대한방사선의학회지 2000;43:265 - 271

뇌종양환자에서 관류자기공명 영상의 유용성[1]

조영민 · 고은혜 · 정광우 · 서정진 · 김윤현 · 정용연 · 정태웅 · 김재규 · 박진균 · 강형근

목적: 뇌종양의 상대적 뇌혈류량을 평가하는데 있어서 관류자기공명영상(perfusion weighted imaging: PWI)의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 자기공명영상과 PWI을 함께 시행한 23명의 원발성 또는 전이성 뇌종양 환자를 대상으로 하였다. 각각 뇌교종이 9예(고등급 교종 6예, 저등급 교종 3예), 전이암이 6예, 수막종이 5예(양성수막종 4예, 비전형적 수막종 1예), 신경초종이 2예, 혈관아세포종이 1예였다. 관류자기공명영상은 경사에코영상(echo planar imaging: EPI)기법으로 조영제를 급속주입하여 환자 1인당 4개의 단면에서 영상을 얻었으며, 단면당 60개의 영상(총 240개 영상)을 얻은 후 특수영상처리 소프트웨어를 이용하여 후처리하였다. PWI에서 종양부위와 반대측 정상부위의 백질부위에서 대칭되는 관심구역(ROI)으로부터 신호강도, 즉 혈류량을 측정하였으며, 종양부위의 최대 신호소실정도를 구하여 정상부위의 값으로 나눈 비율을 환산하여 상대적 뇌혈류량(relative cerebral blood volume: rCBV)을 구하였다.

결과: 종양부위의 상대적 뇌혈류량을 살펴보면, 고등급 교종(n = 6)이 0.40 - 5.64 (mean±SD = 2.91±0.95), 저등급 교종(n = 3)이 0.77 - 1.66 (mean±SD = 1.15±0.28), 전이암(n = 6)이 0.77 - 6.50 (mean±SD = 2.65±1.78), 전형적인 양성수막종(n = 4)이 2.06 - 4.90 (mean±SD = 3.59±0.84), 비전형적인 수막종(n = 1)이 0.46 - 1.18 (mean±SD = 0.72±0.25), 신경초종(n = 2)이 1.45 - 3.85 (mean±SD = 2.56±0.92), 혈관아세포종(n = 1)에서 벽재성 결절(mural nodule)이 6.16 - 8.35 (mean±SD = 7.02±1.12)을 나타내었다. 뇌교종에서는 고등급 교종이 저등급 교종에 비해 혈관성이 높고 상대적 뇌혈류량의 범위가 넓었다. 전이암에서는 상대적 뇌혈류량의 수치가 고등급 교종과 같이 높게 나타났으며 혈류량의 범위는 다른 뇌종양에 비하여 제일 크게 나타났다. 전형적인 양성수막종의 경우 상대적 뇌혈류량은 전이암이나 고등급 교종보다 높은 값을 보였으나, 비전형적인 수막종의 경우 병변내부에 낭성변화를 보인 부분이 많아 전형적인 양성수막종에 비해 낮은 값을 나타냈다. 신경초종은 넓은 범위의 혈관성을 나타내었고 혈관아세포종의 벽재성 결절은 가장 높은 혈관성을 보였다.

결론: 관류자기공명영상이 뇌종양의 종류와 병변부위에 따라 상대적 뇌혈류량을 잘 반영할 수 있으며, 따라서 관류자기공명영상이 뇌종양의 혈관성을 평가하는데 있어 유용하게 이용될 것으로 생각된다.

자기공명영상(Magnetic resonance imaging: MRI)은 기존의 진단 수기보다 월등한 병변 대조도와 다면영상 그리고 탁월한 연조직 영상 구현으로 뇌종양의 진단과 치료 및 예후판정에 있어서 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 자기공명영상은 형태해부학 구조의 변화에 기반을 두고 있어서 뇌종양의 혈관성 정도나 악성과 양성뇌종양의 감별 또는 종양의 재발과 방사선 치료에 의한 괴사 등을 구별해 내는데 한계점을 안고 있어 임상적으로 해결해야 할 문제들이 남아 있다. 비록 비침습적 진단 수기인 양전자방출단층촬영(positron emission tomography: PET)과 단광자방출단층촬영(single - photon emission computed tomography: SPECT)등이 뇌종양의 재발과 방사선 괴사를 구별할 뿐 아니라 혈역학적 변화에 대한 많은 정보를 제공할 수 있으나, 공간해상도가 떨어지고 방사성 물질에 직접 노출되기 때문에 반복진료가 어렵고, 또한 사용료가 고가라는 단점이 있기 때문에 극히 제한적으로 사용되고 있는 실정이다 (1 - 3). 최근들어 자기공명영상의 기술적 발전으

[1]전남대학교 의과대학 방사선과학교실, 영상의학연구소
이 논문은 1999년 전남대학교병원 진단방사선과 영상의학연구소의 보조로 이루어진 것임.
이 논문은 2000년 3월 28일 접수하여 2000년 7월 7일에 채택되었음.

로 고속 영상기법을 바탕으로한 확산강조영상, 관류자기공명영상(perfusion weighted imaging: PWI) 등의 기능적 자기공명영상(functional MRI)이 임상 각 분야에 응용되어 진단과 치료에 도움을 주고 있으며 이중 PWI는 뇌의 혈역학적 변화에 대한 정보를 얻을 수 있어 여러 뇌질환에 응용되고 있다(4-9).

