

# 뇌종양의 관류 자기공명영상: 예비보고\*

김홍대<sup>1</sup>, 장기현<sup>1</sup>, 송인찬<sup>1</sup>, 성수옥<sup>1</sup>, 김인원<sup>1</sup>, 한문희<sup>1</sup>, 연경모<sup>1</sup>, 한만청<sup>1</sup>

**목 적 :** 뇌종양에서 자기공명 뇌혈류량지도(MR cerebral blood volume map)의 유용성을 평가하고자 하였다.

**대상 및 방법 :** 15예의 두개강내 종괴(다형성 교모세포종 2예, 저등급 교종 3예, 뇌농양 2예, 뇌수막종 3예, 신경세포종 1예, 임파종 1예, 배아종 1예, 방사선괴사 1예, 전이암 1예)에서 관류MR영상을 수술전에 시행하였다. 환자의 평균연령은 42세였고(22-68세), 남자 10명, 여자 5명이었다. MR영상기기는 1.5T unit (Signa, GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin)를 사용하였다. 조영제 주입후 조영제의 일차 통과시 나타나는 자화율(susceptibility)의 차이에 기초를 둔 국소 뇌혈류량 지도(Cerebral Blood Volume map)을 얻었다. (조영제는 최초의 MR 촬영시작후 10초부터 시작하여, 총량 15cc의 Gadopentate dimeglumine(Magnevist)를 약 2ml/sec의 속도로 손으로 주입하였다). 각 환자마다 16초동안 6 slice에서 slice당 80 image씩 총 480 image를 얻었으며 interleaved single shot gradient EPI기법을 사용하였다. 영상변수는 TR 2000ms, TE 50ms, FOV 240×240mm, matrix size 128×128, slice thickness / gap 5 / 2.5mm, flip angle 90°으로 하였다. 얻은 영상데이터는 GE workstation으로 전송한 후, 자체적으로 개발한 software에 의해 각 voxel마다 시간경과에 따른 신호크기의 로그 변화곡선( $\Delta R2^* = -\ln(S/S_0) / TE$ )의 적분값을 구하여 국소뇌혈류량(rCBV)영상을 구성하였다. 이의 시각적 해석을 용이하게 하기 위해 정상 뇌백질의 관류정도를 기준으로 하여 상대적인 RGB 색수치로 변환하여, color rCBV map을 얻었다. 관류의 정도와 조영증강정도를 중심으로 관류 MR 영상소견과 조직학적 소견을 관련지어 분석하였다.

**결 과 :** 조영증강 T1강조MR영상에서 환상조영증강을 보이는 다형성 교모세포종 2예에서는 변연부 외륜이 고관류를, 중심부의 괴사부위는 저관류로 나타났다. 저등급 교종은 경계가 불분명한 저관류부위로 보였다. 뇌농양 2예는 변연부 외륜이 정도의 고관류를, 중심부는 저관류로 나타났다. 뇌수막종은 미만성의 균일한 중등도 혹은 고도의 고관류로 보였으며, 임파종과 배아종은 경계가 명확한 저관류부위로 나타났다. 신경세포종은 종괴의 일부에 중등도 혹은 고도의 고관류부위가 관찰되었고, 전이암은 다수병변중 일부에서 중등도의 고관류를 보였다. 방사선괴사는 저관류부위내에 국소적 고관류부위를 보였다.

**결 론 :** 관류MR영상은 뇌종양의 관류상태를 비교적 잘 반영하며, 조직학적 특성을 예측하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 뇌종양에서의 관류MR영상의 분명한 역할을 규명하기 위해서는 앞으로 더 많은 임상적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 서 론

뇌종양의 진단을 위해서 현재 일반적인 자기공명(MR) 영

상, 즉 T1, T2 강조영상과 조영증강 T1 강조영상을 통상적으로 시행하고 있다. 하지만 침습적인 방법을 사용하지 않고 통상적인 자기공명영상만으로는 조직진단에 대한 충분한 특이도와 중

대한자기공명과학회지 1:119-124(1997)

