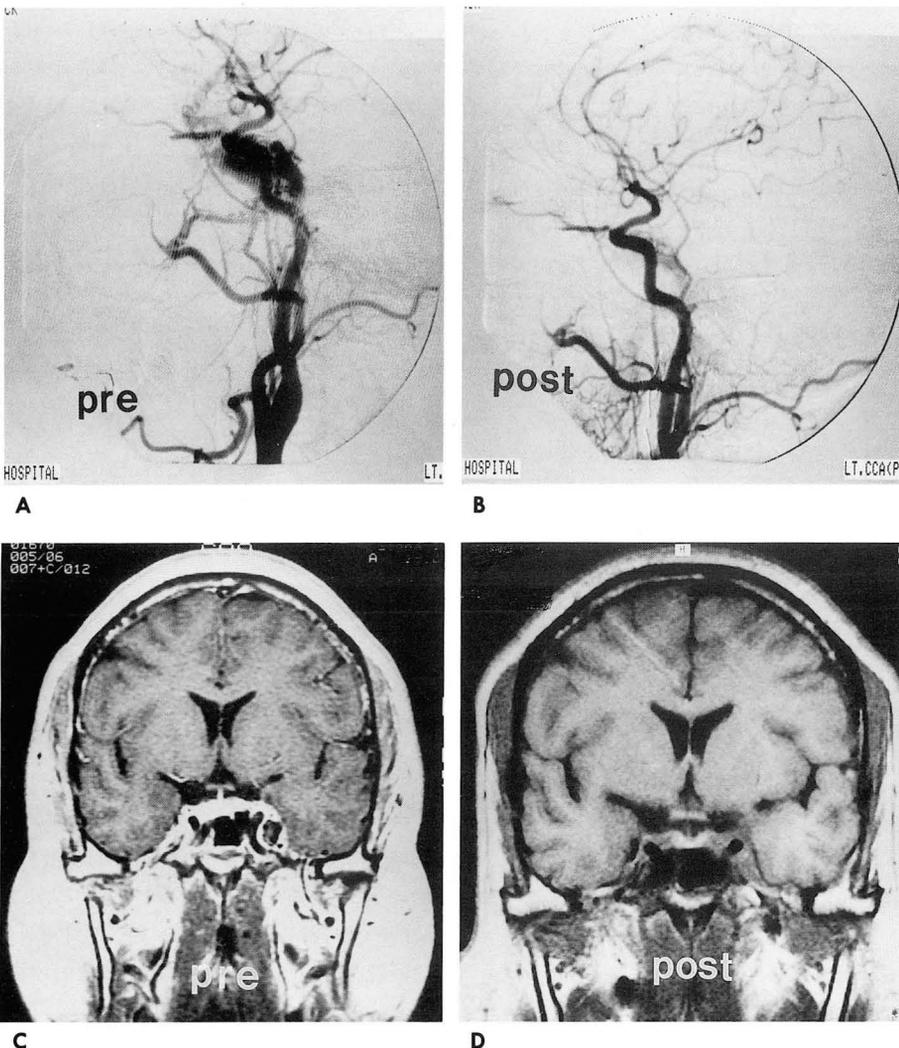


Fig. 4. A 31-year-old male patient with chemosis and diplopia of the left eye revealed a DAVF of the left cavernous sinus, which was embolized 1 year later(case 3). A, B. After embolization of cavernous DAVF(B), common carotid angiography demonstrated that previous cavernous fistulae (A) is completely occluded and no more visualized. C, D. After embolization (D), previous signal voids (C) within the left cavernous sinus has disappeared.

치한다(9-13).

발생기전에 관해서는 해당정맥동의 혈전 또는 폐색을 시작으로 정맥동 벽에 풍부한 경막동맥에 의한 직접적인 동정맥간 혈류 공급이 있고, 재관류가 일어나게 된다는 가정이 있는데(8, 14), 여기서 일부 재관류가 된 정맥동은 동맥화된 혈류로 인한 기계적 폐색을 초래하게 되고, 결과적으로 정맥동으로부터 피질정맥으로의 역행적인 흐름을 보이게 된다(5).

