

역동적 자기공명영상을 이용한 뇌종양과 뇌농양의 감별진단¹

지성우 · 이종훈 · 이호원 · 주양구 · 김 홍 · 김정식 · 손철호 · 이희정 · 우성구 · 서수지

목 적 : 조영증강을 보이는 뇌종양과 뇌농양의 감별진단을 위한 역동적 자기공명영상의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 임상 및 병리조직학적으로 확진된 36명의 환자를 대상으로 하였으며, 전이성 뇌종양 15예, 신경교종 14예, 뇌농양 7예이었다. 역동적 영상은 스핀에코법으로 TR이 200 msec, TE가 15 msec, matrix 수를 128 × 256, NEX는 1회로 한 영상을 얻는 시간은 약 25초가 소요되었다. 절편두께는 5 mm, FOV를 25 cm으로 하였다. 고식적 그리고 역동적 영상에서 multislice 기법으로 1-5 section을 얻었다. 조영제 주입전 T1 및 T2강조영상을 얻고 Gd-DTPA를 초당 2-3ml씩 급속으로 정맥내 일시 주입한 후 역동적 영상을 매 20-30초마다 3-5분간 영상화하여 7-10 연속적인 영상을 얻었다. 조영제 주입전, 후의 역동적 영상에서 조영증강병소에 관심영역을 설정하고 그 신호강도를 측정하고, 조영증강비율(contrast enhancement ratio : CER)을 산출하고 그래프화 하여서 그 경시적인 변화를 관찰하였다. 조영증강초기(30초)의 조영증강정도를 통계학적으로 분석하였다.

결 과 : 전이성 뇌종양은 역동적 자기공명영상에서 초기에 급속한 조영증강소견을 보였으며, 시간이 경과됨에 따라 조영증강부분이 유지되거나 감소되는 소견을 보였다. CER은 대부분이 30초에서 급속한 상승곡선과 더불어 그 뒤에서는 유지되거나 하강곡선을 보였다. 신경교종은 불규칙적인 조영증강부분이 서서히 나타나고 시간이 경과됨에 따라 조영증강부분이 증가하여 180초에서 peak를 나타내었다. CER 그래프상 30-60초에서는 완만한 상승곡선을 보였으며 조영효과의 정도는 120초 이후에서 점차 증가하는 소견을 보였다. 뇌농양은 신경교종과 비슷하게 조영증강부분이 서서히 나타나고 시간이 경과됨에 따라 증가하여 역시 180초에서 peak를 나타내었다. CER 그래프상 30-60초에서는 신경교종에 비해 더 완만한 상승곡선을 나타내었다. 30초에서의 조영증강정도는 전이성 뇌종양, 신경교종 그리고 뇌농양사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(다중분석, p value < 0.005). 또한 전이성 뇌종양들에서도 폐암전이와 다른 암종의 전이 사이에서도 유의한 차이를 보였다(t-test, p value < 0.005).

결 론 : 조영증강을 보이는 뇌종양과 뇌농양의 감별진단에 있어서 고식적 자기공명영상에서 어려울 경우, Gd-DTPA를 급속정맥 주입한 후 역동적 자기공명영상에서 이들 병소에 대한 많은 정보가 제공되며, 역동적 영상 및 조영증강비율의 경시적 변화를 비교 분석함으로써 감별진단에 많은 도움이 되리라 생각한다.

자기공명영상에서 Gadolinium-DTPA(Gd-DTPA)를 이용한 조영증강은 병변의 대조도를 증가시키고 병리조직간의 감별진단에 많은 도움이 되고 있다. 이와 더불어 역동적 자기공명영상의 영상기법도 개발되어 중추신경계뿐만 아니라 골수의 병변들을 구분하거나 종양의 치료효과판정 및 재발의 유무를 진단하는데 이용되어 왔다(1-5).

뇌신경계의 병변들중 환상 조영증강을 보이는 병변들은 신경교종, 뇌농양, 전이성 뇌종양, 육아종, 흡수기의 뇌혈종(resolving hematoma), 뇌경색등에서 관찰된다. 이들의 감별진단에 있어 고식적 자기공명영상 소견만으로는 어려운 경우가 많이 있다. 이에 저자들은 이 질환들의 감별진단에 있어 역동적 자기공명영상의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

¹ 계명대학교 의과대학 진단방사선과교실

이 논문은 1998년 2월 5일 접수하여 1998년 6월 22일에 채택되었음.

