

화학적 포화 호흡정지 급속 자기공명영상에서 국소적 간지방변의 특성화

김동국¹, 유정식¹, 김기황¹, 김태훈¹, 조병준¹, 오세정¹, 안창수¹, 김지형¹

목 적 : 초음파에서 의심된 국소적 간지방변을 진단함에 있어 화학적 포화 방식의 지방억제를 포함한 호흡정지 급속 자기공명영상의 유용성을 알아보기 위함이다.

대상 및 방법 : 초음파검사에서 발견된 국소 간지방변의 진단을 위해 자기공명영상을 촬영할 때 별도의 parameter 조정 없이 지방억제 전후의 영상을 얻을 수 있는 화학적 포화방식의 영상을 추가하였을 때 국소지방변 전체에 걸쳐 균일한 신호강도의 변화가 있었던 환자 13명을 대상으로 하였다. 지방억제 전후의 영상을 fast low-angle shot (FLASH) sequence를 이용한 T1강조영상과 turbo spin-echo sequence를 이용한 T2강조영상으로 호흡정지중의 급속영상을 얻었으며 각각의 지방변에 대해 지방억제 전후의 T1강조영상과 T2강조영상에서 주변 간실질에 대해 상대적인 신호강도의 증감과 초음파 소견상의 에코의 증감을 비교하였다.

결 과 : T1이나 T2강조영상에서 신호강도가 지방억제 후 감소했던 환자는 7명이었으며 이 중 3명은 지방억제 후의 T1강조영상에서만 신호강도가 감소하였으며 7명 모두 초음파상 고에코의 국소지방변과 일치하여 국소지방침착 소견과 일치하였다. 지방억제 후 T2강조영상에서만 주변 간실질에 비해 신호강도가 높았던 2명을 포함하여 지방억제 후 T1과 T2강조영상에서 신호강도가 상대적으로 높아 보였던 6명은 모두 초음파에서 저에코의 지방변을 가지고 있어서 국소지방결여와 잘 일치하였다. 국소지방침착의 경우 지방억제 후 T1강조영상의 신호강도의 감소가 T2강조영상에서의 변화에 비해 컸으며($P=0.0002$) 국소지방결여의 경우는 T2강조영상에서의 변화가 T1강조영상에 비해 상대적으로 현저하였다($P=0.042$).

결 론 : 호흡정지 급속영상방법의 T1과 T2강조영상에서 공히 화학적 포화방식을 이용한 지방억제 전후의 영상을 얻으면 초음파에서 발견된 국소지방변을 간지방변화로 특성화하기에 충분할 것이다.

서 론

국소 간지방침착과 지방결여는 고위험군 환자에서 악성질환과의 구분이 필요한 가성병변으로 인식되어 왔으며 특히 초음파에서 발견된 결절형 병변은 감별이 용이하지 않았다(1, 2). 지방침착과 관련된 가성병변은 CT나 초음파에서 담낭주위, 변연지역, 간문부, 겸상인대 주변부 등에서 발견되는 경향이 많으며 주위 구조를 이동시키지 않고 내부로 혈관이 지나가는 등의 비종양성 양상으로 구분이 가능하다고 하였다(3-6). 하지만

이러한 기준으로는 부족함이 있고 특히 비전형적 위치의 병변에서는 감별이 어려운게 사실이다(1, 2). 최근 자기공명영상이 이러한 간지방변의 진단에 결정적 역할을 할수 있다는 연구결과가 있었으나 기존의 T1, T2강조영상만으로도 간지방변으로 구분이 가능한지는 저자마다 의견이 달랐다(4, 7). 오히려 화학천이(chemical shift)방식을 이용한 in-phase and opposed-phase영상이 간지방변을 진단하는 데 더 도움이 된다고 하였다(7, 8). 이에 본 저자들은 최근들어 간에 대한 자기공명영상을 위해 일반적으로 적용되고 있는 호흡정지 급속영상의 protocol내에 정형화되어 있는 화학적 포화방법을 이용한 지방억

대한자기공명의과학회지 1:135-141(1997)

