대한방사선의학회지 1999;41:235-239

직정맥동이 관찰되지 않는 심부 뇌동정맥기형의 방사선학적 소견 : 혈관조영술 소견을 중심으로[1]

원종부 · 박성호 · 홍종원 · 김유경 · 신미정 · 백승국 · 최한용 · 김봉기

목적 : 직정맥동이 관찰되지 않는 심부 뇌동정맥기형의 방사선학적 소견을 혈관조영술 소견을 중심으로 분석하였다.

대상 및 방법 : 심부 뇌동정맥기형 환자중 직정맥동(straight sinus)이 관찰되지 않는 6예 (15-53세)를 대상으로 후향적으로 분석하였다. CT, MRI 소견으로 직정맥동이 위치하는 부위의 소견과, 동정맥기형의 위치, 출혈의 유무를 관찰하였고, 혈관조영술에서 동정맥기형의 주된 유출경로, 유출정맥의 모양, 태생기 혈관(falcine sinus) 존재등을 관찰하고 가능하면 정상 심부 뇌조직의 정맥유출을 동시에 관찰하였다. 혈관내 치료를 시행한 4예에서는 치료 전,후를 비교하였다.

결과 : CT, MRI소견상 직정맥동은 관찰할 수 없었고 혈전도 관찰되지 않았다. 동정맥기형의 위치는 심부 뇌조직에 위치하였고 전 예에서 뇌출혈을 관찰할 수 있었다. 혈관조영술상 동정맥기형의 정맥유출은 전 예에서 Galen 정맥을 경유하였고 1예에서는 태생기혈관을 통해 상시상정맥동으로의 경로를 보였고, 이 경우를 제외한 5예에서는 직정맥동폐쇄에 의한 심부정맥에서의 역행성 혈류유출을 보이고 현저한 측부순환을 보였는데 Galen 구심성 정맥인 기저정맥, 내뇌정맥, 내후두정맥, 소뇌반구정맥과 하시상정맥동의 주 경로를 보였으며 전 예에서 부분적으로 양측의 측부혈관이 발달하였다. 정상 심부 뇌조직의 정맥유출은 경대뇌정맥(transcerebral vein)을 통해서 표재성 정맥혈관으로 이루어졌다. 그리고 1예에서는 5년전,후의 혈관조영술 소견을 비교한 결과 5년후에는 직정맥동이 관찰되지 않는 소견을 보였다.

결론 : 혈관조영술은 직정맥동이 없는 경우에 동정맥기형및 정상 심부 뇌조직의 역동적인 혈류변화를 관찰하는데 효과적이며 심부 뇌동정맥기형 환자에서 혈관내 치료전에 혈류변화에 대한 주의깊은 분석이 필요할 것으로 사료된다.

성인에서 직정맥동(straight sinus)이 관찰되지 않는 것은 매우 드물지만 심부 뇌동정맥기형과 Galen 동정맥기형에 동반해서는 빈도가 증가한다고 알려져있다(1-4).

원인으로는 선천적인 기형과 후천적인 혈전형성 또는 혈관수축반응이라는 보고가 있으며(2,4,5), 결과적으로 심부 뇌정맥계에서의 역행성 혈류유출 및 측부순환로의 발달이 예견되어진다.

이에 대한 연구로서 뇌동정맥 기형에 동반했을 경우의 혈관조영술 소견이 외국문헌에 몇몇 증례를 통해서 보고된 바 있으나(2,4) 아직 국내에서는 보고된 바가 없다.

이에 저자들은 심부 뇌동정맥기형 환자에서 직정맥동이 관찰되지 않는 6례의 증례를 경험하고 후향적으로 혈관조영술을 중심으로 방사선학적 소견을 분석 고찰하였다.

[1]왈레스기념 침례병원 진단방사선과
이 논문은 1998년 11월 4일 접수하여 1999년 3월 6일에 채택되었음.

대상 및 방법

93년 이후 5년간 심부 뇌동정맥기형 환자중에서 혈관조영술에서 직정맥동이 관찰되지 않았던 6예를 대상으로 후향적으로 분석하였으며 남녀비는 3;3이었고, 연령분포는 15-53세였다.

