대한방사선의학회지 1999;40:1153-1158

T1 강조 자기공명영상에서 고신호강도를 보이는 국소 간결절 : 다중시기 조영증강 역동자기공명영상에서 정량적 분석을 통한 소간세포암과 이형성결절의 감별[1]

이광훈 · 유정식 · 김기황 · 조나리야 · 정미경 · 김재근

목적 : T1강조영상에서 고신호강도의 결절로 나타나는 소간세포암과 이형성결절의 감별에 있어 역동자기공명영상에서의 조영증강에 대한 정량적 분석이 유용한지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 42명의 간경변 환자의 조영전T1강조영상에서 균일한 고신호강도를 보였던 26개의 소간세포암과 71개의 이형성결절 중에서 조직생검과 추적검사로 진단한 1cm이상의 소간세포암 16예와 이형성결절 10예를 대상으로 하였다. 역동자기공명영상은 Gd-DTPA(0.1mmol/ kg)를 3-4cc/sec의 속도로 전주정맥 내에 수동주입하면서 주입시작 10초(제1기), 35초(제2기), 60초(제3기), 5분(지연기)에 각각 간전체의 영상을 호흡정지기법의 경사에코방법으로 얻었으며 각각의 시기마다 결절 대 주변간의 신호강도비를 모니터상의 관심영역 측정방법을 통해 산출하였다.

결과 : 조영전 T1강조영상에서 소간세포암 대 주변간의 신호강도비는 평균 2.873, 이형성결절은 3.854로 두 군간에 통계적으로 의의있는 차이는 없었다($p>0.01$). 조영후 각 시기별 신호강도비는 소간세포암의 경우 제1기, 제2기, 제3기, 지연기에 각각 5.565, 3.790, 1.704, 1.282로 측정되어 대부분 제1기에서 신호강도비가 절정을 이루고 그 후에 감소하는 경향을 보였다. 반면 이형성결절의 경우는 3.053, 1.561, 0.919, 1.038로서 조영전에 비해 조영후 주변간에 대한 신호강도비가 높아지지 않았다. 제1기와 조영전 영상에서 결절 대 주변간의 신호강도비 차이의 평균은 소간세포암이 2.691, 이형성결절은 0.801로 유의한 차이를 보였다 ($p<0.01$).

결론 : 역동자기공명영상에서 결절 대 주변간의 조영증강 정도를 반영하는 신호강도비의 정량적 분석은 T1강조영상에서 고신호강도를 보이는 소간세포암과 이형성결절의 감별에 도움이 될 수 있다.

일반적으로 소간세포암은 T2강조영상에서 고신호강도를 보이므로써 이형성결절과 감별할 수 있는 것으로 알려져 왔다 (1,2). 그러나 최근에는 소간세포암과 이형성결절의 T1강조영상 및 T2강조영상은 상당수에서 신호강도가 중복된다고 보고되고 있다 (3-5). 즉, 소간세포암들 중 특히 분화도가 좋은 소간세포암은 T2강조영상에서 고신호강도를 보이지 않는 경우도 있고, T1강조영상에서 고신호강도를 보여 이형성결절과 감별되지 않는 예가 적지 않으므로 고식적인 T1및T2강조 자기공명영상만으로는 이 두 병변을 감별하기 어려운 경우가 있다. 조영증강 역동자기공명영상은 동맥강조기에 빠른 조영증강을 보여 결절의 과혈관성 여부를 밝히므로써 두 병변의 감별에 도움을 얻을 수 있지만 (6-8), 조영전 T1강조영상에서 이미 고신호강도를 보이는 경우에는 동맥강조기에서도 고신호강도로 보여 조영증강 여부를 육안적으로는 판단하기 어려운 경우도 적지 않다. 저자들은 T1강조영상에서 고신호강도를 보이는 소간세포암과 이형성결절에서 다중시기 조영증강 역동자기공명영상의 각 시기마다 결절과 주변간에 대한 조영증강 정도를 정량적으로 분석하여 두 병변의 감별에 도움이 되는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 12월부터 1997년 3월까지 국소간병변의 진단을 위해 사중시기 역동자기공명영상을 시행한 간경변 환자들 중 조영전 T1강조영상에서 주변 간에 비해 균일한 고신호강도를 보였던 결절은 42명의 환자에서 97개가 발견되었다. 이후 초음파유도 총생검 (n = 3), 간혈관조영술상의 종양염색과 추적 리피오돌 전산화단층촬영에서의 결절성 집적 (n = 13)으로 진단한 1cm이상의 소간세포암 16개와 12-26개월(평균 16개월)간에 걸친 자기공명영상, 전산화단층촬영, 그리고 초음파에서 결절의 성격이나 크기의 변화가 없어서 이형성결절로 진단한 1cm이상의 10개의 결절등 총 26개의 병변을 대상으로 하였다. 소간세포암 중 가장 큰 크기는