대상 및 방법

최근 4년간 두부 역동적 자기공명영상을 시행하고 임상적 혹은 병리학적으로 확진된 36명의 환자를 대상으로 하였으며, 이 중 전이성 뇌종양이 15예, 신경교종이 14예, 뇌농양이 7예였으며, 전이성 뇌종양은 폐암전이 7예, 간암전이 3예, 신장암전이 3예 그리고 유방암 전이가 2예였다. 신경교종은 다형성 교종이 10예, 역행성 성상세포종이 3예, 그리고 신경교육종이 1예이었다. 사용한 MRI기기는 1.5T Magnetom Vision(Siemens, Erlangen, Germany)이었으며, 역동적 자기공명영상은 스핀에코법으로 TR이 200msec, TE가 15msec, matrix 수를 128×256 , NEX은 1회로 한 영상을 얻는데 걸리는 시간은 약 25초가 소요되었다. 절편의 두께는 5mm, FOV를 25cm으로 하였다.

고식적 그리고 역동적 자기공명영상에서 multislice 기법으로 1-5section을 얻었다. 조영제 주입전 T1 및 T2 강조영상을 얻고 조영제 Gd-DTPA(0.1mmol/kg)을 초당 2-3ml씩 급속으로 정맥주사한후 매 20-30초마다 3-5분간 병변부위를 영상화하여 7-10개의 연속적인 영상을 얻었다. 조영제 주입전 후의 역동적 영상에서 조영증강에 의한 변화는 가장 조영증강이 잘 되는 부위에 관심영역(ROI)을 설정한 후 그 신호강도를 측정하고 다음과 같은 공식에 의해 조영증강비율(contrast en-

hancement ratio : CER)을 산출하고 그래프화 하여서 후향적으로 그 경시적인 변화를 관찰하였다.

CER은 다음과 같은 식에 의해 산출하였다.

$$CER = (S_n - S_o) \times 100 / (S_{max} - S_o)$$

여기서, S_n : 역동적 영상의 각시간별 신호강도

S_o : 역동적 영상중 조영제주입전의 신호강도

S_{max} : 역동적 영상중 최고로 강하게 조영증강된 시간에서의 신호강도를 나타낸다.

각 뇌종양군과 뇌농양군의 CER을 비교하기 위해 각군에 대해 처음 30초의 CER치의 통계적 유의성을 다중분석으로 검색

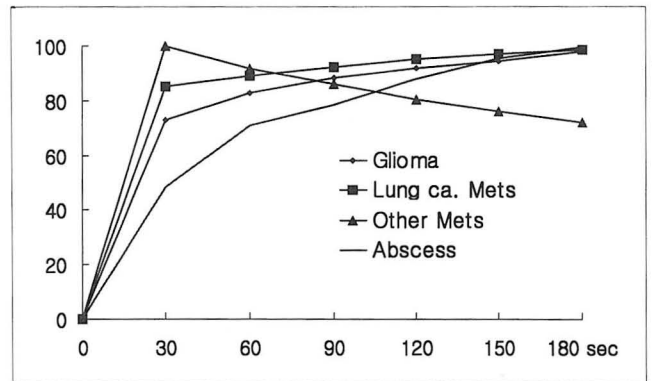


Fig. 1. Mean Sequential CERs of each intracranial lesions.