혈관조영술전에 CT만 시행한 경우는 2예, MRI만 시행한 경우는 1예, CT와 MRI를 동시에 시행한 경우는 3예이었다. CT기기로는 Xpeed(Toshiba,Tokyo,Japan)을 사용하였으며 MR영상은 0.5T(Toshiba,Tokyo,Japan) 자기공명장치를 사용하여 시상 및 횡단면의 T1(TR/TE=400/15msec), T2(TR/TE=2000/120msec)강조영상을 얻었고 Gd- DTPA (Magnevist, Schering AG, Berlin, Germany, 0.1mmol/ kg iv.) 조영증강 T1강조영상을 얻었다. CT 또는 MR영상으로 직정맥동이 위치하는 부위의 소견을 분석하고 동정맥기형의 위치

와 출혈의 유무를 관찰하였다. 혈관조영술은 전 예에서 디지털 감산촬영기(Angiostar, Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하였으며 6예중 4예에서 아교를 이용한 혈관내 치료를 시행하였다. 혈관조영술에서 동정맥기형의 주된 유출경로, 유출정맥의 모양, 태생기 정맥유출의 존재 등을 관찰하고 가능하면 정상 심부 뇌조직의 정맥유출을 동시에 관찰하였다. 혈관내 치료를 시행한 예에서는 치료전과 후를 비교 분석하였다.

결 과

CT, MRI소견상 전 예에서 직정맥동은 관찰할 수 없었고 혈전도 관찰되지 않았다(Fig. 1A). 동정맥기형의 위치는 뇌량(corpus callosum)의 splenium주위 3예, 기저핵(basal ganglia) 2예, 그리고 내측두엽(medial temporal lobe) 1예였고 전 예에서 뇌출혈을 관찰할 수 있었다.

혈관조영술상 각 증례의 유출정맥(draning veins)과 섭식혈관(feeding vessels)에 대해서는 Table 1.에 요약하였다. 동정맥기형의 정맥유출은 전 예에서 Galen 정맥을 경유하였는데 그 중 뇌량의 splenium주위에 위치한 3예에서는 피질정맥으로의 유출을 함께 보였다(Fig. 2A). Galen 정맥을 경유한 혈류는 1예에서 태생기혈관(falcine sinus)을 통해 상시상정맥동(superior sagittal sinus)으로 유출되었고(Fig. 3) 이 경우를 제외한 5예에서는 직정맥동 폐쇄에 의한 심부정맥으로의 역행성 혈류유출을 보이고 현저한 측부순환을 보였다. 주로 기저정맥(basal vein of Rosenthal), 내뇌정맥(internal cerebral vein), 내후두정맥(internal occipital vein), 소뇌반구정맥(cerebellar hemispheric vein)등의 Galen 구심성 정맥(Galenic afferents)과 하시상정맥동(inferior sagittal sinus)으로의 경로를 보였으며 각각의 상대적인 발달정도는 증례마다 약간의 차이가 있었다. 또한 상의하 정맥(periventricular subependymal vein) 그리고 심부수질정맥(deep medullary vein)이 현저하였으며 경대뇌정맥(transcerebral veins)을 통해서 표재성 정맥혈관(superficial vein)으로 역류되었다(Fig. 2). 그리고 전 예에서 부분적으로 양측의 측부혈관이 발달하였다. 정상 심부조직의 정맥유출은 경대뇌정맥을 통해서 표재성 정맥혈관으로 이루어졌는데 특히 혈관내 치료를 시행한 4예에서 잘 관찰할 수 있었

Table1. Summary of the Cases

Patient No. sex/age(year)	Location of AVM	Feeders	Drainers
1. F/16	lt. basal ganglia	PCA-ATPAs, PTPAs, PChA, MCA-LSA	BVR-LMV, ICV, ISS, Cbll
2. M/18	rt. perisplenial	MCA-PO,P, P3.	BVR-LMV,SV, ICV,ISS, Cbll, OCV
3. M/15	lt. basal ganglia	MCA-LSA, PChA, PCA-ATPAs, PTAPs.	ISS, IOV, Cbll
4. M/17	rt. medial temporal	AChA	BVR-Falcine sinus
5. F/53	lt. perisplenial	ACA-pericallosal, PCA-PChA	BVR-SV, ICV, OCV
6. F/33	rt. perisplenial	P3, MCA-P	BVR-SV, IOV, ISS, PCV