¹ 연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

통신저자: 김동국 서울시 강남구 도곡동 146-92 영동세브란스병원 진단방사선과학교실

Tel. 82-2-3497-3515 Fax. 82-2-3462-5472

제 전후의 자기공명영상방법이 악성종양의 고위험군 환자의 초음파상에서 발견된 국소병변을 악성종양이 아닌 국소 간지방침착이나 국소지방결여로 감별진단하기에 충분한지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 10월부터 1996년 10월까지 본원에서 간병변의 진단을 위해 자기공명영상을 시행한 180명을 대상으로 영상 분석을 하였으며 그 중 정확적 포화 방식을 이용한 지방억제 전후의 영상간에 국소 병변 전체에 걸쳐 균일한 신호강도의 변화가 있고 초음파 소견의 비교가 가능했던 13명의 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자 13명중 남자가 7명, 여자가 6명이었으며 나이는 31세에서 61세의 분포를 보였다. 이들중 4명이 위암수술력, 4명은 간경화, 2명은 지방간, 1명은 유방암 수술력, 1명은 대장암 수술력, 1명은 혈관종으로 추적관찰중인 환자로서 대부분이 간내에 간세포암이나 전이암의 발생 가능성이 있는 고위험군의 환자였다. 모든 환자가 하나의 병변을 가지고 있었으며 Couinaud의 간분엽 구분법에 따라 위치는 S4에 5개, S2에 2개, S1, S5, S6, S7, S8에 각기 한개였고 나머지 한명의 병변은 간의 앞쪽 분엽에 광범위하게 위치하였다. 크기는 1-10cm(평균 2.5cm)으로 다양하였다.

자기공명영상은 1.5T 초전도형 자기공명 영상장치(Magnetom VISION ; Siemens, Erlangen, Germany)와 phased-array surface coil을 이용하였다. T1영상으로 fast low-angle shot(이하 FLASH)(TR/TE, 118. 1msec/4.1msec ; flip angle, 80° ; matrix, 117-140×256 ; field of view 30-31cm)를 이용하였으며 T2강조영상은 breath-hold turbo spin-echo (TSE)(TR/TE, 4060/138 ; matrix, 116×256 ; field of view, 30-31cm)로 얻었다. 두 방법 모두 절편두께는 8-10 mm, 절편간격은 2mm, 신호 평균 횡수(number of signal averaging : NSA)는 1회로 하여 한번의 호흡정지 16-20초중 14-15개의 간전체 횡단면 영상을 얻었다. 각각의 방법에서 지방억제 전후의 영상을 얻기 위해 Siemens chemical fat satu-

ration standard protocol을 사용하였으며 물과 지방의 공명 세차주파수 차를 이용하여 기존의 pulse sequence 앞에 지방 주파수 특이적 pre-pulse로 지방 신호를 분산시키고 물의 신호만을 받아들이는 방식을 사용하였다(9). 또한 모든 환자에서 지방억제 FLASH(TR/TE, 118.1/4.1, 80° flip angle)방법을 이용하여 다단계 역동적 조영증강영상을 얻었다.

각각의 영상에서 병변의 신호강도 결정은 환자의 임상정보를 알지 못하는 2명의 방사선과의사의 합의에 의해 육안으로 관찰된 병변의 신호강도에 따라 주변 간실질과 비교하여 고신호강도에 2점, 균등신호강도에 1점, 저신호강도에 0점을 주어 점수화 하였다. 각각의 병변에 대해 지방억제 전후의 T1강조영상과 T2강조영상에서의 신호강도 점수의 증감과 초음파 소견상의 에코의 증감을 비교하였다. 신호강도 점수가 증가하는 군과 감소하는 군에서 각각 T1과 T2강조영상 사이에서 신호강도 변화에 차이가 있는지를 t-test를 이용하여 점수변화의 총합으로 알아보았다. 간암, 전이암, 혈관종 등 다른 질환의 배제를 위해 역동적 영상을 같이 검토 하였다.

결 과

초음파상 발견된 병변은 모든 환자에서 병변의 균일한 에코의 증가나 감소가 있었고 역동적 자기공명영상에서 조영증강되는 병변은 없었다. 자기공명영상에서 지방억제 후 T1 또는 T2 강조영상에서 신호강도의 변화가 있을 때 신호강도 점수가 감소하는 방향이면 지방침착으로, 증가하는 방향일때는 지방결여로 진단하였다.