<sup>1</sup> 서울대학교 의과대학 방사선과학교실 및 방사선의학연구소

\* 이 논문은 보건 복지부 G7 의료공학 기술개발 연구비(HMP-95-G-1-03)의 보조로 이루어졌음

통신저자: 장기현 서울 종로구 연건동 28 서울대학교 의과대학 방사선과

Tel. 82-2-760-2516 Fax. 82-2-743-6385

양의 범위에 대한 충분한 민감도를 얻을 수 없는 경우가 많다. 장 등(1)의 보고에 의하면 통상적인 MR영상에 의한 악성도 등급 판정 정확도는 저등급과 고등급의 2단계로 구분하였을 때 76%~77%이다. 뇌종양에 있어서 자기공명영상의 특이도와 민감도를 높이기 위한 새로운 MR sequence들이 개발되고 있으며(2-5), PET와 같은 자기공명영상 이외의 방법도 연구되고 있다.

종양의 조직학적 진단에 있어 종양의 내부에 병적인 신생혈관형성의 유무는 종양의 등급판정에 중요한 소견이 된다. 현재 이를 평가하기 위한 혈관조영술은 2차원적인 영상이며 해상도가 낮아 어느 정도 크기 이상의 혈관만을 볼 수 있으므로 종양의 혈관성(tumor vascularity)의 양적 평가에 부적합하고 침습적이라는 단점이 있다. 최근의 echo-planar imaging(EPI)과 기능적 자기공명영상기법의 발달로 뇌 실질내의 미세혈관순환을 MR영상으로 측정하는 것이 가능하게 되었다. 뇌관류를 평가하는 하나의 MR 관류지표인 뇌혈류량 지도(CBV map)는 뇌종양에서 신생혈관형성의 발견과 양적측정을 가능하게 하였다(6). 저자들은 뇌혈류량 지도가 통상적인 자기공명영상에 제공하는 정보 외에 다른 유용한 소견을 주는지의 여부와 다양한 뇌종양에서 뇌혈류량 지도의 소견이 각각 어떠한가를 파악하기 위하여 EPI 기법과 독자적으로 개발한 postprocessing software을 사용하여 뇌종양 환자군에서 자기공명 뇌혈류량 지도를 얻어 그 임상적 유용성을 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

두개강내 종괴로 수술전 MR촬영을 한 15명의 환자들을 대상으로 하였다. 관류MR영상을 수술전에 시행하고 수술에 의해 조직을 얻은 후 관류 MR 영상소견과 Gd 조영증강 T1 강조영상을 조직학적 진단별로 비교분석하였다. 종양의 최종진단은 다형성 교모세포종 2예, 저등급 교종 3예, 뇌농양 2예, 뇌수막종 3예, 신경세포종 1예, 임파종 1예, 배아종 1예, 방사선괴사 1예, 전이암 1예였다. 환자의 평균연령은 42세(22-68세)였고, 남자 10명, 여자 5명이었다. MR영상기기는 1.5T unit (Signa, GE Medical Systems, Milwaukee, Wis)를 사용하였고 원 데이터

(raw data) 처리와 뇌혈류량 지도의 재구성에는 GE workstation과 자체개발한 소프트웨어를 사용하였다. 전촬영(pre-scan)에서 병변의 위치와 그에 따른 slice level을 정한 후, 각 voxel당 신호강도의 변화기준을 정하기 위한 기준선(Baseline) 촬영을 시행하였다. 원 데이터 획득을 위한 촬영개시후 10초 경과시 gadopentetate dimeglumine(Magnevist)을 bolus로 정맥주입한 후 조영제의 뇌실질 일차통과중 MR 뇌혈류량 지도를 얻기 위한 일련의 원 데이터 영상들을 얻었다. 조영제의 양과 주입속도는 총량 15cc를 약 2ml/sec의 속도로 손으로 주입하였다. 원 데이터 영상은 interleaved single shot gradient EPI기법을 사용하여 각 환자마다 160초동안 6 slice에서 slice 당 80 image씩 총 480 image의 축상영상을 얻었으며 영상변수는 TR 2000ms, TE 50ms, FOV 240×240mm, matrix size 128×128, slice thickness/gap 5/2.5mm, flip angle 90°로 하였다. 이렇게 얻은 원 데이터를 GE workstation으로 전송한 후, 각 voxel마다 시간경과에 따른 신호크기의 로그 변화곡선( $\Delta R2^* = -\ln(S/S_0)/TE$ )의 적분값을 구하여 상대적인 국소 뇌혈류량(rCBV) 영상을 구성하였다(Fig. 1). 이의 시각적 해석을 용이하게 하기 위해 정상 뇌백질의 관류정도를 기준으로 하여 상대적인 RGB 색수치로 변환하여, color rCBV map을 얻었다.