AVM:arteriovenous malformation, lt:left, rt:right, MCA:middle cerebral artery, PCA:posterior cerebral artery, LSA:lenticulostriate artery, AChoA: anterior choroidal artery, P: parietal branches, PO: parietooccipital branches, ATPAs: anterior thalamoperforating artery, PTPAs: posterior thalamoperforating artery, PChA: posterior choroidal artery, P3: PCA P3 segment, SV: vein of Sylvius, ICV: internal cerebral vein, GV: vein of Galen, BVR: basal vein of Rosenthal, IOV: internal occipital vein, SS: straight sinus, ISS: inferior sagittal sinus, LMV: lateral mesencephalic vein, OCV: occipital cortical vein, PCV: parietal cortical vein, Cbll: Cerebellar hemispheric vein

A B C

Fig. 1. Basal ganglia arteriovenous malformation

A. MR axial T2 weighted image show neither signal voids nor thrombosis at expected position of straight sinus(arrow).

B. The left lateral vertebral angiogram of late arterial phase shows restriction of venous flow with no evidence of straight sinus. Venous flow is redirected to collateral routes, principally lateral mesencephalic vein(arrow).

C. 5 years ago, the dilated straight sinus(arrow) draining arteriovenous malformation was clearly demonstrated in the left lateral angiogram.

다(Fig. 2B). 그리고 1예에서는 5년전,후의 혈관조영술 소견을 비교한 결과 5년전에는 현저한 직정맥동이 관찰되었으나 5년 후에는 직정맥동이 관찰되지 않는 소견을 보였다(Fig. 1B,C).

고 찰

성인에서 직정맥동이 관찰되지 않는 경우는 매우 드문데, 폐쇄(occlusion), 협착(stenosis) 또는 중복(duplication)을 포함한 비정상적인 직정맥동의 소견을 보인 경우에 대해서 동정맥기형 환자의 5.7%의 빈도가 보고된 바 있고, Galen 동정맥기형과 심부 동정맥기형에서는 빈도가 증가하는 것으로 알려져 있다(1-4). 임상적으로는 Galen 정맥계(Galenic system)의 이상은 심부 정맥압의 증가와 이에 따른 심부 뇌조직의 경색을 초래할 수 있으나(6-9), 양측의 내대뇌정맥, 심지어 Galen 정맥의 희생시에도 뇌기능의 장애를 수반하지 않을 수 있으며(10), 심부 동정맥기형이 동반되어 있는 경우는 이러한 소견이 드문 것으로 알려져 있다(2).

직정맥동이 관찰되지 않는 원인에 대해서는 명확히 알려지지는 않으나 Minakawa(4), Quisling등(1)은 직정맥동이 관찰되지 않는 경우에 태생기 혈관(falcine sinus), 중복 횡정맥동(duplicated transverse sinus)이 존재하고 MRI에서 직정맥동에 혈전이 존재하지 않았음을 예시하며 직정맥동의 중복(duplication)이나 격막형성(septal formation)과 마찬가지로 선천적 기형을 원인으로 주장하였고 또한 혈관수축반응일 가능성에 대해서도 언급하고 있다. 그러나 이에 대해서 Mickle JP(4)는 모양에 따른 이러한 접근에 대한 문제점을 지적한 바 있으며 Vinuela등(2)은 직정맥동이 없는 10명의 심부 동정맥기형환자의 증례를 통해 와류성 혈류에 의한 혈관내피의 손상, 그리고

Fig. 2. Pericallosal(splenium) arteriovenous malformation showing main draining routes in absence of straight sinus.
A. Left lateral vertebral angiogram of late arterial phase shows dominent participation of Galenic afferents including basal vein of Rosenthal, lateral mesencephalic, internal cerebral, cerebellar hemispheric, and also directly occipital cortical veins. Subependymal (arrowhead) and medullary veins(arrows) are prominent and drained in a retrograde fashion into cortical veins.
B. On postembolization left lateral angiogram, venous flow from normal deep paren-chyme is diverted through transcerebral veins toward superficial venous system. Note transcerebral veins(arrows) which communicate deep medullary veins with superficial medullary veins.