[1]연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 방사선의과학 연구소
이 논문은 1998년 11월 4일 접수하여 1999년 3월 6일에 채택되었음.

2.3cm 이었고 (1.2-2.3cm, mean 1.7cm), 이형성결절 중 가장 큰 크기는 2cm이었다(1.0- 2.0cm, mean 1.4cm). 정량분석시 관심영역 (region of interest, ROI) 선택과정에서의 오류를 배제하기위해 1cm이하의 작은 결절은 분석대상에서 제외하였다.

초전도 1.5T 자기공명영상기기 (Magnetom Vision, Siemens, Earlangen, Germany)로 spoiled gradient echo technique인 fast low-angle shot (FLASH) sequence (TR/TE/FA, 113-130/4.1/80°)를 이용하였고, 화학포화방식의 지방억제 (chemical shift-selective saturation pulse) 영상을 얻었다. 신호대잡음비 (signal to noise ratio, SNR)를 증가시키기 위해 four-element phased-array multicoil을 사용하였고, 자장균질성 (magnetic-field homogeneity)을 유지하기 위해 자동보정 (automated shimming)을 하였으며, 유동보상 (flow compensation)을 위해 경사운동재위상 (gradient motion rephasing, GMR)을 사용하였다. Matrix크기는 117-140×256으로 하였고, 영상영역 (field of view, FOV)는 환자의 체구에 따라 32-40cm으로 하였다. 역동자기공명영상은 Gd-DTPA (0.1mmol/kg)를 3~4cc/sec의 속도로 전주정맥 (antecubital vein)내에 수동주입하면서 주입시작 10초 (제 1기), 35초 (제 2기), 60초 (제 3기), 5분 (지연기)에 각각 간 전체의 영상을 1회 호흡정지기간 동안 얻었다. 간 전체의 영상은 8-10mm두께, 2mm절편 간격으로 12-15절편을 얻었다. 간 전체의 영상획득 시간은 16-19초였다.

조영전 T1강조영상과 각각의 시기마다 결절 대 주변간의 조영증강비 (nodule-liver contrast-to-noise ratio, CNR)를 모니터상의 관심영역 측정방법을 통해 다음과 같이 구하였다 :

CNR = Sn-Sl/noise SD

Sn : signal intensity of the nodule, Sl : signal intensity of surrounding liver parenchyma, noise SD : standard deviation of the intensity of background noise in the phase encoding direction

결절의 관심영역은 되도록 큰 원형으로 결절내에 포함되도록 하고, 주변간의 관심영역은 결절의 것과 같은 크기로 같은 분절에서 혈관신호강도를 피하도록 하였다. 배경잡음 표준편차 (background noise standard deviation)는 영상영역 내에서 가능한 크게 복벽 전-좌측에서 측정하였다. 통계적 유의성은 paired t-test로 검정하였고, p값이 0.01이하일 때 통계적 차이가 있는 것으로 간주하였다.