한 환자당 얻어진 6 slice의 국소 뇌혈류량 지도를 일반 자기공명영상과 함께 2명의 방사선과 전문의에 의해 분석하였다. 6 slice의 국소 뇌혈류량 지도를 일반 자기공명영상의 해당 영상과 대응시켜 일반 자기공명 영상에서 조영증강 형태와 정도, 중심부 괴사, 종양의 경계등을 국소 뇌혈류량 지도와 비교하였으며 그 일치여부를 보았고 종양별로 결과를 분류하였다.

결 과

비교종 (n=5)

조영증강 T1강조MR영상에서 환상조영증강과 중심부에 괴사를 보이는 다형성 교모세포종 2예에서는 관류MR 영상에서 변연부 외륜이 고관류를, 중심부의 괴사부위는 저관류로 나타났다(Fig. 2). 일반 MR 영상상 조영증강이 되지 않는 3예의

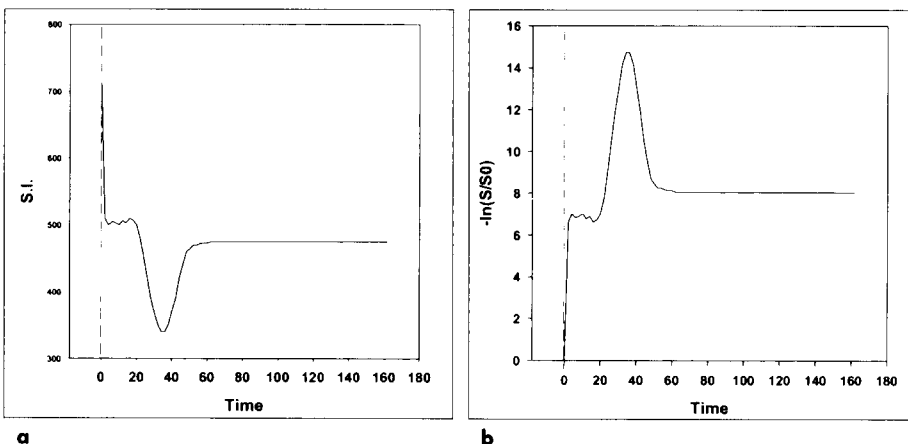
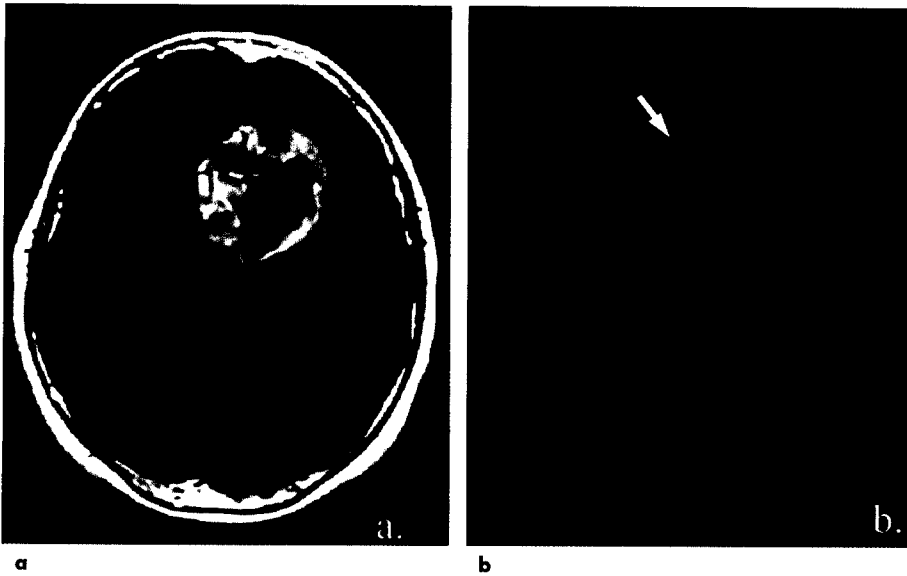
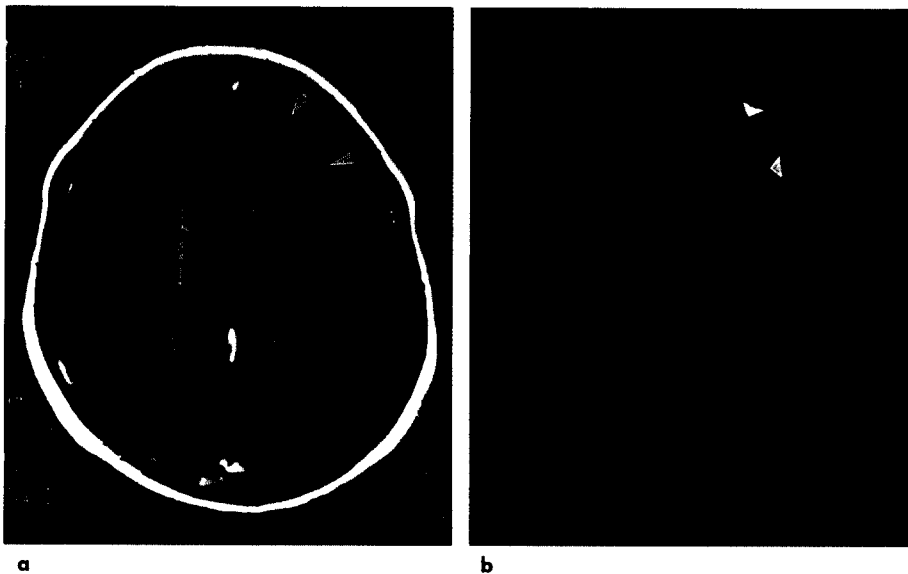