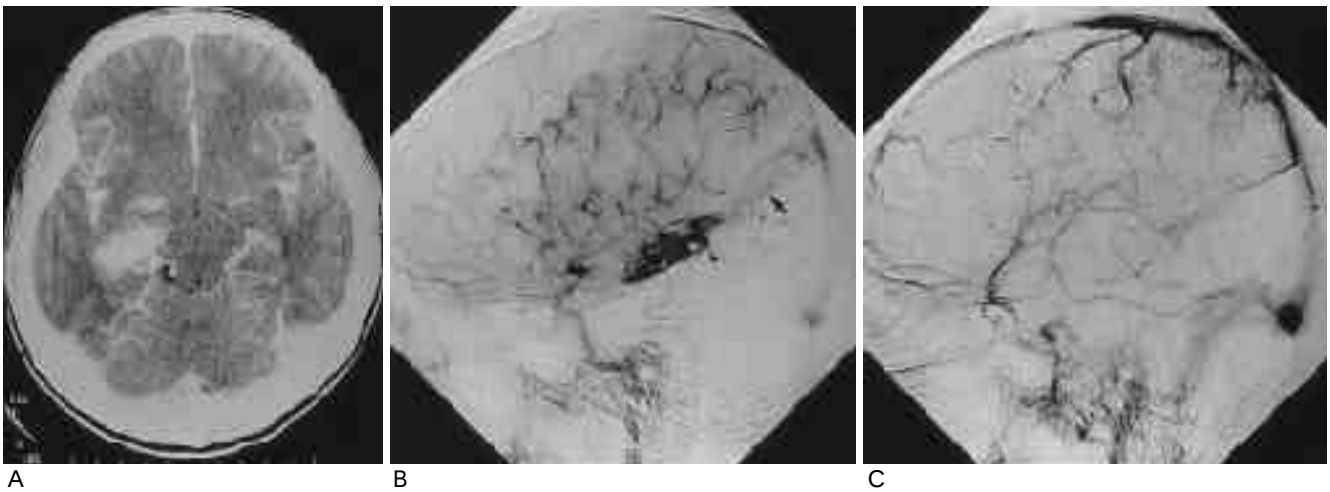

Fig. 3. Medial temporal lobe arteriovenous malformation with falcine sinus
A. Contrast enhanced CT shows intensely enhancing areas, which is supplied by anterior choroidal artery(not shown) in the right medial temporal lobe.
B,C. Right lateral internal carotid angiograms of late arterial(B) and venous(C) phases show arteriovenous malformation draining into persistent falcine sinus(arrow) via basal vein of Rosenthal(arrowhead). No significant constraints of venous drainage is observed.

이에 의한 혈전형성이라는 후천적 원인으로 보고하고 있다. 본 연구에서는 원인을 명확히 평가할 수는 없으나 6증례 모두 CT, MRI에서 직정맥동에 혈전이 관찰되지 않았고, 또한 한 증례에서는 5년,전 후의 혈관조영술 소견을 비교한 결과 5년 후에는 직정맥동이 관찰되지 않는 점으로 보아서 후천적인 원인으로 혈관수축반응에 의한 가능성을 추정해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

우리의 모든 증례에서 CT, MRI소견상 뇌출혈이 관찰되었는데, Vinuela등(2)은 뇌의 다른 부위에 비교해서 심부 동정맥기형 환자에서 비교적 높은 빈도의 출혈을 보고하며 Galen 정맥계의 형태학적 변화가 원인이 된다고 하였고, 이러한 출혈은 정맥유출로의 장애에 의한 동정맥기형 핵(nidus)에서의 혈압증가, 그리고 결과적인 모세혈관망(capillary bed)의 손상에 의한 것으로 설명하였다. 또한 Albert(11)는 심부 동정맥 기형에서 유출정맥의 수와 출혈의 빈도와 관련해서 3개이상의 유출정맥에서 빈도가 증가한다고 하였으며 이외에도 여러 문헌에서 심부 유출정맥과 관련된 출혈에 대해서 언급하고 있다(12-14).