Djindjian은 경막동정맥류를 정맥유출경로에 따라 분류하였는데 I형은 정상적 경로를 통한 유출, II형은 피질정맥으로 역류 동반, III형은 피질정맥으로만 유출되는 경우이고, IV형은 유출정맥의 비정상적 확장(venous lake)으로 나누었으며(6) 최근 II군을 a와 b로 더욱 세분하여 보고하였다(7, Table 1).

대개 증상은 병변의 위치와 정맥유출 경로와 관련이 있는데(15), 측정맥동 병변은 잡음, 박동성 이명과 두통을 주로 보이는 반면, 해면정맥동 병변은 안구돌출, 결막부종, 안구동통, 외안근마비 등의 안과적 증상을 주로 나타낸다(16). 정맥유출이 정상적인 흐름을 갖는다면 피질정맥으로 측부 순환이 동반되지 않지만 정맥압이 증가하고 피질정맥으로 역류를 동반하는 경우 뇌출혈도 일으킬수 있다(4, 17-19). 드물게 정맥폐색을 동반하지 않고도 피질정맥으로만 정맥유출을 보이는 경우도 보고되고 있는데(2, 20), 이때 병변의 위치가 전뇌와와 천막에 있는 경우엔 주요 정맥동과 멀기때문에 피질정맥으로 역류가 일어나고, 높은 빈도의 뇌출혈을 보이며(21), 만성적인 정맥고혈압은 국소 신경학적 결손의 원인이 된다. 또한 폐쇄성 뇌수종이 수도 관(aqueduct)의 기계적 압박에 의해 나타나거나 교통성 뇌수종이 만성 수동적 정맥울혈에 의해 생길수 있다고 한다.

이에 반해 해면정맥병변인 경우 피질정맥으로의 유출이나 그로 인한 뇌출혈은 드문 것으로 알려져 있다(5). 본 연구에서도 해면정맥 병변은 주로 I형과 II형이고 상시상정맥동, 정맥동 교회, 측정맥동의 경우 대부분이 III형과 IV형인 것을 알 수 있는데, 이것은 위치적으로 해면정맥동 주변의 정맥유출 경로가 잘 발달해 있는 것과 해면정맥동 병변의 특이적 증상이 발병 초기에 나타나 초기에 진단이 되었을 가능성을 생각할 수 있다. 반면 상시상정맥동, 정맥동 교회, 그리고 측면 정맥동 병변에서는 초기에 비특이적 증상을 보이고 발병시 실명, 간질발작, 뇌출혈 등의 심각한 증상을 보이는 것을 알수있다. MR에서 해면정맥병변의 50%에서 정맥고혈압을 시사하는 소견을 보인 반면, 상시상정맥동과 측정맥동, 정맥동교회에 병변이 있을때는 100%에서 정맥고혈압의 소견들이 관찰되어 기존의 보고들과 유사한 결과를 보여주었다.

해면정맥동에 생긴 뇌경막 동정맥류의 MR소견에 대해서 Komiyama 등은 비침습적이고 병변발견에 좋은 검사로 치료 후 추적검사로 혈관촬영의 시기를 제시할수 있다고 했다(16). 고식적 스핀에코방식에서 해면정맥동내 동맥화된 정맥유출이 신호소실로 나타나는데, 정상 정맥동과의 대조를 위해 Gadolinium 증강시킨 영상이, 시상면보다는 관상면이나 축상면이 좋다고 하였다(22). 본 연구에서도 해면정맥동 병변 6예중 5예(83%)에서 동정맥류에 의한 해면정맥동 내에 신호강도소실을 직접 관찰할 수 있었고 그 외의 소견으로 상안정맥, 접형두정정