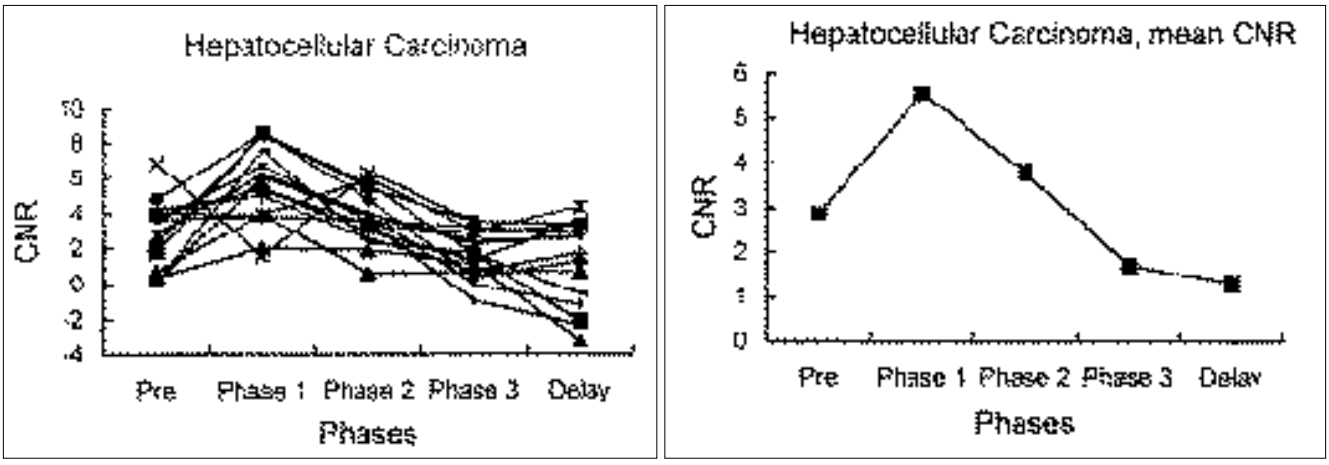
결 과

조영전 T1강조영상에서 소간세포암 대 주변간의 신호강도비는 평균 2.873, 이형성결절은 3.854로 두 군간에 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.01$). 조영후 각 시기별 결절 대 주변간의 신호강도비는 소간세포암의 경우 제 1기, 제 2기, 제 3기, 지연기에서 각각 5.565, 3.790, 1.704, 1.282로 측정되었다 (Table 1). 16개의 소간세포암중 14개 (87.5%)에서 제 1기에 조영증강 정도가 절정을 이루며 그 후 급격히 감소하는 추세를 보였고 (Fig. 1), 2개에서는 제 2기에서 절정을 보였다. 이형성결절의 경우는 3.053, 1.561, 0.919, 1.038로 측정되었다 (Table 1). 10개의 이형성결절 중 9개 (90%)에서 조영전에 비해 조영후에 주변간에 대한 신호강도가 높아지지 않았다 (Fig. 2). 제 1기와 조영전 영상에서 결절 대 주변간의 신호강도비 차이는 소간세포암이 평균 2.691, 이형성결절이 평균 0.801로 소간세포암에서는 제 1기에 조영증강되는 정도가 이형성결절이 제 1기에 조영증강되는

Table 1. Mean Contrast to Noise Ratio of Hepatocellular Carcinoma and Dysplastic Nodule

	Mean CNR				
	Pre	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Delay
HCC	2.873	5.565	3.790	1.704	1.282
DN	3.854	3.053	1.561	0.919	1.038

CNR : contrast to noise ratio, HCC : hepatocellular carcinoma, DN : dysplastic nodule



A B

Fig. 1. The CNR versus phase of small hepatocellular carcinoma. This figure shows CNR of 16 small hepatocellular carcinomas (A) and the mean CNR curve (B). Small hepatocellular carcinoma showed peak CNR at phase 1 after contrast injection due to early contrast uptake of the tumor. In the following phases, the CNR of small hepatocellular carcinoma rapidly decreased.