이 연구는 경사에코영상(Echo planar imaging: EPI)펄스파형을 이용한 PWI로 다양한 종류의 뇌종양의 상대적 뇌혈류량을 평가하고 뇌종양의 혈관성을 어느 정도 반영할 수 있는지 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

1998년 3월부터 1999년 8월까지 뇌종양이 의심되어 관류자기공명영상을 시행한 환자 중 조직병리와 임상적으로 확진된 원발성 또는 전이성 뇌종양환자 23명을 대상으로 하였다. 연령 분포는 7세에서 73세(평균 50세)였으며 남자가 17명 여자가 6명이었다. 각각 뇌교종이 9예, 전이암이 6예, 수막종이 5예, 신경초종이 2예, 혈관아세포종이 1예였다. 뇌교종은 교모세포종이 4예, 성상세포종이 3예, 역형성 성상세포종이 1예, 그리고 악성 핍지교종이 1예였으며 수막종은 전형적인 양성수막종이 4예, 비전형적 수막종이 1예였다. 전이암은 5예가 폐암, 1예가 대장암의 전이였다. 뇌종양환자 23명중 20예에서 수술(17예)과 조직검사(3예)를 시행하여 조직병리로 확진하였고, 1예의 교모세포종과 2예의 전이암 환자는 전형적인 방사선소견으로 진단하였다.

자기공명영상은 1.5 tesla 초전도형 MR기기(Signa Horizon Echospeed, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, U.S.A.)와 bird cage형의 표준 두부코일(head coil)을 이용하여 고식적인 횡단면 또는 시상면 T1-강조영상(TR/TE = 500ms/8ms)과 T2-강조영상(TR/TE = 3500ms/100ms)을 5mm 절편두께, 256×192 matrix, 22cm field-of-view(FOV)로 얻은 다음, gadopentetate dimeglumine (Magnevist; Schering, Berlin, Germany; 이하 Gd-DTPA)으로 조영증강한 직후 횡단면과 시상면 T1-강조영상을 얻었다. 관류자기공명영상은 경사에코영상기법을 이용하였으며, 이때 사용된 변수로는 TR/TE/flip angle = 2000 ms/ 60 ms/90°, 5 mm 절편두께, 128×128 matrix, 24 cm FOV을 이용하였고 Gd-DTPA 0.2 mmol/kg를 자가주입기(power-injector)로 급속주입(2cc/sec)한 후 대상환자로부터 종양을 가장 많이 포함하는 4개의 단면에서 각 단면 당 60개 영상, 즉 총 240개의 영상을 얻었으며 스캔시간은 120초 이내였다.

일련의 관류자기공명영상을 Advantage Windows Workstation(AW 2.0; GE Medical systems, Milwaukee, U.S.A.)으로 전송한 후 FuncTool 프로그램(GE Medical systems, Milwaukee, U.S.A.)을 이용하여 병변과 반대편 정상부위의 백질에서 대칭되는 관심구역(Region of interest: ROI)의 신호강도를 측정하였고 적정한 조영증강정도를 평가하기 위해 정상 뇌조직에서 회백질과 백질의 rCBV비를 구하였다. ROI는 고식적인 자기공명영상을 바탕으로 병변의 고형성부위에서 3회 이상 측정하였으며 출혈, 석회화부위, 또는 정상적인 큰 혈관은 제외하였고 낭성부위나 괴사부위는 별도로 측정하였다.

조영제가 대뇌 국소 부위에 들어간 뒤 1차 통과되어 일어나는 신호강도의 변화를 측정하여 시간에 따라 그래프로 나타낸 후, 병변의 신호강도의 소실정도를 측정하여 반대편 정상부위 백질의 신호강도소실로 나누어 상대적 뇌혈류량(relative cerebral blood volume: rCBV)을 구한 다음 2차원 영상의 상대적 뇌혈류량지도(relative cerebral blood volume map: rCBV map)를 완성하였다. 식[1]에서 식[3]는 관류자기공명영상 자료를 이용하여 rCBV map을 만드는 원리를 설명하는 수식이다. 즉, 식[1]에서 보는 바와 같이, 조영제 주입후 일정시간 t에서의 신호강도(St)는 조영제 주입전의 초기 신호강도(So)와 에코시간(TE) 및 T2*값으로 이루어진 지수함수로 표현되며 수식변환을 하여 이완율(relaxivity, R2*)을 구하면 시간-이완율 곡선으로 변환할 수 있고(식[2]), 따라서 이를 적분하면 식[3]에서와 같이 각 pixel당 상대적 뇌혈류량을 구할 수 있다.

$$St = So\, e^{-TE/T2^*} \quad [1]$$

$$1/T2^* = R2^* = -\ln(St/So)/TE \quad [2]$$

$$rCBV = \int R2^* dt \quad [3]$$

이러한 후처리과정을 통해 뇌종양환자 23명을 대상으로 하여 뇌혈류량을 구한 후 정상조직과 뇌종양의 상대적 뇌혈류량지도를 구하였다.

결 과

관류자기공명영상을 시행한 뇌종양환자 23명을 대상으로 하여 각각의 진단명과 병변의 상대적 뇌혈류량의 범위 그리고 정상부위의 회백질과 백질의 rCBV비를 구하였고(Table 1), 종양의 종류를 7가지로 분류하여 상대적 뇌혈류량의 범위와 평균값±표준편차를 계산하였으며(Table 2) 그 결과를 종합하여 Fig. 1에 box plot으로 나타내었다.