직정맥동이 없는 경우의 혈관조영술 소견에 대해서는 일부 증례를 통해서 보고 되고 있으나 심부구조물의 혈역학적 변화에 대해서는 자세히 기술된 바는 없다. Hammock등(9)에 의하면 영장류(16벵골원숭이, 6잡종견)에서 Galen 정맥의 외과적 결찰후 6개월간 뇌수종, 정맥울혈없이 임상적으로 좋은 경과를 보였으며 이에 대해서 급성 폐쇄 시에도 쉽게 측부순환로가 발달된다고 보고하였고 10예의 증례를 통해서 Vinuela등(2)은 유사한 혈관조영술 소견을 보고한 바 있다. 본 연구에서 태생기 혈관으로 정맥 유출된 경우를 제외한 전 예에서 현저한 측부순환을 보였는데 주로 기저정맥, 내대뇌정맥, 내후두정맥, 소뇌반구정맥등의 Galen 구심성 정맥과 하시상정맥동을 통한 유출이 현저하였으며 이러한 소견은 직정맥동을 통한 혈액유출의 장애에 의한 결과로 판단된다. 이러한 유출경로는 심부정맥계(deep venous system)의 해부학적 이해와 연관되어 있는데 정상적으로 심부정맥은 내대뇌정맥, 기저정맥, Galen 정맥과 그 분지로 구성되어 이들은 측뇌실, 제3뇌실 그리고 기저조(basal cistern)주위의 심부 백질과 회백질부위의 정맥유출을 담당하고 있다(10,15).

심부정맥은 표재성 정맥에 비해서 그 주행과 방향이 비교적 일정하고 심부정맥과 표재성정맥의 말단 혈관사이에는 상당한 문합이 존재해서 혈류장애시에 안정성을 유지하고 있다(10,16,17). 정상적으로 심부구조물의 정맥유출은 언급한 Galen 정맥계가 중요한 역할을 담당하고 있는데 증례에서처럼 Galen 정맥계의 정맥압증가는 상의하정맥(subependymal vein)과 심부수질정맥(deep medullary vein)의 확장을 초래하고 심부구조물의 정맥유출은 전형적으로 경대뇌정맥을 통해서 표재성 정맥혈관계로 역류되어 유출되었다. 이러한 소견은 내대뇌정맥의 혈전을 동반한 Galen 동정맥기형 환자에서 중요한 심부정맥 유출경로인 하시상정맥동을 결찰한 예에서도 언급되었다(8).

한 증례에서는 태생기 혈관(falcine sinus)을 통해서 정맥유출을 보였고 이 경우는 정맥순환의 장애에 의한 소견은 분명하지 않았다(Fig. 3). 이러한 태생기 혈관은 직정맥동이 없는 경우에 측부 순환로로 발달한다고 알려져 있는데 정상적으로 태생기에 존재하며, 생후에는 드물지만 Galen 동정맥기형과 동반해서는 빈도가 증가하는 것이 보고되었다(3,18).

결론적으로 직정맥동이 관찰되지 않는 경우에 혈관조영술은 동정맥기형의 혈류변화뿐만 아니라 정상 심부 뇌조직의 역동적인 혈류변화를 평가할 수 있으며 이러한 소견의 세심한 관찰과 분석이 동정맥기형의 혈관내 치료에 있어서 안전하고 효과적인 치료에 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Quisling RG, Mickle JP. Venous pressure measurements in vein of Galen aneurysm. *AJNR* 1989;10:411-417
2. Vinuela F, Nombela L, Roach MR, Fox AJ, Pelz DM. Stenotic and occlusive disease of the venous drainage system of deep brain AVMs. *J Neurosurg* 1985;63: 180-184
3. Raybaud CA, Strother CM, Hald JK. Aneurysm of the vein of Galen: embryonic considerations and anatomical features related to the pathogenesis of the malformation. *Neuroradiology* 1989; 31:109-128
4. Minakawa T, Tanaka R, Koike T, Takeuchi S, Abe H. Cerebral arteriovenous malformation associated with a straight sinus anomaly. *J Neurosurg* 1992 ;31:19-25
5. Wendling LR. Intracranial venous sinus thrombosis: diagnosis suggested by computed tomography. *AJR* 1978;130:978-980
6. Bots GTAM. Thrombosis of the Galenic system veins in adult. *Acta Neur opathol* 1971;17:227-233
7. Garcia JH, Williams JP, Tanaka J. Spontaneous thrombosis of deep cerebral veins: A complication of arteriovenous malformation. *Stroke* 1975;6:164-171
8. Heinz ER, Schwartz JF, Sears RA. Thrombosis in the vein of Galen malformation. *Br J Radiol* 1968;41:424-428
9. Hammock MK, Milhorat TH, Earle K, et al. Vein of Galen ligation in the primate. Angiographic, gross, and light microscopic evaluation. *J Neurosurg* 1971;34;77-83
10. Ono M, Rhoton AL, Peace D, Rodriguez RJ. Microsurgical anatomy of the deep venous system of the brain. *Neurosurgery* 1984;15: 621-657
11. Albert P. Personal experience in the treatment of 178 cases of arteriovenous malformations of the brain. *Acta Neurochir* 1982;61:207-226
12. Langer DJ, Lasner TM, Hurst RW, et al. Hypertension ,small size, and deep venous drainage are associated with risk of hemorrhagic presentation of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1998;42:481-489
13. Marks MP, Lane B, Steinberg GK, Chang PJ. Hemorrhage in intracerebral arteriovenous malformations: Angiographic determinants. *Radiology* 1990;176:807 -813
14. Miyasaka Y, Yada K, Ohwada T, Kitahara T, Kurata A, Irikura K. An analysis of the venous drainage as a factor in hemorrhage from arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1992;76:239-243
15. Osborn. AG. *Diagnostic angiography*. Philadelphia, Harper & Row 1980:327-349
16. Jimenez JL, Lasjaunias P, Terbrugge K, Flodmark O, Rodesch G. The transcerebral veins: normal and non pathologic anatomic aspects. *Surg Radio Anat* 1989;11:63-72
17. Kaplan HA. The transcerebral venous system. An anatomic study. *Arch Neurol* 1959;1:148-152
18. Kesava PP. Recanalization of the falcine sinus after venous sinus thrombosis. *AJNR* 1996;17:1646-1648