지방억제전후의 영상비교상 자기공명영상에서 지방억제 이후에 신호강도가 감소하여 지방침착으로 간주된 경우는 모두 7개였다. 이들 중 5개(70%)가 지방억제 이전의 T1강조영상에서는 고신호강도로 보였고 2개는 주변 간실질과 구분이 되지 않았다. 지방억제 이전의 T2강조영상에서는 4개(57%)가 고신호강도로 보였으며 다른 3개는 주변간실질과 구별되지 않았다. 7개의 병변 모두 초음파에서 균일한 에코의 증가가 있었다. 지방억제 이후 신호강도 점수가 증가하여 지방결여로 간주되었던

Table 1. Scores of Signal Intensity in 3-grade Scale for the Lesions Regarded as Fat Infiltration(n=7).

Location	Size	T1	FS	SI Change	T2	FS	SI Change
S4(peripheral)	4cm	2	0	2	2	1	1
S1(peripheral)	2cm	2	0	2	2	1	1
S7(parenchyma)	2cm	2	0	2	2	1	1
S4(peripheral)	1cm	2	0	2	2	1	1
S4(peripheral)	1cm	2	0	2	1	1	0
S4(falciform lig)	1cm	1	0	1	1	1	0
S6(peripheral)	1cm	1	0	1	1	1	0
Total				12*			4*

* All lesions had diffuse echogenic sonographic finding.

* Signal intensity(score) ; high(2), iso(1), low(0).

* FS ; fat suppression, SI ; signal intensity.

* SI changes of T1 were superior than T2(p=0.0002).

경우는 모두 6개로 지방억제 이전의 T1강조영상에서 4개(67%)가 저신호강도로, T2강조영상에서는 4개(67%)가 저신호강도로 보였다. 6개 병변 모두 초음파에서 균일한 에코의 감소가 있었다. T1강조영상과 T2강조영상 모두에서 지방억제 이후에 신호강도의 변화가 있었던 병변은 13개중 8개였다.

지방침착의 경우 지방억제후 T1강조영상의 신호강도 점수감소가 총 12점으로 T2강조영상의 총 4점보다 더 컸으며(P<0.05) 지방결여의 경우에는 지방억제후 T2강조영상의 신호강도 점수증가 총 9점으로 T1강조영상의 총 4점보다 더 컸다(P<0.05).

고 찰

전형적인 위치에 있는 간지방 침착은 경계가 불분명하고 중앙 효과가 없으며 비구형이고 CT에서 물의 density와 유사한 특성을 가지고 있으며 국소적 또는 불규칙, 광범위할 수 있고 지속적이거나 나중에 사라질 수도 있다고 하였다(2). 하지만 이미 알고 있는 전형적인 위치에 있다하더라도 고위험군환자의 경우와 다수의 병변일 경우, 구형일 때, 고 density일 경우등은 간세포암과 간혈관종, 전이암, 간농양, 그외 양성종양과의 구분이 쉽지 않다. 간 Scintigraphy에서 colloid의 결손이 없는 것이 간 지방 침착을 짐작하는데 도움을 줄 수 있다고 하였지만 침습적인 간동맥 조영술이나 간조직검사까지 시행해야 한다는 의견도 있다(1, 2).

국소 지방침착의 원인으로 비만, alcoholic abuse, 당뇨, 임신, 기아, 스테로이드 약제, 화학 요법, 호르몬 이상, 과장맥 영양투입, 선천적 대사이상, 공회장 우회 수술후, Cystic fibrosis 등으로 알려져 있다. 구체적인 기전으로 국소저산소증에 의한 변화라는 주장이 있으며(10) 또 간변연과 담낭주위 병변들은 Portosystemic vein에 의한 체정맥으로의 혈류배출이 원인이라고 하였다(11, 12). 하지만 간이 저산소증에 덜 민감하다는 의견이 있으며(13) 국소 지방결여병변의 연구들에서도 전신 정맥으로의 혈류배출의 증가와 문맥혈의 감소로 인한 동맥혈의 공급증가가 유발원인이 될수있다고하여 국소지방침착과 비슷한 원리로 설명하려 하기도 했다(11, 14). Rendon 등은 완전히

설명할 수는 없으나 전신정맥으로의 혈류배출증가가 환자마다의 상황에 따라 다른 결과를 초래한 것이라고 주장하였으며 이에대한 연구는 앞으로 더 필요할것으로 사료된다(15).