관류자기공명영상에서 종양부위의 최대 신호소실정도의 비는 고등급 교종(n = 6)이 0.40-5.64 (mean±SD = 2.91±0.95), 저등급 교종(n = 3)이 0.77-1.66 (mean±SD = 1.15±0.28)였고 전이암(n = 6)이 0.77-6.50 (mean±SD = 2.65±1.78), 전형적인 양성수막종(n=4)이 2.06-4.90 (mean±SD = 3.59±0.84), 비전형적인 수막종(n = 1)이 0.46-1.18 (mean±SD = 0.72±0.25), 신경초종(n = 2)이 1.45-3.85 (mean±SD = 2.56±0.92), 혈관아세포종(n = 1)에서 벽재성 결절이 6.16-8.35 (mean±SD = 7.02±1.12)을 각각 나타내었다.

뇌교종에서는 고등급 교종이 저등급 교종에 비해 약 153% 정도 뇌혈류량이 높게 나타났으며 고등급 교종의 경우 종양 내부에 T2*신호감소가 전혀 관찰되지 않아 낮은 값을 나타

낸 괴사 부분에서부터 매우 높은 값을 나타내는 조영증강되는 고형성 부분까지 상대적 뇌혈류량의 범위와 수치가 높았다 (Fig. 2, 3). 전이암도 내부의 괴사정도에 따라 매우 비균일하게 다양한 상대적뇌혈류량의 범위와 수치를 나타내었다. 전형적인 양성수막종은 비교적 균일하게 높은 혈류량을 보였으나 내부에 낭성변화와 괴사를 보인 부분이 많았던 1명의 비전형적 수막종 환자에서는 낮은 혈류량을 나타내었다 (Fig. 4). 신경초종은 서로 매우 다른 값을 나타내었는데 내부에 낭성변화가 많았던 1예는 낮은 혈류량을 나타내었지만 조영증강되는 고형성 부위가 많았던 1예는 높은 혈류량을 나타냈다. 혈관아세포종의 낭종부위에서는 신호감소가 관찰되지 않았고 조영증강이 잘 되는 벽재성 결절에서는 매우 높은 과혈관성을 보였다 (Fig. 5).

Table 1. Summary of 23 Patients with Brain Tumors

Patient No.	Diagnosis	Range of rCBV	Ratio of GM/WM**
1	LG* astrocytoma	0.87 - 1.66	2.51
2	LG* astrocytoma	0.86 - 1.24	2.70
3	LG* astrocytoma	0.77 - 1.60	2.59
4	anaplastic astrocytoma	1.18 - 2.59	2.40
5	malignant oligodendroglioma	2.21 - 4.34	2.73
6	glioblastoma	0.40 - 4.85	2.20
7	glioblastoma	1.20 - 5.64	1.70
8	glioblastoma	0.60 - 3.00	2.30
9	glioblastoma	1.40 - 2.90	1.60
10	meningioma	2.90 - 4.60	2.50
11	meningioma	2.06 - 4.10	2.30
12	meningioma	1.80 - 4.30	2.30
13	meningioma	2.60 - 4.50	2.90
14	atypical meningioma	0.46 - 1.18	1.70
15	neurilemmoma	0.70 - 1.57	2.47
16	neurilemmoma	0.43 - 3.85	2.05
17	hemangioblastoma	0.70 - 8.35	2.40
18	metastasis	0.40 - 2.50	2.30
19	metastasis	0.25 - 3.30	2.36
20	metastasis	0.19 - 2.12	2.70
21	metastasis	1.47 - 3.54	2.50
22	metastasis	0.56 - 1.53	2.10
23	metastasis	0.40 - 6.50	2.20

* LG = low grade
** GM/WM = rCBV of Gray Matter/White Matter

Table 2. Ranges and Means of Relative Cerebral Blood Volumes in Various Tumor Groups

Tumor	Range of rCBV	Mean±SD*
High grade glioma (n = 6)	0.40 - 5.64	2.91±0.95
Low grade astrocytoma(n = 3)	0.77 - 1.66	1.15±0.28
Metastasis (n = 6)	0.77 - 6.50	2.65±1.78
Meningioma (n = 4)	2.06 - 4.90	3.59±0.84
Atypical meningioma (n = 1)	0.46 - 1.18	0.72±0.25
Neurilemmoma (n = 2)	1.45 - 3.85	2.56±0.92
Hemangioblastoma (n = 1)	6.16 - 8.35	7.02±1.12