대한방사선의학회지 1999;41:235-239

J Korean Radiol Soc 1999;41:235-239

Radiologic Findings of Deep Seated Cerebral Arteriovenous Malformation with Nonvisualization of Straight Sinus : Focused on Angiogram[1]

Jong Boo Won, M.D., Sung Ho Park, M.D., Jong Won Hong, M.D., Yoo Kyoung Kim, M.D., Mi Jeong Shin, M.D., Seung Kuk Baik, M.D., Han Yong Choi, M.D., Bong Gi Kim, M.D.

[1]Department of Diagnostic Radiology, Wallace Memorial Baptist Hospital

Purpose : To analyze the radiologic-especially angiographic-findings of deep seated cerebral arteriovenous malformation(AVM) involving nonvisualized straight sinus.

Materials and Methods : In six patients aged between 15 and 53 years with deep seated cerebral AVM, CT and MR images were retrospectively analyzed with regard to the following features : the presence of straight sinus, the location of AVM, and the occurrence of hemorrhage. Angiograms were analyzed for venous drainage routes of AVM, the appearance of veins, the presence of falcine sinus and venous drainage from normal deep brain parenchyme. In four patients who had undergone intravascular embolization therapy, pre- and post- embolization angiograms were compared.

Results: CT and MR images showed neither straight sinus nor thrombosis. AVMs were deeply seated in the brain, and in all cases there was cerebral hemorrhage. Angiograms disclosed that venous drainage of all AVMs occurred via the veins of Galen. In one case, venous flow via the falcine sinus to the superior sagittal sinus was noted, but in others, retrograde flow in the deep venous system was observed. Marked collateral routes followed in response to the obstruction of straight sinus included the basal vein of Rosenthal, the internal occipital, internal cerebral, and cerebellar hemispheric veins (which are Galenic afferents), and the inferior sagittal sinus. In all patients, contralateral routes were partially involved. Venous drainage from normal deep parenchyme through the transcerebral veins to the superficial venous system was noted, and in one case, straight sinus which had been observed on an angiogram five years earlier was no longer present.

Conclusion : Angiography offers effective evaluation of the dynamic aspect of venous flow in cases involving deep-seated AVM, and of normal deep parenchyme in cases in which AVM involves nonvisualized straight sinus. Before intravascular treatment of AVM, venous flow must be carefully analyzed.

Index words : Arteriovenous malformation, cerebral
Cerebral angiography
Brain, CT
Brain, MR

Address reprint requests to : Jong Boo, Won, M.D., Department of Diagnostic Radiology Wallace Memorial Baptist Hospital, P.O. Box 76, 600-600 Korea,
Tel. 82-51-461-3233 Fax. 82-51-462-9333 E-mail. 44season@nownuri.net