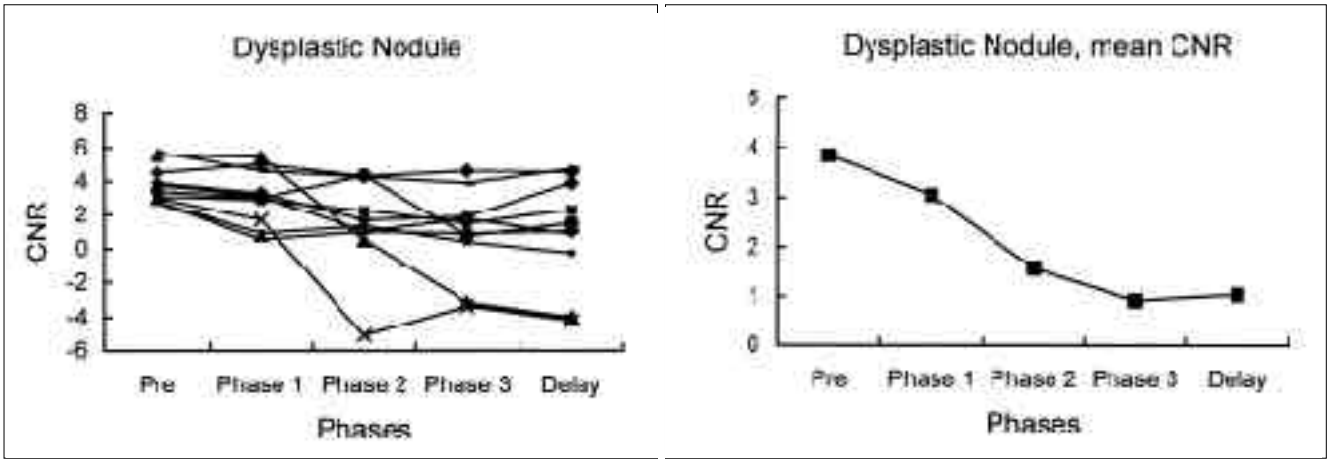
정도에 비해 통계적으로 유의하게 강하였다 ($p < 0.01$).

고 찰

조영전 자기공명영상에서 소간세포암은 일반적으로T2강조영상에서 고신호강도를 보이므로써 이형성결절과 구분된다고 알려져 왔다 (1,2). 그러나 최근 소간세포암이 T2강조영상에서 조직학적 등급에 따라 고신호강도를 나타내지 않는 경우도 상당수 있는 것으로 보고 되었다 (4,5,9). Edmondson등급 2 이상에서는 고신호강도를 보이고, 등급 1에서는 등신호나 저신호강도를 보인다. 이형성결절은 T1강조영상에서 고신호강도를 나타내나, 소간세포암에서도 특히 분화가 좋은 Edmondson 등급 1에서는 고신호강도를 보이는 경우가 적지 않다. 따라서, 조영전 자기공명영상에서 이 두 결절을 구분하는 것은 T2강조영상에서 고신호강도를 보이지 않는 경우에서는 어렵다고 할 수 있으며, 특히 T1강조영상에서 고신호강도를 보이는 경우 더욱 그러하다 (Fig. 3).

소간세포암이 T1강조영상에서 고신호강도를 보이는 이유에 대해서는 아직도 확실히 정립되지 않았다. (1,3,4,10-12). 종양세포의 지방변성, 투명세포 (clear cell)형성으로 인한 당원 (glycogen)함량 증가, 구리침착, 출혈 등으로 결절이 고신호강도를 보인다고 설명하거나, 또는 간경변과 관련된 간 실질에 철 침착, 섬유화, 부종 등으로 인한 간실질의 신호강도가 저하되어 상대적으로 결절이 고신호강도를 보인다고 설명하지만 모든 예에서 일치되는 사실은 아니다. 이형성결절에서도 T1 강조영상에서 고신호강도를 보이는 이유를 세포내 당원함량 증가, 지방침착 등으로 설명을 해보지만 아직 확실히 정립된 이론은 없으며 (1,2), 특히 지방침착에 대해서는 지방억제 기법에서 신호강도가 억제되지 않는 경우가 많은 것을 알 수 있다 (11). 저자들의 병원에서는 정해진 프로토콜 (protocol)에 의해 T1강조영상은 지방억제기법으로 시행되고 있는데, 본 연구의 모든 대상이 되는 결절들은 지방억제 T1강조영상에서 고신호강도를 보이고 있어 지방침착에 의한 고신호강도는 아닐 것으로 생각된다.