Fig. 1. Time-Intensity curve (a) and Time-Relaxivity ( $\Delta R2$ ) curve (b) in area of high perfusion: During the first pass of the contrast media, the signal intensity decreases in area of high perfusion due to susceptibility effect(a). Time-Relaxivity curve (b) can be obtained from (a) by using formula of  $R2^* = -\ln(S/S_0)/TE$ . Integrated area under the curve is approximately equivalent to regional blood volume in area of high perfusion.



**Fig. 2.** Glioblastoma multiforme  
**a.** Gd-enhanced T1-weighted MR image shows a large mass with thick enhancing rim in the left frontal lobe(**a**).  
**b.** Perfusion MR image (CBV map) shows increased perfusion in the area (arrow) corresponding to ring-enhancement on(**a**).



**Fig. 3.** Low grade oligodendroglioma  
**a.** Gd-enhanced T1-weighted MR image shows a poorly defined mass with subtle enhancement in left frontal lobe(**a**).  
**b.** Perfusion MR image (CBV map) shows decreased perfusion in the area (arrowheads) corresponding to the lesion on(**a**).

저등급 교종은 관류 MR 영상에서 경계가 불분명한 저관류부위로 보였다 (Fig. 3).

**뇌수막종(n=3)**

조영증강 T1 강조영상상 강한 균질한 조영증강을 보이는 뇌수막종은 3예 모두 미만성의 균일한 중등도 혹은 고도의 고관류의 관류영상소견을 보였다(Fig. 4).

**기타 뇌종양(n=4)**

일반 MR영상에서 균질한 조영증강을 보이는 1예의 임파종과 1예의 배아종은 관류MR 영상에서 경계가 명확한 저관류부위로 나타났다. 불균질한 조영증강을 보이는 신경세포종 1예는 종괴의 일부에 중등도 혹은 고도의 고관류부위가 관찰되었고, 1 예의 전이암은 다수병변중 일부에서만 중등도의 고관류를 보였으며 다른 병변은 저관류부위로 보였다.