맥동의 확장, 해면정맥동 측벽의 용기 등의 소견을 관찰할수 있었는데, 이상의 소견을 보이지않던 남은 1예는 정상소견을 보였다. 해면정맥병변을 크게 2가지 종류로 구분할 수 있는데, 외상 후 내경동맥과 해면정맥동 간의 하나 혹은 다수의 비정상연결로 이루어진 것과 대개 중년 여성에게서 특별한 외상없이 안구돌출, 결막부종, 잡음 등 특이증상을 주소로 하고, 다수의 섭식동맥과 해면정맥동벽과의 연결로 이루어진 경우로 나누어지는데, 후자의 경우 느린 속도의 동정맥류가 특징이고 자연관해 또는 진단목적의 혈관촬영후 관해되는 경우가 36%에서 보고된 바 있다(23-25).

해면정맥동 이외의 뇌경막동정맥류의 MRI에 있어서 Marco 등은 뇌실질내 동정맥핵이 없이 피질정맥확장이 보일때 정맥고혈압을 동반한 경막 동정맥류를 시사하는 소견이지만, 정상으로 나타나는 경우도 있어 선별검사에서 부적합하다고 보았다(5). Machida 등은 MRI와 CT상 혈전성 동맥류(thrombosed aneurysm)를 의심했던 예에서 외경동맥 혈관촬영상 경막동정맥류에 의한 피질정맥 역류와 정맥류(Varix)로 확진된 경우를 들어 혈관촬영의 중요성을 강조했다(26). 또한 MR상 정맥고혈압에 따른 변화로 생각되는 피질, 수질 정맥의 확장 및 신호증가와 대뇌백질의 T2 강조영상에서의 고신호강도의 소견은 뇌경막동정맥류 외에 정맥폐색을 유발할 수 있는 다른 병변에서도 관찰되는 비특이적 소견이다. 본 연구에선 상시상정맥동, 정맥동 교회병변에서 모두 정맥동 확장과 신호소실, 그리고 경막 조영증강을 보였다. 이들 예에서 혈관조영술 소견과는 시상면이나 관상면이 비교가 수월하였는데 해당정맥동 내에 일부 조영증강을 보이고 그 상부나 하부 정맥동 확장 및 정맥동벽의 여러 점상의 신호소실이 관찰되는 MRI 소견은 해당 정맥동의 폐색과 여러 외경동맥 분지에 의한 섭식동맥이 비정상적으로 확장되어 정맥동벽에서 관찰되는 소견과 일치해 보였고 외경동맥 분지의 경로에 적합하였다. 조기 관찰되는 유출 정맥은 정맥동 및 피질정맥으로의 역류를 포함해서 MRI 소견상 T1 및 T2 강조영상에서 신호소실로 보이나 조영증강을 나타냈다. 측정맥동병변에서는 후향적 분석에서 해당정맥확장과 신호소실 없이 천막에 국소적인 조영증강만을 보여 혈관촬영술이 확인에 필수적인 검사임을 보여주었다.

본 연구에서는 뇌경막동정맥류의 혈관조영술상의 분류와 MRI 소견과를 비교했을때 혈관조영술상의 유형이 높을수록, 피질정맥으로의 역행을 동반할수록 뇌내출혈, 뇌부종, 뇌수종 등의 정맥고혈압을 시사하는 여러 소견들이 많이 관찰되어 혈관조영술전 MRI를 시행함으로 병변의 양상을 추측하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 MRI로 정맥동벽에 직접적인 동정맥핵은 관찰할 수 없으나, 해당 정맥동의 확장, 주변에 섭식동맥과 동맥화된 정맥유출로 인한 신호소실과 피질 및 수질정맥확장, 그리고 함께 동반된 정맥고혈압을 시사하는 소견이 보이면 정맥폐색을 유발하는 다른 질환과 함께 뇌경막동정맥류를 감별해야 하며 확인을 위한 다음 검사로 혈관조영술이 시행되어야 한다. 혈관조영술 전 MRI는 혈관조영술 상의 유형 및 피질정맥으로의 역류를 예측하고 나아가서 치료계획 및 예후를 예측하는데 도움