* SD = standard deviation

고 찰

최근들어 자기공명영상의 기술적 발전과 함께 고속 영상 기법의 등장으로 뇌조직의 혈역학적 상태를 알 수 있는 관류자기공명영상이 가능하게 되었으며, 이러한 대뇌 혈액량에 대한 분석이 많은 문헌을 통해 보고되고 있다 (7 - 12). 관류자기공명영상은 gadolinium과 같은 조영제를 사용하는 first - pass 기법과 조영제의 사용없이 자화전이(magnetization transfer)나 180 °반전 펄스를 이용하는 spin - tagging 기법이 있는데 이 중 조영제를 사용하여 국소 부위를 지나는 조영제의 농도 변화를 계측하고 이를 바탕으로 하여 혈액량을 알아내는 방법이 가장 많이 사용되고 있다 (9 - 10). 일반적으로 gadolinium은 조직의 T1 및 T2 이완시간을 단축시켜 T1 강조영상에서는 신호를 증가시키고 T2 강조영상에서는 신호를 감소시킨다. 그러나 뇌조직에는 혈액뇌장벽(blood brain barrier: BBB)이 있어 병변에 의한 BBB 파괴가 없는 한 조영제가 혈관 내에서 뇌조직으로 빠져 나갈 수 없기 때문에 조영제가 조직내의 양성자와 가깝게 접근할 수 없으므로 T1 이완시간 단축에 의한 조직의 T1 신호증가는 관찰하기 어렵다. 반면 혈관내 높은 농도의 조영제에 의해 혈관과 주위조직 사이에서 발생하는 국소자장의 비균질성(local magnetic field inhomogeneity)은 양성자의 T2*이완을 촉진시켜 혈관내 혈액뿐만 아니라 주위 조직의 신호도 감소시킨다. 따라서 혈관내의 조영제 농도가 높을수록 국소 자장의 비균질성은 커져 조직의 T2*신호는 더욱 감소하게 되며 이러한 자화율(mag -

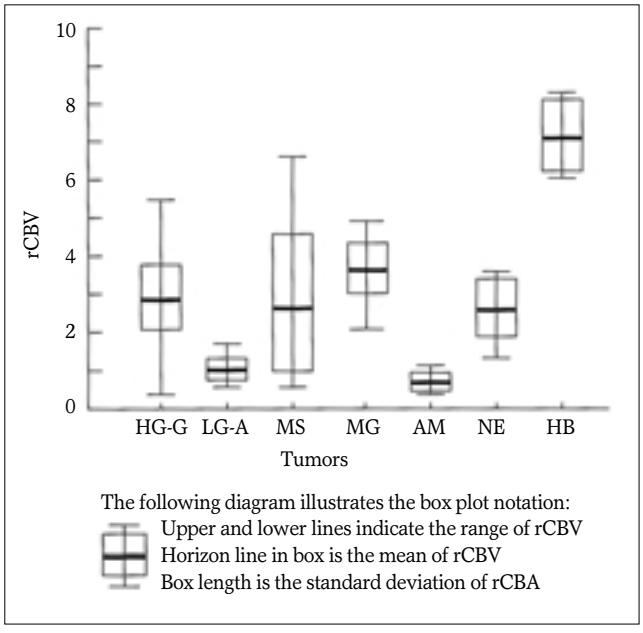

Fig. 1. Box plot demonstrating the ranges and means of relative cerebral blood volumes(rCBV) corresponding to the various tumors: HG-G, high-grade glioma; LG-A, low-grade astrocytoma; MS, metastasis; MG, benign meningioma; AM, atypical meningioma; NE, neurilemmoma; and HB, hemangioblastoma.

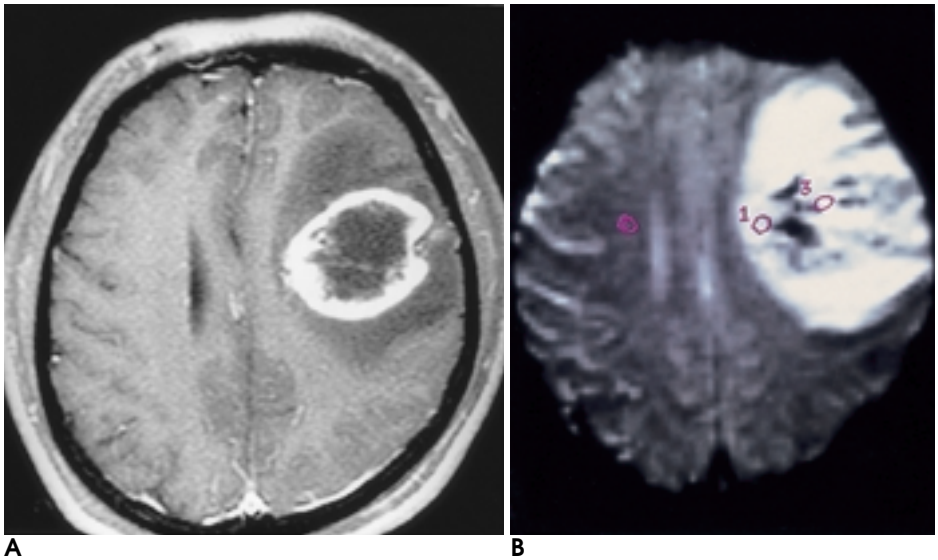

Fig. 2. Forty-seven year-old man with glioblastoma.
A. Gd-enhanced axial T1-weighted image shows ring-like enhancing mass in left frontoparietal lobe.
B. Perfusion MR image shows heterogeneous high signal intensity mass in left frontoparietal lobe, where three ROIs were defined on a solid portion of the tumor(number 1), and its contralateral normal white matter(number 2), and a necrotic portion of the tumor(number 3), respectively.
C. The time-signal intensity curves after intravenous bolus injection of Gd-DTPA shows markedly decrease in signal intensity during first-pass cerebral circulation of Gd-DTPA on the solid portion of the tumor(number 1), less decrease on the normal white matter(number 2), and least decrease on the necrotic portion of the tumor(number 3).
D. The solid portion of tumor shows relatively high cerebral blood volumes on the rCBV map as compare to those of others.