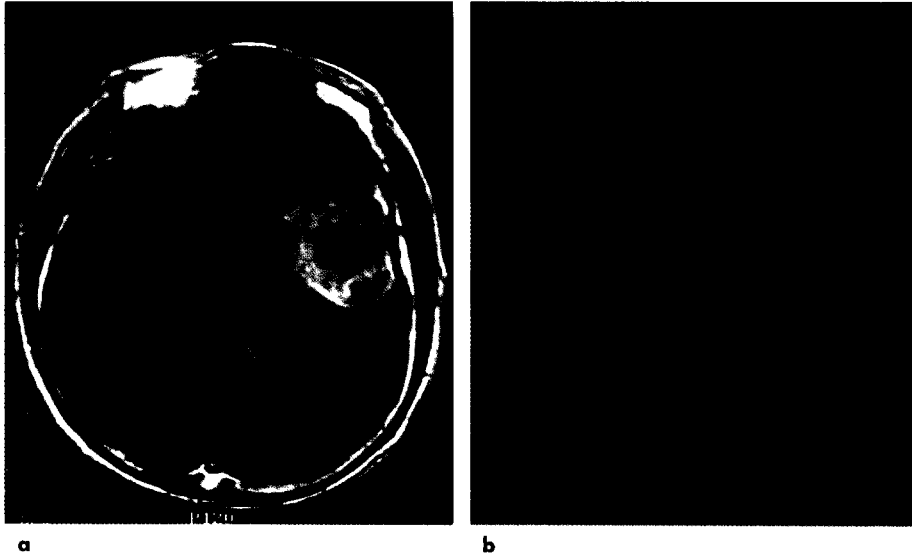
**종양 유사 병변(n=3)**

1예의 방사선괴사는 조영증강 T1 강조영상에서 비균질하고 불규칙한 조영증강을 보였으며 관류 MR영상에서는 미만성 저관류 부위내에 국소적인 작은 고관류 부위를 보였다. 일반 MR 영상상 변연부 외륜의 강한 조영증강을 보이는 뇌농양 2예는 관류 MR영상에서 변연부 외륜이 항상 정상 뇌백질과 비슷한 정도의 관류를 보였으며, 중심부는 저관류로 나타났다(Fig. 5).

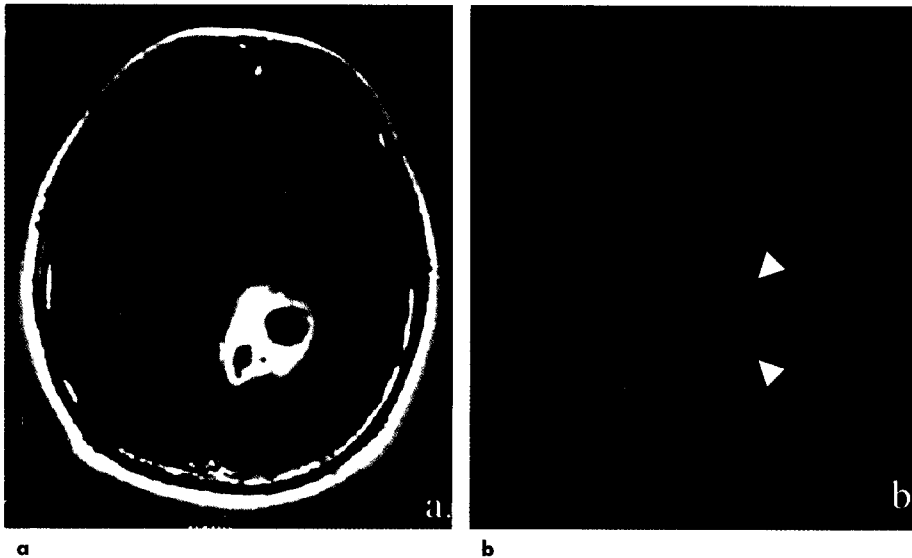
**고 찰**

**이론적 배경**

상자성(paramagnetic)의 조영제가 혈류를 통해 뇌실질의 모세혈관대(capillary bed)를 통과할 때 국소적인 자기장의 불균질성이 발생하고 이는 그 조직의 횡이완시간(T2\*)를 감소시킨다. 이 자화율(susceptibility) 효과는 혈관내의 조영제 농도



**Fig. 4. Meningioma**  
**a.** Gd-enhanced T1-weighted MR image shows well enhancing extraaxial mass in left frontal convexity.  
**b.** Perfusion MR image (CBV map) shows diffuse highly increased perfusion except central necrotic portion.