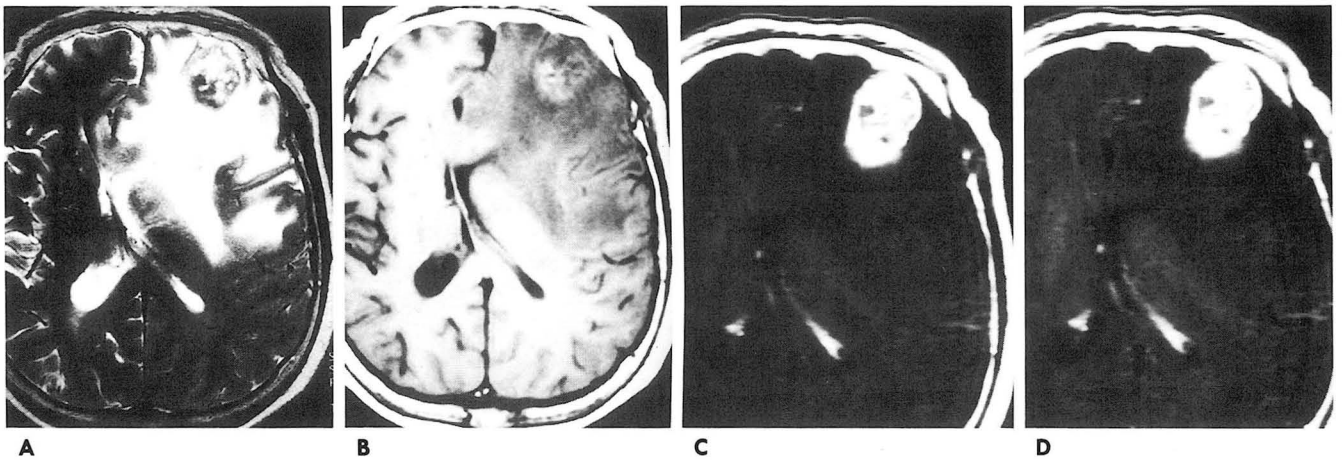
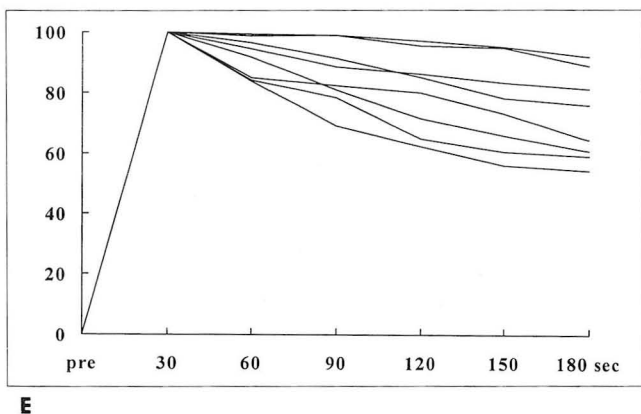


Fig. 2. MR images of the metastasis from hepatoma.

A. Axial T2-weighted image shows mixed signal intensity nodular lesion in the left frontal region.
B. T1-weighted axial image reveals iso-signal intensity.
C-D. Dynamic images at 30(C) and 180(D) seconds after administration of Gd-DTPA. The tumor is enhanced rapidly with maximum signal intensity in the early phase(30 sec).
E. Sequential CERs of the metastatic brain tumors, except lung cancer. CER graphs show a rapid ascent to peak signal within 30 seconds and gradual decline.



하였다. 전이성 뇌종양들 간에서는 폐암전이와 다른 암종의 전이사이에서 30초의 CER치에 대해 t-test로 통계적 유의성을 검색하였다.

결 과

역동적 자기공명영상에서 처음 30초, 즉 초기의 CER은 전이성 뇌종양이 93.16 ± 8.40 , 신경교종이 67.78 ± 11.33 , 농양이 48.30 ± 12.43 으로 나타나 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.005$). 또한 전이성 뇌종양들중 폐암의 전이에서는 85.34 ± 5.55 로 나타났고, 다른 암의 전이는 모두 100으로 나타나 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.005$). CER 그래프상의 조영증강의 변화에서도 각각의 병변사이에 차이를 보였다(Fig. 1).

전이성 뇌종양의 경우, 역동적 자기공명영상에서 급속한 조영증강을 보였으며 조영증강이 내부로 확대되며 주변에서도 미미한 조영증강을 보였다. 시간이 경과함에 따라 조영증강이 감소하는 소견을 나타내었다. CER 그래프상 대부분이 30초에서 급속한 상승과 더불어 빠른 하강곡선을 보였으나 이런 변화는 불규칙한 소견을 나타내었다(Fig. 2). 저혈관성 종양인 폐암은 30초의 급속한 조영증강이 있고, 이후에도 서서히 증가하거나 유지되는 형태로 관찰되었으며(Fig. 3), 같은 저혈관성 종양인

유방암의 경우는 다른 과혈관성 종양과 같은 형태로 관찰되었다.

신경교종은 불규칙한 조영증강이 서서히 나타나고 점차로 주위로 확대되며 시간이 경과됨에 따라 조영증강이 유지 혹은 증가하는 소견이 관찰되었다. CER 그래프상 30-60초에는 완만한 상승곡선을 보여 180초에 가장 많이 증가되는 소견을 보였다(Fig. 4).