일반적으로 자기공명영상에서 지방은 T1이 낮고 T2가 주위 간조직보다 높아서 지방이 많을수록 T1은 감소하고 T2는 증가하며 일반적으로는 간의 지방침착은 T1강조영상과 T2강조영상에서 모두 높은 신호강도를 보인다고 하였다(4, 7). 하지만 기존의 spin-echo sequence영상과 지방억제 영상과의 비교로 지방침착을 확실히 구분하는 방법들이 연구되었으며 크게 물과 지방의 공명세차주파수 차(1.5T에서 3.5ppm, 220Hz)를 이용한 chemical shift 방식과 지방의 T1 recovery time이 물보다 적은 성질을 이용한 inversion recovery 방식이 있다. Chemical shift를 이용한 방식중에는 지방주파수에 특이적인 low amplitude, long duration의 prepulse로 지방신호를 분산시킨 후 물주파수의 신호만 받아들이는 화학 포화방식과(8, 9) 기존의 sequence로 물과 지방신호를 같이 받아들이는 in-phase영상과 180° refocusing pulse를 echo time의 중심에서 옮겨서 물과 지방의 phase를 서로 반대로 하여 이들의 차를 받아들이는 opposed-phase영상을 비교하는 방식이 있다. 화학 포화 방식이 지방만의 신호를 억제하는데 반해 oppsed-phase영상은 지방과 물의 신호차이를 나타내므로 작은 양의 지방까지 알 수 있는 민감성에 있어서는 화학포화방식보다 우월하다고 하였다. 또한 화학포화 방식이 자장의 불균일성에 민감하다는 단점도 지적될 수 있다(8, 15). 하지만 간에 대해서 최상의 T1, T2영상을 얻기 위해 정형화된 sequence를 별다른 parameter의 조정 없이 chemical saturation을 위한 pre-pulse만을 추가하여 이용할 수 있는 장점은 사용의 편리함과 함께 본 연구의 결과에서 보듯이 지방침착의 불균일에서 초래된 가성병변에서 그 신호강도의 변화를 충분히 감별해 낼 수 있다는 면에서 적용가치가 있다고 본다. 한편 저자들의 결과에서 지방억제 전 후의 T1강조영상에서만 변화가 관찰되고 혹은 T2강조영상에서는 변화가 없었던 지방침착이 있었고 그 반대로 지방억제 전 후의 T1강조영상에서는 변화가 없었으나 T2강조영상에서는 변화가 보였던 지방결여가 있었다. 그러한 차이에 대한 기전을 정확히 설명하기는 어려우나 지방침착시에는 지방억제후 신호강도의 감소가 있고

Table 2. Scores of Signal Intensity in 3-grade scales for the Lesions Regarded as Fat Sparing(n=6)

Location	Size	T1	FS	SI Change	T2	FS	SI Change
Left lobe	10cm	0	1	-1	0	1	-1
S2(peripheral)	4cm	0	1	-1	1	2	-1
S8(peripheral)	2cm	0	1	-1	0	2	-2
S5(GB bed)	1.8cm	1	1	0	0	2	-2
S2(parenchyma)	1.4cm	0	1	-1	0	2	-2
S4(peripheral)	1cm	1	1	0	1	2	-1
Total				-4*			-9*

* All lesions had diffuse echo-poor sonographic finding.

* Signal intensity(score); high(2), iso(1), low(0).

* FS ; fat suppression, SI ; signal intensity.

* SI changes of T2 were superior than T1(p=0.0422).