**Fig. 5. Brain Abscess**  
**a.** Gd-enhanced T1-weighted MR image shows abscess cavity with thick enhancing wall in left parietal lobe.  
**b.** Perfusion MR image (CBV map) shows decreased perfusion in the corresponding area(arrowheads).

가 높을수록 커지며 혈류량에 비례해서 커지게 된다. 이 효과를 조영제가 일차통과(first pass)하는 동안 연속해서 촬영하는 일련의 rapid T2\*-weighted gradient images 에 의해서 영상화할 수 있으며 이러한 효과를 정성적, 정량적으로 분석하여 혈액역학적인 데이터를 얻을 수 있다. MR관류영상의 원 데이터를 얻기위해 MR 기법에 요구되는 기본적인 조건은 보통 3초 이내의 짧은 시간에 영상을 얻을 수 있어야 하며, 국소자장의 비균질성에 민감하기 위하여 보통 20 msec이상의 긴 에코시간을 갖는 영상기법을 이용하여야 한다. Gadolinium은 약 0.15-0.2mmol/kg을 정맥으로 급속주입하며 대개 조영제 주입 10초 전부터 주입후 약 60초까지 동일한 영상단면에서 반복 촬영하여 조영제가 뇌를 통과하는 과정을 역동적으로 영상화해 관류영상의 원 데이터를 얻는다. 이 원 데이터를 소프트웨어로 처리하여 시간에 따른 화소(voxel)별 신호강도를 측정후 다음과 같은 과정을 거쳐 원하는 혈액역학적인 매개변수들을 얻게 된다 (6, 7).

각 화소에서 측정되는 신호강도-시간 곡선은 식 [1]에서의 농도변화와 신호강도변화와의 관계를 이용하여 농도-시간 곡선으로 바꿀 수 있다.

$$C_m(t) = \frac{-k}{TE} \cdot \ln\left(\frac{S(t)}{S_0}\right) \quad [1]$$

k : proportionality factor

TE : echo time

S(t)/S<sub>0</sub> : Relative signal reduction

이 농도시간곡선에서 지시자-희석 원리(indicator-dilution theory)에 의하여 rCBF(regional cerebral blood flow)와 rCBV(regional cerebral blood volume)의 두 개의 혈류동역학적 매개변수를 얻을 수 있다. rCBV는 100 gram 조직내의 혈액량(ml/g)이며 rCBF는 100 gram 조직을 시간당 통과하는 혈류량(ml/min g)이다. 이 둘에서 평균통과시간(Mean transit time, MTT)이 계산되며 이는 식 [2]와 같다.

$$MTT = \frac{\int t \cdot C_{out}(t) dt}{\int C_{out}(t) dt} = \frac{rCBV}{rCBF} \quad [2]$$

MTT : Mean Transit Time

C<sub>out</sub>(t) : efflux concentration-time curve

rCBV와 rCBF의 절대값을 구하기 위해서는 동맥혈류에서의 조영제의 농도인 AIF(arterial input function)을 알아야 하며 이는 MR image상 동맥에서 농도-시간 곡선을 분석해서 얻어질 수 있다(식 [3]).

$$rCBV = \frac{k_H}{\rho} \cdot \frac{\int C_m(t) dt}{\int AIF(t) dt} \quad [3]$$

k<sub>H</sub> : correction factor (large vessel : 0.45, small vessel : 0.25)

C<sub>m</sub>(t) : measured tissue concentration-time curve

ρ : density of brain tissue = 1.04g / mL

하지만 이를 구하는 것이 어렵고 상대적인 값만으로도 대부분의 임상적용상 충분한 정보를 줄 수 있어 뇌실질 전체에서 AIF가 동일한 값을 갖는다고 가정하고 rCBV의 상대적인 값만을 얻는 것이 보통이다(7). 각 화소마다 여기서 얻어진 rCBV 값을 대응시켜 map을 구성해 image를 만든 것을 rCBV map 이라고 하며 이를 통하여 뇌의 전체적인 뇌혈류량 분포를 쉽게 알 수 있다.