을 줄 수 있을 것이다

참 고 문 헌

1. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, Mehringer CM, Hardin CW. Transvenous embolization of dural fistulas involving the transverse and sigmoid sinuses. *AJNR* 1989;10:385-392
2. Newton TH, Cronqvist S. Involvement of dural arteries in intracranial arteriovenous malformations. *Radiology* 1969;93:1071-1078
3. Houser O, Baker H Jr, Rhoton A Jr, et al. Intracranial arteriovenous malformations. *Radiology* 1972;163:55-64
4. Castaigne P, Bories J, Brunet P, et al. Les fistules arteriovenous meningees pures a drainage veineux cortical. *Rev Neurol* 1976;132:169-181
5. Halbach VV, Tsuruda JS, Dillon WP, Kevin De Marco J. Dural arteriovenous fistulas: Evaluation with MR Imaging. *Radiology* 1990;175:193-199
6. Djindjian R, Merland JJ, Teheron J. *Superselective arteriography of the external carotid artery*. New York, NY:Springen-Verlag, 1977;606-628
7. Cognad C, Gobin YP, Pierot L et al. Cerebral dural arteriovenous fistulas: Clinical and angiographic correlation with a revised classification of venous drainage. *Radiology* 1995;194:671-680
8. Houser O, Campbell J, Campbell R, Sundt T. Arteriovenous malformation affecting the transverse dural venous sinus: an acquired lesion. *Mayo Clin Proc* 1979;54:651-661
9. Vinuela F, Fox AJ, Pelz DM, Drake CG. Unusual clinical manifestation of dural arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1986;64:554-558
10. Mayberg M, Zimmerman C. Vein of Galen aneurysm associated with dural AVM and straight sinus thrombosis. *J Neurosurg* 1988;68:288-291
11. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, Wilson CB, Hardin CW, Kwan E. Treatment of dural fistulas involving the deep cerebral venous system. *AJNR* 1989;10:393-399
12. Teng MMH, Guo W-Y, Huang C-I, Wu C-C, Chang T. Occlusion of arteriovenous malformations of the cavernous sinus via the superior ophthalmic vein. *AJNR* 1988;9:539-546
13. Takeda N, Fujita S, Kondo T, Yasuda M, Nakamura M. A case of dural arteriovenous malformation in the anterior fossa. *No Shinkei Geka* 1987;15:1025-1030
14. Chaudhary MY, Sachdev VP, Cho SH, Weitzner I Jr, Puljic S, Huang YP. Dural arteriovenous malformations of the major venous sinuses: an acquired lesion. *AJNR* 1982;3:13-19
15. Rodesch G, Lasjaunias P. Physiopathology and semeiology of dural arteriovenous shunts. *Riv di neuroradiolol* 1992;5:11-21
16. Komiyama M, Fu Y, Yagura H et al. MR imaging of dural AV fistulas at the cavernous sinus. *J Comput Assist Tomogr* 1990;14:397-401
17. Pierot L, Chiras J, Meder J. F et al. Dural arteriovenous fistulas of the posterior draining into subarachnoid veins. *AJNR* 1992;13:315-323
18. Gaston A, Chiras J, Bourbotte G, Leger JM, et al. Meningeal arteriovenous fistulas draining into cortical veins. *J Neuroradiol* 1984;11:161-177
19. Lasjaunias P, Chiu M, Ter Brugger K, Tolia H et al. Neurological manifestation of intracranial dural arteriovenous malformation. *J Neurosurg* 1986;64:724-730
20. Barnwell SL, Halbach VV, Dowd CF, et al. A variant of arteriovenous fistulas within the wall of dural sinuses: Results of combined surgical and endovascular therapy. *J Neurosurg* 1991;74:199-204
21. Ito J, Imamura H, Kobayashi K, et al. Dural arteriovenous malformation of the base of the anterior cranial fossa. *Rev Neurol* 1983;24:149-154
22. Barrow DL, Spector RH, Braun IF, Landman JA, Tindall SC, Tindall GT. Classification and treatment of spontaneous carotid-cavernous sinus fistulas. *J Neurosurg* 1985;62:248-56
23. Hirabuki N, Fujita N, Hashimoto T et al. Follow-up MRI in dural arteriovenous malformations involving the cavernous sinus: emphasis on detection of venous thrombosis. *Neuroradiology* 1992;34:423-427
24. Grossman RI, Sergott RC, Goldberg HI, et al. Dural malformations with ophthalmic manifestations: results of particulate embolization in seven patients. *AJNR* 1985;6:809-13
25. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, Reicher M, Normal D, Newton TH. Dural fistulas involving the cavernous sinus: results of treatment in 30 patients. *Radiology* 1987;163:437-42
26. Machida T, Hayashi N, Sasaki Y, Aoki S, Shirouzu I, Inoue K, Maehara T. Posterior cranial fossa dural AVM with a varix mimicking a thrombosed aneurysm: case report. *Neuroradiology* 1993;35:210-211