뇌농양인 경우 비교적 균일한 두께의 환상 조영증강이 나타나며, 30-60초 사이에 신경교종과 유사하게 서서히 나타나고 180초에서 가장 많은 조영증강을 보였으나, 30-60초에서의 상승곡선이 신경교종에 비해 더 완만하게 나타났다(Fig. 5).

고 찰

자기공명영상에서 Gd-DTPA의 개발과 더불어 역동적 자기공명영상 기법도 개발되어 뇌종양을 포함한 여러질환의 감별진단이나 이들의 치료효과의 판정이나 재발의 진단 등에 이용되고 있다(1-5). Gd-DTPA는 화학적으로 안정된 합성물이며 정맥주사후 신체의 세포외 공간(extracellular space)에서 빠른 분포를 나타내며 대사없이 신장을 통해서 빠르게 배설됨으로 혈액내의 최고농도는 수분내이다. 그러므로 자기공명영상에서 정확한 조영증강의 정보를 얻기 위해서는 짧은 촬영시간이 필

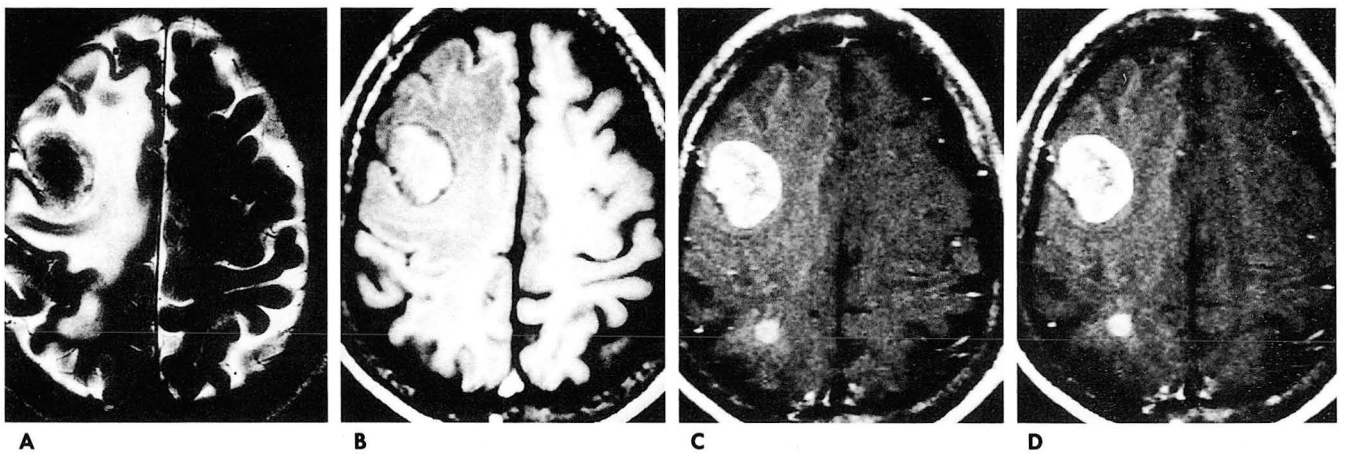


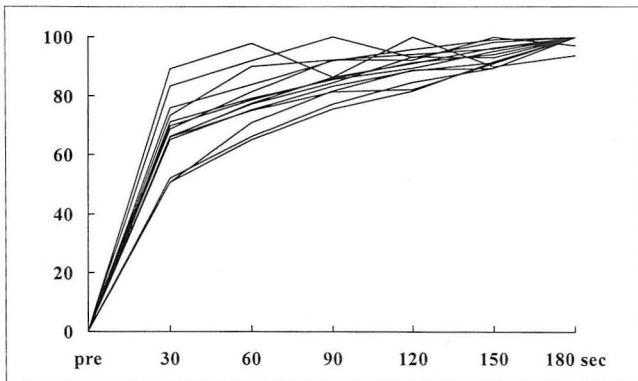
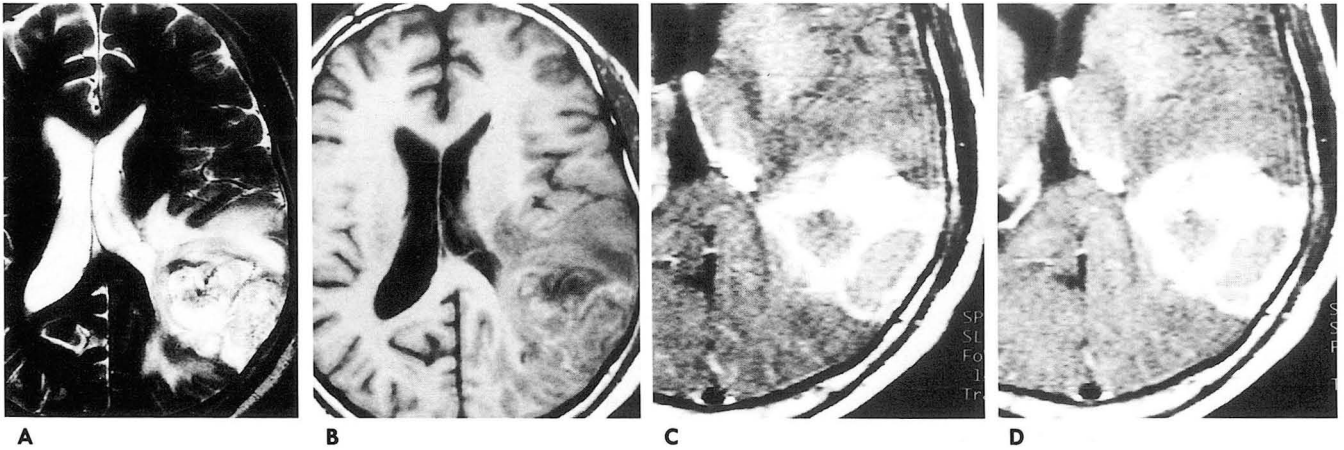
Fig. 3. MR images of the metastasis from lung cancer.