**임상적용**

관류 MR 영상은 뇌허혈증 및 뇌종양에 주로 이용되고 있으며 특히 뇌혈관 폐색에 의한 뇌경색의 진단에 가장 유용하게 이용되고 있다. 최근 관류MR 영상과 확산 MR 영상을 동시에 시행하여 가역적인 허혈증과 비가역적인 허혈증의 구분등 뇌허혈증의 병태생리를 밝히는 데 많은 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다(8). 뇌종양에서는 주로 종양의 혈관성을 평가하기 위하여 시행된다. 뇌 교종(glioma)의 경우 악성교종에서는 과혈관 상태가 되어 관류영상상 혈류량이 증가하여 양성교종과의 감별 진단에 도움을 줄 수 있다(9-10). 또한 방사선 치료를 받은 악성 종양에서 재발된 종양과 방사선 피사의 감별이 어려운 경우가 많으며 이때 재발된 종양은 과혈관 상태를 보이므로 진단에 도움을 줄 수 있다(11).

**결과분석**

본 연구에서 뇌교종에서 고관류로 보이는 부분은 조영증강에서 강하게 조영증강이 되는 부분이었고 고관류로 보이는 부분이 있을 경우 종양의 등급이 높았다. 그리고 1예의 방사선 피사는 관류영상상 저관류로 보여서 통상적인 MR에서는 종양과 감별진단이 힘들었지만 관류영상이 도움을 줄 수 있었다. 이미 발표된 연구결과 문헌들과 마찬가지로(9-11) 뇌교종의 등급 판정과 방사선피사의 감별에 관류 MR영상이 유용할 것으로 생각된다. 뇌농양에서 농양벽의 조영증강부위는 관류의 증가를 보이지 않았다. 이 차이는 다형성 교모세포종과 뇌농양의 감별에 유용한 소견일 수 있으나 증례수가 적으므로 앞으로 더 많은 증례를 이용한 연구가 필요하다고 생각한다. 뇌수막종에서 균질한 전반적인 고관류를 보이는 것은 조영증강 T1강조영상과

혈관조영술에서 보이는 수막종 특유의 종양 혈관성과 잘 일치한다. 다른 종양들에서는 뇌혈류량 지도에서의 관류 정도와 일반 MR영상상 조영증강이 되는 정도와는 종양의 종류에 따라 다양한 변이를 보였다. 앞으로의 추가 연구가 필요할 것으로 생각한다.

**문제점과 전망**

관류 MR 영상은 조영제의 급속 주입이 필수적이며 조영제의 주입속도 및 주입용량에 따라 정량적인 혈액학적 데이터가 달라질 수 있으므로 조영제 자동주입기(injector)의 사용이 바람직하다. 그리고 큰 신호변화를 얻기 위해서는 조영제의 양을 늘려야 한다는 단점이 있어서 보다 적은 양의 조영제로 더 큰 신호변화를 일으킬 수 있는 강력한 상자성 조영제의 개발이 필요하다. 또한 얻어진 원영상데이터의 처리를 위한 소프트웨어가 아직은 상용화되어 있지 않아서 지금 관류 MR 영상을 얻기 위해서는 후처리 소프트웨어를 직접 제작하여야 한다는 문제점이 있다. 하지만 현재의 기술개발속도로 볼 때 가까운 시기에 해결될 것으로 생각된다. T2\*-weighted gradient images를 원데이터를 얻는데 사용하므로 수술후 환자에서 관류 MR 영상을 시행할 때 금속성 수술 재료가 두피나 두개강내에 존재할 경우 심한 영상의 변형과 신호소실이 초래되는 단점이 있다. 자성이 없거나 적은 수술 재료로 바꾸어 나가야 할 것으로 생각된다.