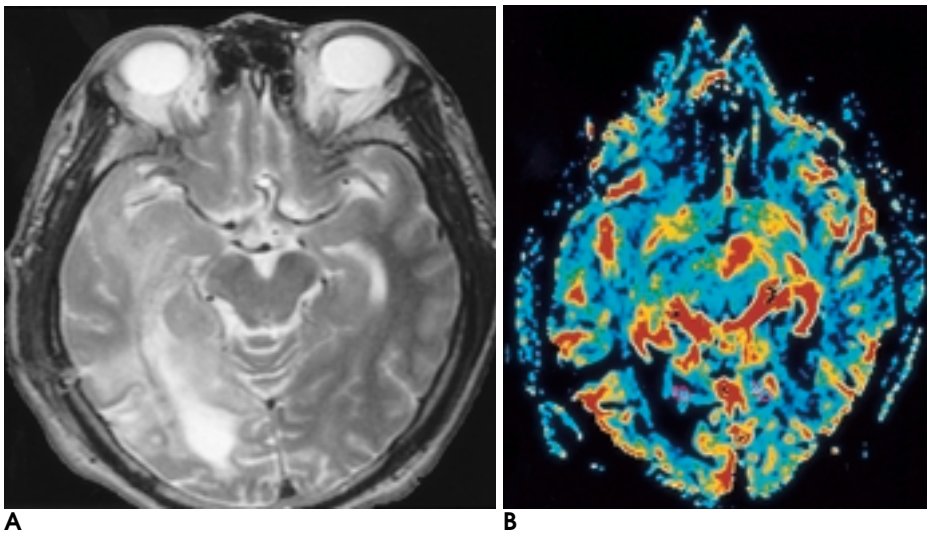

Fig. 3. Fifty-seven year-old man with low grade astrocytoma.
A. Axial T2 weighted image shows ill-defined high signal intensity mass in right temporooccipital lobe.
B. The rCBV map of low grade astrocytoma shows no significant increased cerebral blood volume of the lesion.

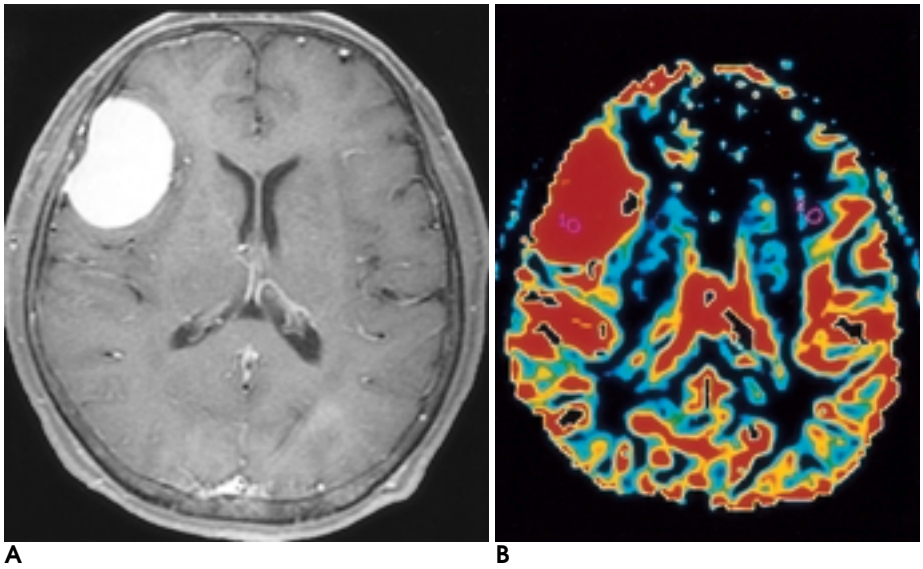

Fig. 4. Sixty-six year-old woman with meningioma.
A. Gd-enhanced axial T1 weighted image shows homogeneously enhanced mass in right frontal lobe.
B. High cerebral blood volume of the tumor(number 1) is shown on the rCBV map.