조영증강 역동자기공명영상은 각 시기별로 조영증강되는 정도와 양상으로써 결절의 혈류역학을 대변할 수 있으므로 감별에 도움이 된다 (6-8). 대부분의 소간세포암은 동맥기에 조영증강 되었다가 빨리 제거되며, 간혹 지연기에서 주변간에 비해 조영결손이나 피막조영을 보인다 (13,14). 그러나 원래 조영전 영상에서 고신호강도를 보이는 결절에서는 실제로 동맥기에서 주변간에 비해 조영증강 되는지에 대해서는 육안적으로 판단하기 힘든 경우가 있으며 또한 지연기에서도 조영결손이나 피막조영등이 없다면, 이 두 결절을 감별하기 어려운 경우가 있다 (Fig. 3). 실제로 본 연구에서 16예의 소간세포암 중 T2강조영상에서 고신호강도를 보이지 않고 등신호강도를 보였던 경우가 6예였고 (37.5%), 조영증강 역동자기공명영상에서도 지연기에 조영결손으로 보인 예는 3예 밖에 없었고, 나머지는 등신호강도가 10예, 고신호강도가 3예로 나타났고, 피막조영 소견은 한 예도 없었다. 지연기에서 조영결손을 보였던 3예는 T2강조영상에서 고신호강도를 보였던 경우였다. 따라서, T2강조영상에서 등신호강도를 보였던 6예 (37.5%)에서 이형성결절과 구별이 어려웠다. 저자들은 조영증강 역동자기공명영상에서 각 시기별로 결절 대 주변간의 신호강도비를 측정하므로써 소간세포암의 경우 대부분 (14/16, 87.5%) 동맥기에서 결절 대 주변간의 신호강도비가 절정을 이루고 급격히 감소하는 경향을 보여 과혈관성을 정량적으로 분석할 수 있었다. 이형성결절의 경우는 대부분 (9/10, 90%) 동맥기의 결절 대 주변간의 신호강도비가 조영전에 비해 높아지지 못하고 점차 낮은 신호강도비로 서서히 이행되는 양상을 보여 과혈관성이 없슴을 정량적으로 분석할 수 있었다. 이러한 소견들은 간혈관 조영술에서 종양염색 여부와 추적 리피오돌 전산화단층촬영에서 리피오돌의 결절성 집적 여부와 잘 연관되어 소간세포암과 이형성결절의 감별에 도움이 되었다. 2개의 소간세포암에서 제 1기에서 최대 신호강도비를 보이지 않는 경우가 있었다. 그 이유로서 작고 분화가 좋은 소간세포암의 경우 과혈관성을 보이지 않을 수도



A B

Fig. 2. The CNR versus phase of dysplastic nodule.
This figure shows CNR of 10 dysplastic nodules (A) and the mean CNR curve (B). Dysplastic nodule showed no peak CNR at phase 1 compared to small hepatocellular carcinoma. The CNR in subsequent phases gradually decreased.