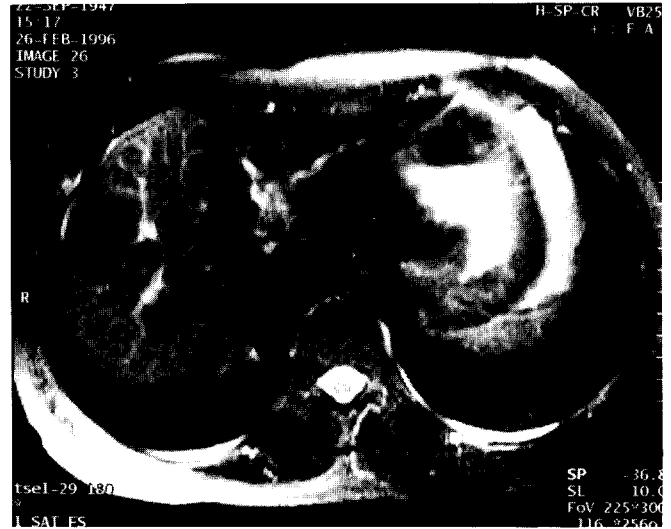
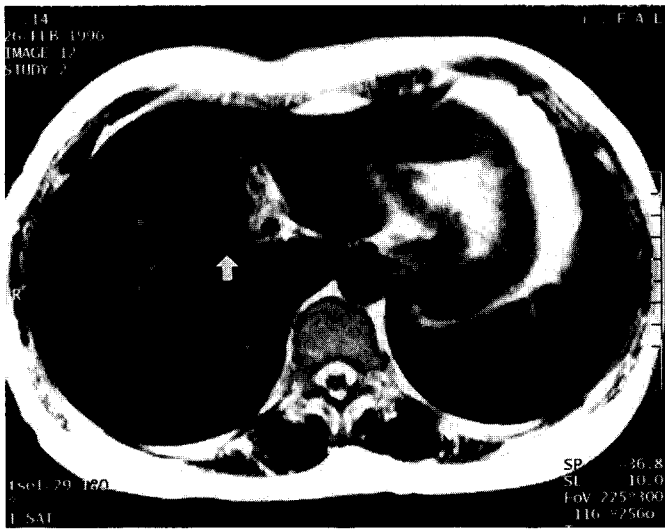
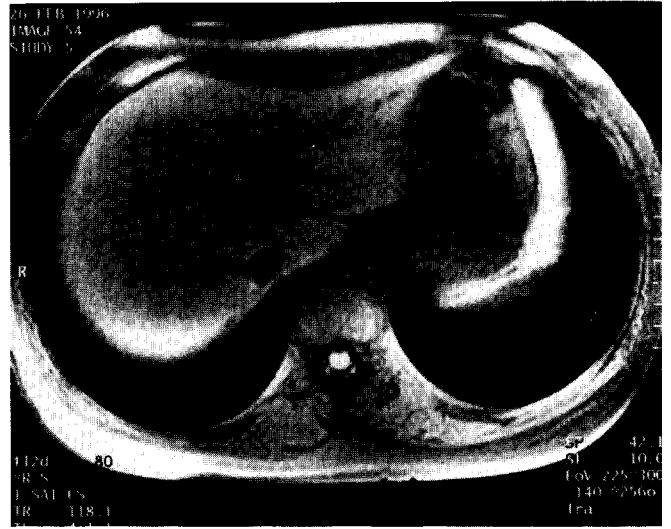
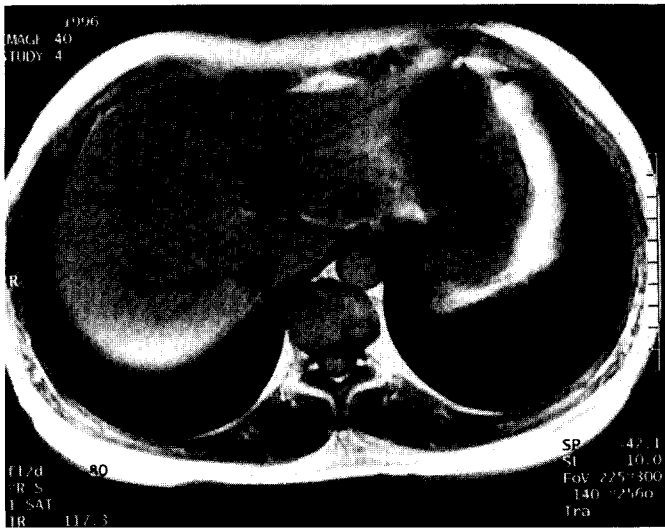


Fig. 1. 48 year-old female who had partial colectomy due to colon cancer and her liver lesion was regarded as fat infiltration.

a, b. Fast low angle shot (FLASH) image **(a)** shows high signal lesion of caudate lobe (black arrow) and fat suppression (FS) image **(b)** shows low signal intensity (black arrow).

c, d. Breath-hold turbo spin-echo (TSE) T2 image **(c)** shows high signal lesion (white arrow) and FS image **(d)** shows iso-signal intensity.

e. Ultrasonography shows echogenic lesion at caudate lobe.