MR Imaging of Intracranial Dural Arteriovenous Fistulae (Dural AVF)¹So Yong Chang, M.D., Dong Ik Kim, M.D., Yeong Kook Cho, M.D.²¹*Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine*²*Department of Diagnostic Radiology, Inha University College of Medicine*

Purpose: To describe the magnetic resonance (MR) findings of intracranial dural arteriovenous fistulae (DAVF) and associated venous hypertensive diseases, and to determine their diagnostic value.

Materials and Methods: MR Imagings of twelve cases of angiographically-proven intracranial DAVF were analyzed. The presence of signal voids, dilatation of involved dural sinus, the dilatation of the extra/intradural venous system, high signal intensity on T2 weighted image, cerebral edema, intracranial hemorrhage, and hydrocephalus were retrospectively analyzed. MR findings and angiographic classification were compared.

Results: In 11 of 12 patients (92%), MR revealed the location of DAVF. In five cases, these were cavernous, and in six, they were extracavernous; the locations of the latter were as follows: superior sagittal sinus (SSS), 4; torcula, 1; lateral sinus & SSS, 1. Except for the lateral sinus lesion, all the DAVF seen in these 11 patients showed the presence of signal voids and dilatation of the involved dural sinus.

Findings of associated venous hypertensive disease, namely dilatation of the superior ophthalmic vein and cortical venous system, cerebral edema, and high signal intensity on T2-weighted images were observed in three cavernous lesions (50%), but all extracavernous DAVF (100%) showed associated venous hypertensive disease. When the grade of angiographic classification was high and reflux of sinus blood to the cortical vein was seen on angiography, the MR findings of intracranial venous hypertension showed good correlation.

Conclusion: The MR findings of DAVF include dilatation of the dural sinus and signal voids of feeding arteries and draining vein. Other findings which suggest intracranial venohypertensive disease are dilatation of the cortical and medullary vein, hydrocephalus, cerebral edema and intracranial hemorrhage. These and the angiographic findings correlate well and suggest that in the diagnosis of DAVF and the detection of intracranial venohypertension, MR is a non-invasive technique which can be usefully employed before final diagnosis by angiography.

Index Words: Fistula, arteriovenous

Arteriovenous malformations, cranial

Magnetic resonance (MR), vascular studies

Address reprint requests to: So Yong Chang M.D., Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University, Medical College,

134 Shinchon-dong, Seodaemun-Gu, Seoul, 120-752 Korea.

Fax. 82-02-393-3035 Tel. 82-2-361-7774