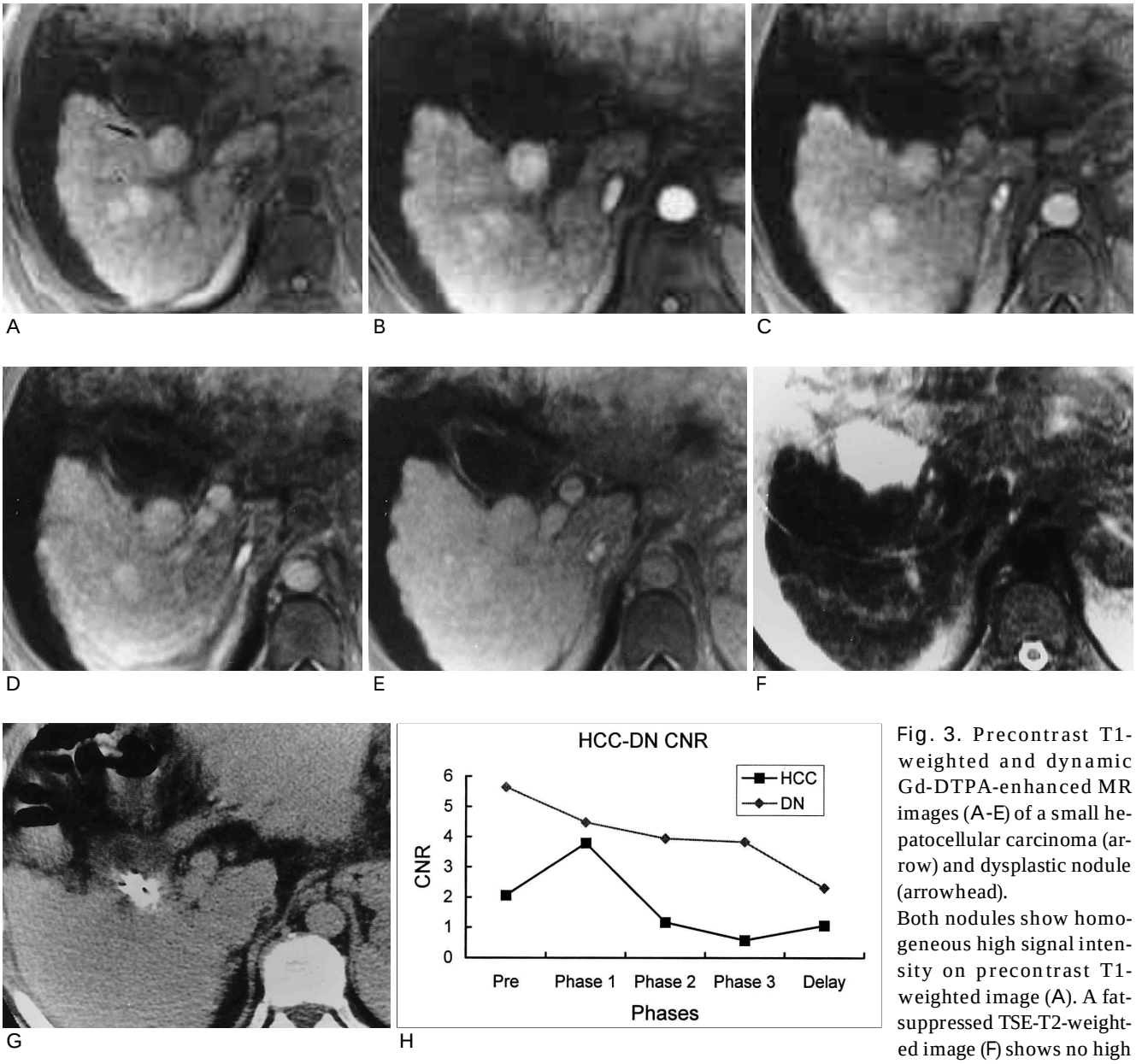


Fig. 3. Precontrast T1-weighted and dynamic Gd-DTPA-enhanced MR images (A-E) of a small hepatocellular carcinoma (arrow) and dysplastic nodule (arrowhead).
Both nodules show homogeneous high signal intensity on precontrast T1-weighted image (A). A fat-suppressed TSE-T2-weighted image (F) shows no high signal intensity for these nodules. The degree of visual enhancement is not overt on dynamic study (B-D) and there is no contrast wash-out or capsular enhancement on delayed image (E). However, the CNR versus phase curve shows a rapid increase in CNR at phase 1 in small hepatocellular carcinoma (H) correlated with lipiodol CT scan (G) and no peak of CNR in dysplastic nodule (H).

있다 (8,15). 그러나, 이들의 경우는 간혈관조영술에서 종양염색이 있었고 리피오돌 전산화단층촬영에서 결절성 집적이 있었으므로 분명한 과혈관성 결절로 생각되었는데도 결절 대 주변간의 신호강도비가 제 1기에서 절정을 이루지 않은 것은 혈행시간 (circulation time)이 맞지 않아 너무 조기에 영상화 되었기 때문으로 생각된다. 제 2기에서 약간 절정을 이루는 것이 그 증거라 할 수 있다. 이형성결절 중 1예에서 조영전에 비해 제 1기에서 약간 높은 신호강도비를 보여 주변간에 비해 조영증강 되는 것으로 분석되었다. 그러나, 간혈관조영술에서 종양염색이 없었고 리피오돌 전산화단층촬영에서 리피오돌 집적이 없었다. 이 예의 경우는 병리조직학적 진단이 안된 상태이므로 소간세포암과 이형성결절의 가능성이 모두 있다. 즉, 간혈관조영술이나 리피오돌 전산화단층촬영에서 종양염색이나 리피오돌 집적이 안될 정도의 분화가 좋은 소간세포암일 가능성도 있고 (8,15), 또한 이형성결절 중 드물지만 동맥혈공급이 주변간보다 증가되어 있는 경우일 수도 있다 (16-18). 간경변 환자에서 결절이 발견되었을 때 재생결절, 이형성결절, 그리고 소간세포암의 가능성이 모두 있으며, 병리조직학적으로 진단이 안된 상태에서는 추적영상에서 결절의 크기나 성상의 변화여부로써 판단하게 되는데 (19), 이 예의 경우 16개월간 추적검사에서 결절의 크기나 성상의 변화가 없었으므로 현재로써는 이형성결절로 보는 것이 타당할 것으로 생각된다.