A. Axial T2-weighted image shows low signal intensity lesion in the right frontal region.

B. T1-weighted axial image reveals relatively iso- or high signal intensity lesion.

C-D. Dynamic images at 30(C) and 180(D) seconds after administration of Gd-DTPA. The tumor is enhanced rapidly, and enhancement increases slowly with maximal intensity in the delayed phase(150 sec).

E. Sequential CERs of the metastatic brain tumors from lung. CER graphs show rapid enhancement followed by slow enhancement on delayed phase.



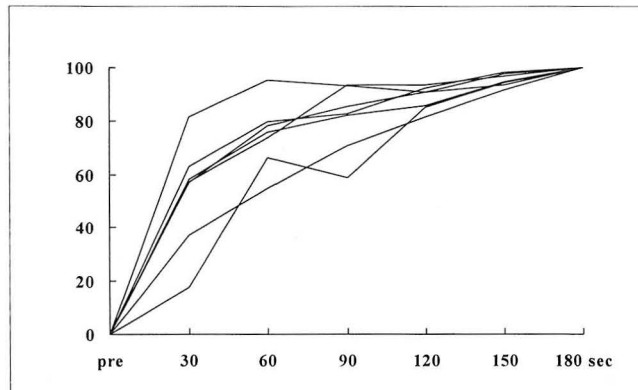
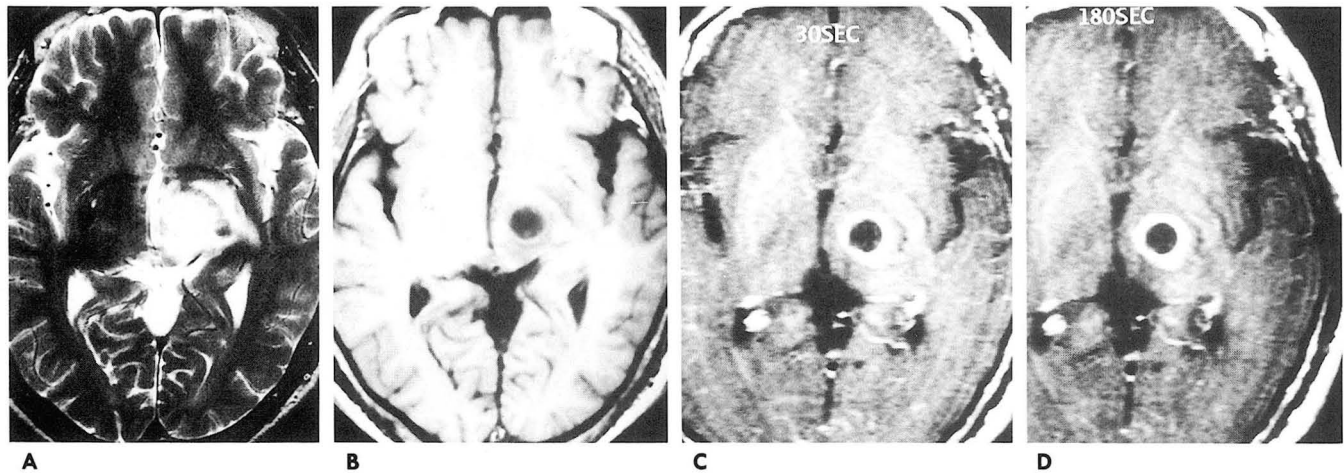
E

Fig. 4. MR images of the glioblastoma multiforme.