**참 고 문 헌**

1. 장기현, 최충곤, 서정호 등. 성인 정상세포교종의 자기공명 영상에 의한 악성도 판정. 대한 방사선 의학회지 1994;31(3) :377-384
2. Koschorek F, Jensen Hp, Terwey B. Dynamic MR imaging: a further possibility for characterizing CNS lesions. AJNR, 1987;8(2):259-262
3. Pui MH, Fok EC. MR imaging of the brain: comparison of gradient-echo and spin-echo pulse sequences. AJR 1995; 165:959-962
4. Brant-Zawadzki MN, Gillan GD, Atkinson DJ, Edalatpour N, Jensen M. Three-deminesional MR imaging and display of intracranial disease:improvements with the MP-RAGE sequence and gadolinium. J Magn Reson Imaging 1993;3(4) :656-662
5. Kurki TJ, Niemi PT, Lundbom N. Gadolinium-enhanced magnetization transfer contrast imaging of intracranial tumors. J Magn Reson Imaging, 1992;2(4):401-406
6. Rosen BR, Belliveau JW, Aronen HJ, et al. Susceptibility contrast imaging of cerebral blood volume:human experience. Magn Reson Med 1991;22:293-299
7. Rempp KA, Brix G, Wenz F, et al. Quantification of regional cerebral blood flow and volume with dynamic susceptibility contrast enhanced MR imaging. Radiology 1994;193 :637-641
8. de Crespigny AJ, Tsuura M, Moseley ME, Kucharczyk J. Perfusion and diffusion MR imaging of thromboembolic stroke. J Magn Reson Imaging 1993;3:746-754
9. Aronen HJ, Gazit IE, Louis DN, et al. Cerebral blood volume maps of gliomas:comparison with tumor grade and

- histologic findings. Radiology 1994;191:41-51
10. 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
11. Wenz F, Rempp KA, Hess T, et al. Effect of Radiation on blood volume in low grade astrocytoma and normal brain tissue: Quantification with dynamic susceptibility contrast MR imaging. AJR1996;166:187-193

## Perfusion MR Imaging of the Brain Tumor : Preliminary Report

Hong Dae Kim, Kee Hyun Chang, In Chan Song, Soo Ok Seong,  
In-One Kim, Moon Hee Han, Kyung Mo Yeon, Man Chung Han

*Department of Radiology, Seoul National University College of Medicine and Radiology Research Center*

**Purpose:** To assess the utility of magnetic resonance(MR) cerebral blood volume (CBV) map in the evaluation of brain tumors.

**Materials and Methods:** We performed perfusion MR imaging preoperatively in the consecutive 15 patients with intracranial masses(3 meningiomas, 2 glioblastoma multiformes, 3 low grade gliomas, 1 lymphoma, 1 germinoma, 1 neurocytoma, 1 metastasis, 2 abscesses, 1 radionecrosis). The average age of the patients was 42 years (22yr-68yr), composed of 10 males and 5 females. All MR images were obtained at 1.5T imager(Signa, GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin). The regional CBV map was obtained on the theoretical basis of susceptibility difference induced by first pass circulation of contrast media. (contrast media: 15cc of gadopentate dimeglumine, about 2ml/sec by hand, starting at 10 second after first baseline scan). For each patient, a total of 480 images (6 slices, 80 images/slice in 160 sec) were obtained by using gradient echo(GE) single shot echo-planar image(EPI) sequence (TR 2000ms, TE 50ms, flip angle 90°, FOV 240×240, matrix 128×128, slice-thick/gap 5/2.5). After data collection, the raw data were transferred to GE workstation and rCBV maps were generated from the numerical integration of  $\Delta R2^*$  on a voxel by voxel basis, with home made software ( $\Delta R2^* = -\ln(S/S_0)/TE$ ). For easy visual interpretation, relative RGB color coding with reference to the normal white matter was applied and color rCBV maps were obtained. The findings of perfusion MR image were retrospectively correlated with Gd-enhanced images with focus on the degree and extent of perfusion and contrast enhancement.

**Results:** Two cases of glioblastoma multiforme with rim enhancement on Gd-enhanced T1 weighted image showed increased perfusion in the peripheral rim and decreased perfusion in the central necrosis portion. The low grade gliomas appeared as a low perfusion area with poorly defined margin. In 2 cases of brain abscess, the degree of perfusion was similar to that of the normal white matter in the peripheral enhancing rim and was low in the central portion. All meningiomas showed diffuse homogeneous increased perfusion of moderate or high degree. One each of lymphoma and germinoma showed homogeneously decreased perfusion with well defined margin. The central neurocytoma showed multifocal increased perfusion areas of moderate or high degree. A few nodules of the multiple metastasis showed increased perfusion of moderate degree. One radionecrosis revealed multiple foci of increased perfusion within the area of decreased perfusion.

**Conclusion:** The rCBV map appears to correlate well with the perfusion state of brain tumor, and may be helpful in discrimination between low grade and high grade gliomas. The further study is needed to clarify the role of perfusion MR image in the evaluation of brain tumor.

**Index words:** MR ; 관류영상