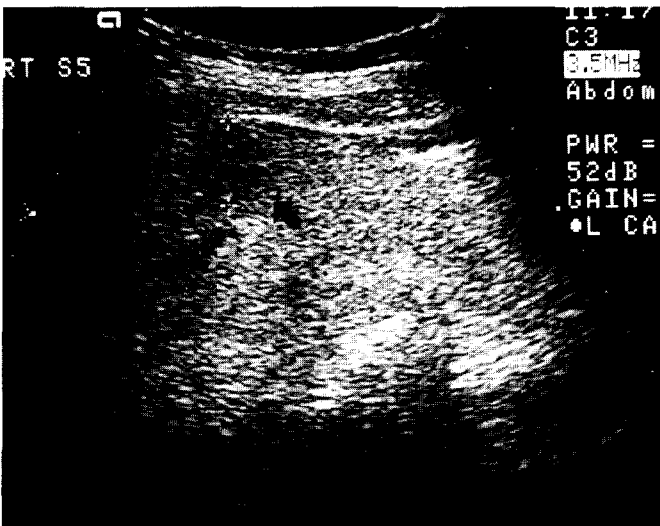
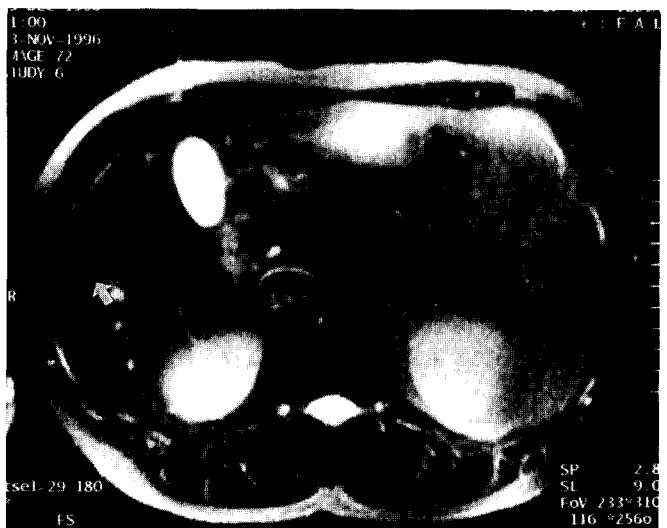
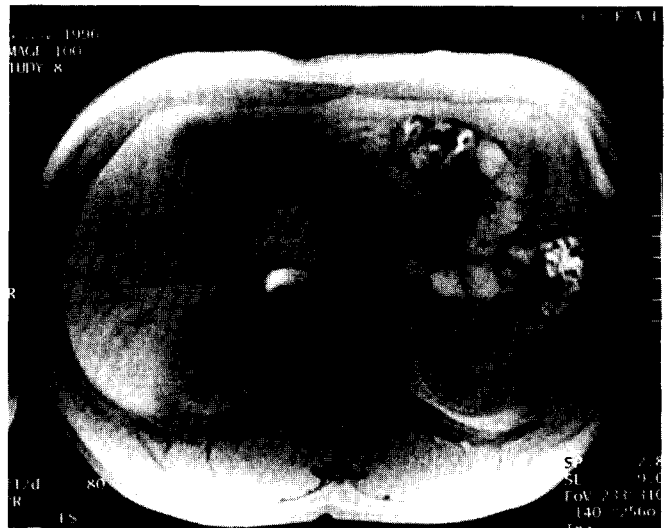
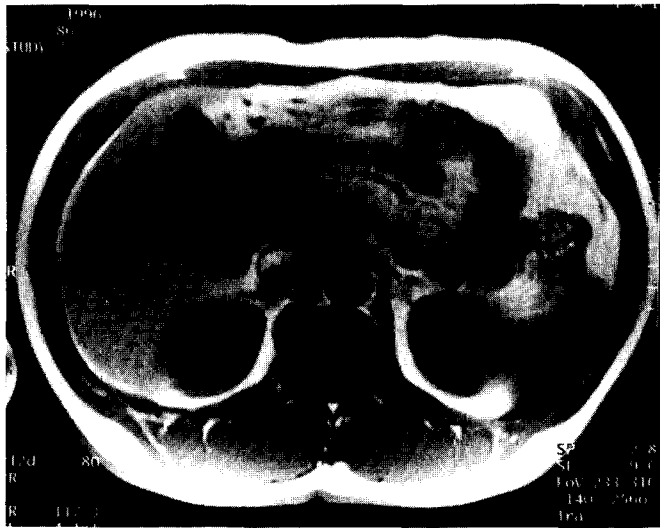