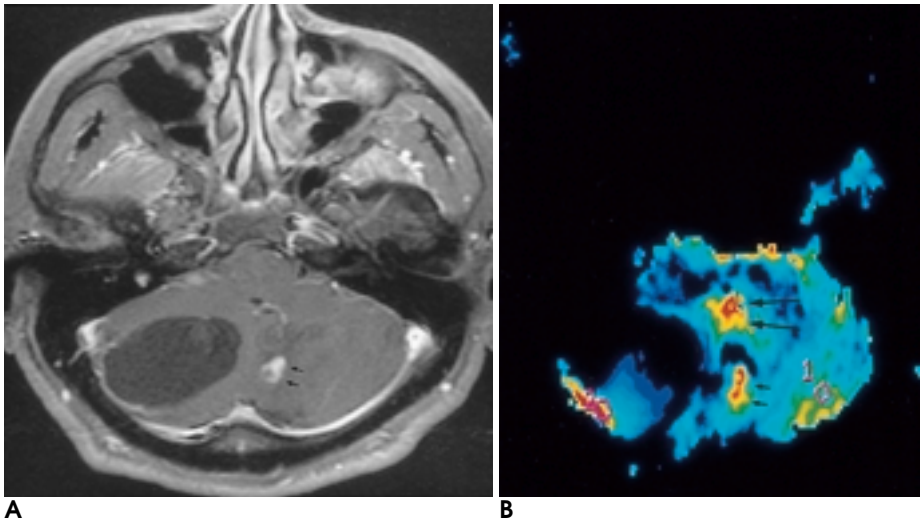

Fig. 5. Forty-nine year-old man with multiple hemangioblastomas. He had multiple hemangioblastomas in the right cerebellum, mid portion of cerebellum, and right temporal lobe.
A. Gd-enhanced axial T1 weighted image shows one low attenuated nonenhancing cystic mass in right cerebellum. Note the posterolateral wall of cystic mass is strongly enhanced. The enhancing mural nodule is not seen on this figure. The enhancing mass(short arrows) in mid-cerebellum was confirmed another hemangioblastoma.
B. High cerebral blood volume of the mural nodule of hemangioblastoma (number 2) shown on the rCBV map. The high cerebral blood volume of pontine area(long arrows) is artifact. Another high cerebral blood volume of region just behind the 4th ventricle(short arrows) is another hemangioblastoma in mid-portion of cerebellum.

netic susceptibility)에 의한 신호감소는 뇌조직의 혈류량에 비례하게 되므로 이를 이용하여 혈역학적 변화에 대한 정보를 얻을 수 있다 (5 - 9). 고식적 자기공명영상과 관류자기공명영상의 가장 큰 차이점은 상자성 조영제의 어떤 성질을 이용하느냐에 따라 달라진다. 즉, 고식적 자기공명영상은 손상된 혈뇌 장벽을 통해 혈관 내에서 조직으로 빠져나간 뒤 그 부위에 고정되어 있는 상자성 조영제에 의해 국소적 T1값의 감소가 일어나는 것으로서 허혈, 신생물등에 의해 이미 손상되어 세포가 형태학적 변화를 가져온 것을 감지해 낼 수 있는 방법이다. 반면, 관류자기공명영상은 상자성 조영제가 지나면서 일으키는 T2*값의 감소를 알아내어 대뇌 세포에 형태학적 이상이 오지 않더라도 혈역학적 변화를 측정할 수 있는 수기이다. 관류자기공명영상을 얻기 위해서는 EPI기법을 주로 사용하는데, 그 이유는 기타 고속영상기법과 비교하여 측면 해상력이 좋고 다단면 영상이 가능하여 고속으로 촬영하면서 신호대 잡음비를 높게 유지시켜 줄 수 있기 때문에 정확한 시간 - 농도 곡선을 구현할 수 있기 때문이다 (9 - 12).

종양에 대한 다양한 연구결과를 종합해보면 종양의 악성도의 증가는 혈관성의 증가와 밀접한 관계가 있다는 사실을 알 수 있다 (13 - 15). 특히 고등급의 뇌교종은 높은 혈관성을 나타내며 종양혈관을 이루는 내피세포의 증식을 포함한 미세혈관의 증가는 조직학적 등급을 나누는 한 지표로 사용할 수 있다고 보고하고 있다 (13 - 15). 여러해 동안 조영증강 혈관조영술이 종양의 신생혈관을 증명하는데 사용되어 왔으나 실제 모세혈관의 차원에서는 공간해상력의 부족으로 양적인 분석이 불가능하였다. 반면 관류자기공명영상을 이용한 rCBV map을 사용할 경우, 미세혈관을 알아내는데 매우 민감하기 때문에 모세혈관 정도에서도 신생혈관을 발견하고 또한 상대

적 뇌혈류량을 알 수 있다는 장점을 지니고 있다 (16 - 18).

지금까지 뇌종양, 특히 뇌교종에서 관류자기공명영상을 이용한 혈액량 분포에 관한 연구에 의하면 저등급의 교종은 균일하게 낮은 혈류량을 나타낸 반면, 고등급의 교종은 불균일한 높은 혈류량을 나타낸다고 보고하였다 (16 - 20). 이 연구에서도 저등급의 뇌교종은 0.77 - 1.66 (mean±SD = 1.15± 0.28)의 범위에서 균일하게 낮은 혈관성을 나타낸 반면, 고등급의 뇌교종은 0.40 - 5.64 (mean±SD = 2.91±0.95)의 넓은 범위에 걸쳐 높게 나타났다. 이러한 고등급의 뇌교종은 내부에 괴사나 낭성부위를 포함할 뿐만 아니라 혈류공급을 많이 받는 고형성 부위를 모두 포함하고 있기 때문에 보다 넓은 범위에 걸쳐 나타난 것으로 생각된다. 또한 고등급의 교종이 저등급에 비해 높은 혈관성을 나타낸 것은 악성종양의 과혈관성을 잘 반영한 것으로써 이러한 사실로 미루어 보아 뇌종양의 악성도가 신생혈관의 분포와 밀접한 관계가 있다고 생각된다. 그리고 전이암도 고등급의 교종과 비슷하게 내부 괴사부분의 양에 따라 혈관성이 다양하고 넓은 범위에서 비교적 높게 나타나서 악성종양의 과혈관성과 불균일성을 나타낸 것으로 생각된다. 전형적인 양성수막종이 비교적 균일하게 높은 수치를 보였는데 이것은 경막동맥(meningeal artery)과 대뇌동맥의 연막분지(pial branch of cerebral artery)에 의한 이중의 혈관공급을 받는 과혈관성 종양임을 잘 반영한다. 그러나 1예의 비전형적 수막종에서는 낮은 수치를 나타내어 내부에 낭종성 변화가 많이 있음을 알 수 있었으며 이는 조직병리의 소견과 잘 부합되는 것으로 생각된다. 1예의 혈관아세포종의 낭종성 부분에서는 낮은 혈관성을, 그리고 벽재성 결절(mural nodule)에서는 가장 높은 과혈관성(6.16 - 8.35, mean±SD = 7.02±1.12)을 나타내었으며 이것은 Maeda 등 (16)의 연구에서와 같은 결과를 보여준다. 비록 1예이긴 하지만 감별이 필요한 소뇌의 저등급 교종과의 감별에서 도움이 될 것으로 생각된다. 신경초종은 2예가 서로 다양하게 나타났는데 이는 종양의 고형성부위와 내부의 낭성부위가 차지하는 비율에 따라 다르게 나타날 수 있을 것으로 유추해석된다.