A—B. Axial T2-(A) and T1-weighted images(B) show high and low signal intensity lesion in the left parietal region.

C—D. Dynamic images at 30(C) and 180(D) seconds after administration of Gd-DTPA. The tumor is enhanced gradually with maximum signal intensity in the late phase(180 sec).

E. Sequential CERs of the gliomas. CER graphs show a slow ascent to peak signal.



E

Fig. 5. MR images of the brain abscess.

A—B. Axial T2-(A) and T1-weighted images(B) show high and low signal intensity lesion.

C—D. Dynamic images at 30(C) and 180(D) seconds after administration of Gd-DTPA. The lesion shows uniformly thickened rim with maximum signal intensity in the late phase(180 sec).

E. Sequential CERs of abscesses. CER graphs show a slower ascent to peak signal intensity.

요하며, 적어도 조영제 주입후 30초 이내에 촬영하여야 한다(4, 6). 역동적 자기공명영상의 촬영기법은 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 스핀에코법을 사용하였는데 이는 가장 기본적인 방법으로 대조도가 우수하고 susceptibility artifact가 없는 장점이 있는 반면 촬영시간이 길다는 단점도 있으나 TR을 짧게, NEX수도 적게 함으로써 20-30초 이내에 촬영이 가능하며 비교적 초기부터 사용되어 왔다(7).

본 연구에서는 전이성 뇌종양은 대부분이 30초에서 가장 강한 조영증강을 보였으며, 이후에는 서서히 조영증강이 감소하는 소견을 보였다. 전이성 뇌종양에서도 과혈관성 전이인 경우는 앞에서 언급한 바와 같이 비슷한 역동적 자기공명영상소견을 보였으나, 저혈관성 종양인 폐암의 7예에서는 30초에서의 강한 조영증강이후 조영증강이 유지되거나 120-150초의 지연기에도 조영증강을 보여주어 다른 전이암과 다른 소견을 보였다. 그러나 같은 저혈관성 종양으로 알려진 유방암 전이의 2예에서는 다른 종양과 유사한 소견이 관찰되었다. 이런 소견은 원발성 종양의 혈관성에 기인한 것으로 생각되며, 유방암 전이인 경우 증례가 적어 의미를 가지기에는 어려울 것으로 생각된다.

뇌종양은 그 성숙단계에 따라 병리학적으로 4단계로 나누어 지는데, 환상의 조영증강은 초기 및 후기 피막기에서 관찰되어 진다고 알려져 있다(8-9). 완전한 피막이 형성된 농양벽의 신호강도는 T1 및 T2강조영상에서 저신호강도를 나타내는데, 이것은 농양벽에 침착된 교원질과 hemosiderin에 기인한 것으로 보고하고 있다(9). 본 연구의 대상이 된 7예의 뇌종양은 모두 완전한 환상의 조영증강을 보이는 후기 피막기의 농양으로 7예 모두에서 균일한 두께의 환상 조영증강을 보였고, 신경교종과 유사하나 초기의 상승곡선, 즉 30-60초사이의 상승곡선이 1예를 제외한 6예에서 신경교종보다 완만하게 관찰되는 역동적 자기공명영상 소견을 보였다.

신경교종은 뇌종양과는 다르게 불균일한 두께의 환상 조영증강을 보이며 주위조직과의 경계도 불분명하게 관찰되어 차이를 보였으나 이런 형태만으로는 감별이 어려웠다. 종양의 조직분화도에 따라, 종양의 등급이 높을수록 빠른 조영증강이 보고되

고 있으며(3), 본 연구에서도 신경교종간의 차이는 조금씩 관찰되고 있으나 그 차이가 미미하여 전이성 종양이나 뇌농양과 감별 진단하는데 큰 어려움은 주지 않았다.