이 연구의 한계점은 3예를 제외한 23예에서 조직학적으로 확인되지 않았다는 것인데, 간혈관조영술과 리피오돌 전산화 단층촬영 그리고 1년 이상 (12-26개월, 평균 16개월)동안 자기공명영상, 전산화단층촬영, 초음파등을 이용한 추적검사를 하였기 때문에 영상소견만으로도 어느정도 진단이 가능하다고 생각한다. 즉, 본 연구에서의 추적검사 기간에 대한 근거는, 이형성결절 내부에서 간세포암으로의 변성이나 간실질에서 간세포암의 발생은 최소한 3-6개월 내에 이루어진다고 하며, 따라서 3-4개월 간격으로 추적검사를 2-3회 반복하였을 때 결절의 크기나 성상의 변화여부로써 간세포암과 이형성결절을 임상 및 영상적으로 예견할 수 있다는데 있다 (19, 20).

결론적으로, 조영증강 역동자기공명영상에서 병소 대 주변간의 조영증강 정도에 대한 신호강도비의 정량적 분석은 T1 강조영상에서 고신호강도를 보이는 소간세포암과 이형성결절의 감별에 도움이 된다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Ebara M, Ohto M, Watanabe Y, et al. Diagnosis of small hepatocellular carcinoma : correlation of MR imaging and tumor histologic studies. *Radiology* 1986;159:371-377
2. Matsui O, Kadoya M, Kameyama T, et al. Adenomatous hyperplastic nodules in the cirrhotic liver : differentiation from hepatocellular carcinoma with MR imaging. *Radiology* 1989;173:123-126
3. Ebara M, Watanabe S, Kita K, et al. MR imaging of small hepatocellular carcinoma : effect of intratumoral copper content on signal intensity. *Radiology* 1991;180:617-621
4. Kadoya M, Matsui O, Takashima T, Nonomura A. Hepatocellular carcinoma : correlation of MR imaging and histopathologic findings. *Radiology* 1992;183:819-825
5. Inoue E, Kuroda C, Fujita M, et al. MR features of various histological grades of small hepatocellular carcinoma. *J Comput Assist Tomogr* 1993;17:75-79
6. Mirowitz SA, Lee JKT, Butierrez E, et al. Dynamic gadolinium-enhanced rapid acquisition spin echo MR imaging of the liver. *Radiology* 1991;179:371-376
7. Ito K, Choji T, Nakada T, et al. Multislice dynamic MRI of hepatic tumors. *J Comput Assist Tomogr* 1993;17:390-394
8. Yamashita Y, Fan ZM, Yamamoto H, et al. Spin echo and dynamic gadolinium-enhanced FLASH MR imaging of hepatocellular carcinoma : correlation with histopathologic findings. *J Magn Reson Imaging* 1994;4:83-90
9. Inoue E, Kuroda C, Narumi Y, et al. Magnetic resonance imaging-histologic correlation of small hepatocellular carcinomas and adenomatous hyperplasias. *Invest Radiol* 1993;28:691-697
10. Muramatsu Y, Nawano S, Takayasu K, et al. Early hepatocellular carcinoma : MR imaging. *Radiology* 1991;181:209-213
11. Mitchell DG, Palazzo J, Hann H-WYL, Rifkin MD, Burk DL Jr, Rubin R. Hepatocellular tumors with high signal on T1-weighted MR images : chemical shift MR imaging and histologic correlation. *J Comput Assist Tomogr* 1991;15:762-769
12. Bartolozzi C, Lencioni R, Caramella D, et al. Correlations between magnetic resonance imaging and histopathologic findings in hepatocellular carcinoma. *Radiol Med* 1994;87:90-95
13. Yamashita Y, Hatanaka Y, Yamamoto H, et al. Differential diagnosis of focal liver lesions : role of spin-echo and contrast-enhanced dynamic MR imaging. *Radiology* 1994;193:59-65
14. Yamashita Y, Mitsuzaki K, Yi T, et al. Small hepatocellular carcinoma in patients with chronic liver damage : prospective comparison of detection with dynamic MR imaging and helical CT of the whole liver. *Radiology* 1996;200:79-84
15. Ikeda K, Saitoh S, Koida I, et al. Diagnosis and follow-up of small hepatocellular carcinoma with selective intraarterial digital subtraction angiography. *Hepatology* 1993;17:1003-1007
16. Matsui O, Kadoya M, Kameyama T, et al. Benign and malignant nodules in cirrhotic livers : distinction based on blood supply. *Radiology* 1991;178:493-497
17. Park YN, Yang CP, Fernandez GJ, Cubukcu O, Thung SN, Theise ND. Neoangiogenesis and sinusoidal capillarization in dysplastic nodules of the liver. *Am J Surg Pathol* 1998;22:656-662
18. Krinsky GA, Theise ND, Rofsky NM, Mizrachi H, Tepperman NW, Weinreb JC. Dysplastic nodules in cirrhotic liver: arterial phase enhancement at CT and MR imaging a case report. *Radiology* 1998; 209:461-464
19. Takayama T, Makuuchi M, Hirohashi S, et al. Malignant transformation of adenomatous hyperplasia to hepatocellular carcinoma. *Lancet* 1990;336:1150-1153
20. Theise ND. Macroregenerative (dysplastic) nodules and hepatocarcinogenesis : theoretical and clinical considerations. *Semin Liver Dis* 1995;15:360-371