비록 이 연구에서는 뇌종양의 종류별로 충분히 많은 예를 대상으로 연구하지 않았다는 제한점을 안고 있으나 관류자기공명영상을 이용한 뇌혈류량 측정이 뇌종양의 혈관성의 평가에 매우 유용하게 이용될 수 있다는 사실을 입증했으며 이러한 뇌혈류량 측정을 통하여 종양의 과혈관성에 의한 악성도를 반영할 수 있을 뿐만 아니라 나아가서는 뇌종양의 치료에 대한 반응정도를 예측할 수 있고 또한 혈관성을 바탕으로 재발종양과 방사선 괴사 등의 감별진단에도 도움이 될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. Kahn D, Follett KA, Bushnell DL, et al. Diagnosis of recurrent brain tumor: value of 201Tl SPECT vs 18F-fluorodeoxyglucose PET. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:1459-1465
2. Heiss WD, Herholz K, Bocher-Schwarz HG, et al. PET, CT and MR imaging in cerebrovascular disease. *J Comput Assist Tomogr* 1986;10:903-911
3. Knapp WH, Von KR, Kubler W. Imaging of cerebral blood flow-to-volume distribution using SPECT. *J Nucl Med* 1986;27:465-470
4. Jezzard P. Advances in perfusion MR imaging. *Radiology* 1998;208: 296-299
5. Belliveau JW, Rosen BR, Kantor HL, et al. Fuctional cerebral imaging by susceptibility-contrast NMR. *Magn Reson Med* 1990;14:538-546
6. Kucharczyk J, Vexler ZS, Roberts TP, et al. Echo-planar perfusion-sensitive MR imaging of acute cerebral ischemia. *Radiology* 1993; 188:711-717
7. Tzika AA, Massoth RJ, Ball WS, et al. Cerebral perfusion in children: detection with dynamic contrast-enhanced T2*-weighted MR images. *Radiology* 1993;187:449-458
8. Edelman RR, Mattle HP, Atkinson DJ, et al. Cerebral blood flow:assessment with dynamic contrast enhanced T2*-weighted MR imaging at 1.5T. *Radiology* 1990;176:211-220
9. Bihan DL. Theoretical principles of perfusion imaging: application to magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1992;27:suppl. 6-11
10. Rosen BR, Belliveau JW, Aronen HJ, et al. Susceptability contrast imaging of cerebral blood volume:human experience. *Magn Reson Med* 1991;22:293-299
11. 이승구, 김동익, 정은기, 등. 조영증강 경사에코 Echo Planar Imaging을 이용한 대뇌 혈액량 및 상대적 관류도 영상. *대한방사선의학회지* 1998;39:249-255
12. 이경훈, 김재형, 김영미, 등. 급성 뇌경색의 혈역학적 평가에 있어서 역동적조영증강 T2*-강조 자기공명영상의 유용성. *대한방사선의학회지* 1996;35:167-172
13. Brem S, Cotran R, Folkman J. Tumor angiogenesis: a quantitative method for histologic grading. *J Natl Cancer Inst* 1972; 48:347-356
14. Weidner N, Semple JP, Welch WR, Filkman J. Tumor angiogenesis and metastasis- correlation in invasive breast carcinoma. *N Engl J Med* 1991;324:1-8
15. Macchiarini P, Fontanini G, Hardin MJ, et al. Relation of neo vascularisation to metastasis of non-small-cell lung cancer. *Lancet* 1992; 340;145-146
16. Maeda M, Itoh S, Kimura H, et al. Tumor vascularity in the brain: evaluation with dynamic susceptability- contrast MR imaging. *Radiology* 1993;189:233-238
17. Aronen HJ, Gazit IE, Louis DN, et al. Cerebral blood volume maps of gilomas: comparison with tumor grade and histologic findings. *Radiology* 1994;191:41-51
18. Aronen HJ, Glass J, Pardo FS, et al. Echo-planar MR cerebral blood volume mapping of gliomas: Clinical utility. *Acta Radiol* 1995;36: 520-528
19. Siegal T, Rubinstein R, Tzuk-Shina T, Gomori JM. Utility of relative cerebral blood volume mapping derived from perfusion magnetic resonance imaging in the routine follow up of brain tumors. *J Neurosurg* 1997;86:22-27
20. Wenz F, Rempp K, Hess T, et al. Effect of radiation on blood volume in low-grade astrocytomas and normal brain tissue: quantification with dynamic susceptibility contrast MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1996;166:187-193

대한방사선의학회지 2000;43:265 - 271

J Korean Radiol Soc 2000;43:265 - 271

The Usefulness of Perfusion MR Imaging in Patients with Brain Tumors

Young-Min Cho, M.D., Eun Hye Ko, M.D., Gwang Woo Jeong, Ph.D., Jeong Jin Seo, M.D., Yun Hyeon Kim, M.D., Young Yeon Jeong, M.D., Tae-Woong Chung, M.D., Jae Kye Kim, M.D., Jin Gyoon Park, M.D., Heoung Keun Kang, M.D.