결론적으로 조영증강을 보이는 두개내의 질환의 감별진단에서 역동적 자기공명영상은 CER parameter와 조영증강의 형태를 보여줌으로써 더 많은 정보를 제공해 주며, 고식적 자기공명영상의 부가적 방법으로써 감별진단에 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 이창수, 이은영, 주양구, 김홍, 이희정, 서수지. 뇌하수체 미세선종에서 역동적 자기공명영상의 유용성. *대한방사선의학회지* 1996; 34: 339-344
2. Verstraete KL, Deene YD, Roels H, Dierick A, Uyttendaele D, Kunnen M. Benign and malignant musculoskeletal lesion: dynamic contrast-enhanced MR imaging-parametric "first-pass" images depict tissue vascularization and perfusion. *Radiology* 1994; 192: 835-843
3. 주양구, 서수지, 전석길 등. 뇌종양에서의 역동적 자기공명영상의 유용성. *대한방사선의학회지* 1994; 30: 605-611
4. Bullock PR, Mansfield P, Gowland P, Worthington BS, Firth JL. Dynamic imaging of contrast enhancement in brain tumors. *Magn Res Med* 1991; 19: 293-298
5. Erlemann R, Sciuk J, Bosse A, et al. Response of osteosarcoma and ewing sarcoma to preoperative chemotherapy: assessment with dynamic and static MR imaging and skeletal scintigraphy. *Radiology* 1990; 175: 791-796
6. Rosen BR, Belliveau JW, Buchbinder BR, et al. Contrast agents and cerebral hemodynamics. *Magn Res Med* 1991; 19: 285-292
7. Ohtomo K, Ltai Y, Yoshikawa K, Kanebo T, Yashiro N, Lio M. Hepatic tumors: Dynamic MR imaging. *Radiology* 1987; 163: 27-31
8. Osborn AG. *Diagnostic neuroradiology*. St. Louis: Mosby, 688-694
9. 이희정, 서수지, 전석길 등. 토끼 뇌종양의 환상-조영증강 병소에 대한 실험연구: MRI 소견 및 병리조직학적 소견의 분석. *대한방사선의학회지* 1996; 35: 651-659

Differential Diagnosis of and Brain Tumor and Brain Abscess : The Usefulness of Dynamic MR Imaging¹

Sung Woo Jee, M.D., Jung Hun Lee, M.D., Ho Won Lee, M.D.,
Yang Gu Joo, M.D., Hong Kim, M.D., Jung Sik Kim, M.D., Cheol Ho Sohn, M.D.,
Hee Jung Lee, M.D., Seoung Gu Woo, M.D., Soo Jhi Suh, M.D.

¹*Department of Diagnostic Radiology, Keimyung University School of Medicine*

Purpose: To evaluate the usefulness of dynamic MR imaging in the differential diagnosis of intracranial tumor and abscess.

Materials and Methods: Dynamic MR images of 36 patients with surgically or clinically proven intracranial enhancing lesions were retrospectively reviewed. These lesions comprised 15 metastases, 14 gliomas, and seven abscesses. Images were sequentially obtained every 30 seconds for 3-5 minutes using the spin-echo technique (TR/TE: 200 msec/15 msec) after bolus injection of gadolinium dimeglumine (2-3 cc/sec). The dynamics of contrast enhancement of the lesions was analyzed visually and by calculating the sequential contrast-enhancement ratio (CER).

Results: CER during the 30-second early dynamic phase was 93.16 in metastases, 67.78 in gliomas, and 48.3 in abscesses (ANOVA, $p < 0.005$). The contrast enhancement pattern of metastases showed rapidly increased signal intensity (SI) up to 30 seconds, followed by a relatively rapid decrease; less time was then required to reach the CER peak. In gliomas, SI increased gradually up to 180 seconds and then took a longer time to reach the CER peak. The SI of abscesses was similar to that of gliomas, with a more gradual increase for 30-60 seconds and a longer time for the CER peak to be reached.

Conclusion: The contrast enhancement pattern and CER parameters seen on dynamic MRI can help differentiate intracranial tumor and abscess.

Index words: Magnetic resonance (MR), technique
Magnetic resonance (MR), contrast enhancement
Brain, abscess
Brain neoplasms, MR

Address reprint requests to: Yang Gu Joo, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Dongsan Medical Center, Keimyung University School of Medicine, # 194 Dongsan-Dong, Joong-Ku, Taegu 700-310, Korea
Tel. 82-53-250-7767, Fax. 82-2-250-7766