J Korean Radiol Soc 1999;40:1153-1158

Focal Hepatic Nodules with High Signal Intensity on T1-weighted MR Imaging : Differentiation of Small Hepatocellular Carcinoma from Dysplastic Nodule by Quantitative Analysis of Multi-phase Contrast-enhanced Dynamic MR Imaging[1]

Kwang-Hun Lee, M.D., Jeong-Sik Yu, M.D., Ki Whang Kim, M.D., Nariya Cho, M.D., Mi-Gyoung Jeong, M.D., Jai Keun Kim, M.D.

[1]Department of Diagnostic Radiology, Research Institute of Radiological Science, Yonsei University College of Medicine, Seoul, South Korea

Purpose : To evaluate the usefulness of quantitative analysis of the degree of enhancement in dynamic MR imaging used to differentiate dysplastic nodule (DN) from small hepatocellular carcinoma (HCC), both of which show high signal intensity on T1-weighted images.

Materials and Methods : From 26 small HCCs and 71 DNs, all of which showed homogeneous high signal intensity on T1-weighted images among 42 patients with liver cirrhosis, we selected 16 small HCCs and 10 DNs of more than 1cm in diameter which were diagnosed by biopsy and follow-up imaging. Dynamic MR imaging of the entire liver was obtained using the breath-hold technique at postinjection 10 sec. (phase 1), 35 sec. (phase 2), 60 sec. (phase 3), and 5 min. (delayed) after intravenous manual injection of Gd-DTPA (0.1 mmol/kg) at a velocity of 3-4 cc/sec. Nodule-to-liver contrast-to-noise ratios (CNR) during each phase were calculated by measurement of the region of interest.

Results : On precontrast T1-weighted images, the mean CNR of small HCCs was 2.873, and that of DNs was 3.854, there was thus no significant statistical difference ($p > 0.01$). On postcontrast images, the CNR of small HCCs during each phase was 5.565, 3.790, 1.704, and 1.282, with peak CNR phase 1 and a mostly decreasing trend thereafter. However, the CNR of DNs during each phase was 3.053, 1.561, 0.919, and 1.038 ; there was thus showed no significant increase during phase 1 in comparison with the CNRs seen on precontrast images. During the precontrast stage and phase 1, the average difference in CNR was 2.691 for small HCCs and 0.801 for DNs the difference was thus significant ($p < 0.01$).

Conclusion : Quantitative analysis of CNR, reflecting the degree of nodule-to-liver enhancement in dynamic MR imaging, was found to be useful for the differentiation of small HCCs from DNs, both of which show high signal intensity on T1-weighted images.

Index words : Liver, neoplasms
Liver, MR

Address reprint requests to : Jeong-Sik Yu, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine, YongDong Severance Hospital, #146-92 Dokok-Dong, Kangnam-Ku, Seoul, 135-270, South Korea.
Tel . 82-2-3497-3510 Fax . 82-2-3462-5472 E-mail. yjsrad97@yumc.yonsei.ac.kr