[1]*Department of Radiology, Research Institute of Radiological Medical Imaging Chonnam University Medical School*

Purpose: To determine the usefulness of perfusion weighted MR imaging in the assessment of relative cerebral blood volume(rCBV) in brain tumors.

Materials and Methods: Twenty-three patients with primary or metastatic brain tumors [nine gliomas (6 high grade and 3 low), six metastatic tumors, five meningiomas (4 benign and 1 atypical), two neurilemmomas and one hemangioblastoma] underwent perfusion-weighted and conventional MR imaging. A total of 240 perfusion MR images were obtained from four axial slices after rapid injection of contrast media using a gradient echo planar imaging pulse sequence, and this was followed by postprocessing of these images to give CBV maps. In order to calculate the rCBV of tumor to normal white matter, ROIs were defined on the CBV map of a tumor and its contralateral normal white matter.

Results: The rCBV ratio of tumors to contralateral normal side was as follows: high-grade glioma, 0.40 - 5.64 (mean ± SD = 2.91 ± 0.95); low grade astrocytoma, 0.77 - 1.66 (mean ± SD = 1.15 ± 0.28); benign meningioma, 2.06 - 4.90 (mean ± SD = 3.59 ± 0.84); atypical meningioma, 0.46 - 1.18 (mean ± SD = 0.72 ± 0.25); neurilemmoma, 1.45 - 3.85 (mean ± SD = 2.56 ± 0.92); and hemangioblastoma, 6.16 - 8.35 (mean ± SD = 7.02 ± 1.12). High grade gliomas were more hypervascular than low grade astrocytomas, and showed a variable range of relative cerebral blood volume. In metaststic cancer, CBV maps showed a relatively high and variable blood volume. Benign meningiomas exhibited high relative cerebral blood volume, while in the atypical meningioma with cystic degeneration, this volume was low. In neurilemmomas, a variable range of relative cerebral blood volume, was noted, while in the mural nodule of the hemangioblastoma, this volume was the highest.

Conclusion: Perfusion-weighted MRI indicated the rCBV of various brain tumor lesions, and this suggests that the modality can provide a very useful means of assessing brain tumor vascularity.

Index words : Magnetic Resonance(MR), perfusion study
Brain neoplasms
Brain neoplasms, MR
Brain neoplasms, diagnosis

Address reprint requests to : Jeong Jin Seo, M.D., Department of Radiology, Chonnam University Medical School
8 Hak-dong, Dong-ku, Kwangju, 501-757, Korea.
Tel. 82-62-220-5751-3 Fax. 82-62-226-4380

2000년도 대한방사선의학회 중요행사 일정

대 회 명	일 정		장 소
	내 용	일 정	
한일학회 및 전문의 연수교육	제11차 한일학회 및 제22차 전문의연수교육	00. 6. 9(금) - 10(토)	제주KAL호텔
	초록마감 사전등록마감 의료기기 전시 신청마감	00. 3. 31(금) 00. 4. 29(토) 00. 4. 29(토)	학회 사무국
장학생 선발 공모	2001년도 Scholarship 신청 마감	00. 7. 31(월)	국제협력위원회
	2001년도 Fellowship 신청 마감	00. 7. 31(월)	국제협력위원회
2001년도 학술일정 제출 마감	지회, 연구회 2001년도 학술일정 제출 마감	00. 9. 30(토)	학회 사무국
제56차 학술대회 및 총회	제56차 학술대회 및 총회	00. 10. 26(목) - 10. 28(토)	호텔롯데월드
	초록마감 의료기기 전시참가 신청마감 사전등록마감	00. 7. 31(월) 00. 7. 31(월) 00. 9. 15(금)	학회 사무국
대한자기공명의과학회 추계학술대회	대한자기공명의과학회 추계학술대회	00. 11. 4(토)	미정
86th RSNA	86th RSNA(북미방사선의학회)	00. 11. 26(일) - 12. 1(금)	Chicago, USA
Imaging Conference	흉부 방사선과학	00. 1. 19(수) 18:00 -	삼성의료원 대강당(예정)
	소화기 방사선과학	00. 2. 16(수) 〃	〃
	신경 방사선과학	00. 3. 15(수) 〃	〃
	근, 골격 방사선과학	00. 4. 19(수) 〃	〃
	중재적 방사선과학	00. 5. 17(수) 〃	〃
	소아 방사선과학	00. 6. 21(수) 〃	〃
	비뇨생식기 방사선과학	00. 7. 19(수) 〃	〃
	심장 방사선과학	00. 8. 23(수) 〃	〃
	유방 방사선과학	00. 9. 20(수) 〃	〃
	흉부 방사선과학	00. 10. 18(수) 〃	〃
	소화기 방사선과학	00. 11. 15(수) 〃	〃
	신경 방사선과학	00. 12. 20(수) 〃	〃