Fig. 2. 46 year-old male who was followed up due to fatty liver and his liver lesion was regarded as fat sparing.
a, b. FLASH T1 image (**a**) shows low signal lesion at subcapsular area of right lobe of liver (black arrow) and FS image (**b**) shows iso-signal intensity.
c, d. Breath-hold TSE T2 image (**c**) shows iso-signal lesion and FS image (**d**) shows high signal intensity(white arrow).
e. Ultrasonography shows echogenic lesion at right lobe of liver(black arrow).

주위 간의 신호강도가 T1강조영상이 T2강조영상보다 높으므로 지방억제후 T1강조영상에서 더 잘 구분되었고 지방결여시는 지방억제후 신호강도 증가를 주위 간의 신호강도가 낮은 T2에서 더 잘 볼수 있었던데 어느정도의 원인이 있었다고 본다. 결국 화학적 포화방식은 T1강조영상과 T2강조영상 모두에 적용하였을 때 영상 진단의 신뢰도를 높일 수 있으리라는 생각이다. 본 연구의 대상군은 특히 악성질환이 간에서 발견될 위험도가 높은 환자들이었으므로 악성질환과의 감별을 위해 조영제 주입 후 시행한 역동적 영상의 검토가 중요한 역할을 하였는데 특히 고른지방변성을 보일 수 있는 간세포암과의 구분에는 필수적이라고 생각한다(16). 한편 모든 지방억제 전 후의 영상은 근본적으로 병변내의 지방성분만을 감별해 낼 수 있고 그 외의 성분에 대해서는 추가할 정보가 없으며 일단 가상병변으로 진단했던 병변들은 더 이상의 병리적 확인이 불가능 하다는 점이 이 연구의 한계점으로 지적될 수 있겠다.

결론적으로 다른 parameter의 조절없이도 지방조직의 신호를 억제하는 pre-pulse만을 추가하여 얻어낸 급속 영상방식의 T1와 T2 지방억제영상에서 병변의 신호강도의 변화를 관찰함으로써 초음파에서 발견된 국소간병변을 국소적 지방침착이나 지방결여의 가상병변으로 특성화 할 수 있으므로 이는 자기공명영상의 한과정으로 충분히 가치가 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Carol KY, Robert AS. Focal fatty infiltration of the liver: simulating metastatic disease. *Radiology* 1986;159:83-84
2. Akita K, Shinichi S, Sadayuki M, et al. Focal fatty infiltration of the liver mimicking a tumor: sonographic and CT features. *JCAT* 1986; 10(2): 329-331
3. Yoshikawa J, Matsui O, Takashima T, et al. Focal fatty change of liver adjacent to the falciform ligament: CT and sonographic finding in five surgical confirmed case. *AJR* 1987;149:491-494
4. Thu HD, Diadier M, Thu NT, et al. Value of MR imaging in evaluating focal fatty infiltration of the liver: preliminary study. *Radiographics* 1991; 11: 1003-1012
5. Baker MK, Wenker JC, Cockeril EM, et al. Focal fatty infiltration of the liver: diagnostic imaging. *Radiographics* 1985; 5:923-939
6. Bashist B, Hecht NL, Houley WD, et al. Tomographic demonstration of rapid change in fatty infiltration of the liver. *Radiology* 1982; 142:691-692
7. Burkhard PK, Akihiro T, Yuji B, et al. Diagnosis of fatty liver with MR Imaging. *JMRI* 1992;2:463-471
8. Donald G, Mitche II. Focal manifestation of diffuse liver disease at MR imaging. *Radiology* 1992;85:1-11
9. Richard CS, Hedvig H, Susan KS, et al. Combined gadolinium-enhanced and fat-saturation MR imaging of renal masses. *Radiology* 1991;178:803-809
10. Brawer MK, Austin GE, Lewin KJ, et al. Focal fatty change of the liver: a hitherto poorly recognized entity. *Gastroenterology* 1980;78:247-252
11. Marchal G, Tshibwabwa-Tomba E, Verbeken E, et al. "Skip Area" in hepatic steatosis: a sonographic-angiographic study. *Gastrointestinal Radiology* 1986;11:151-157
12. Osamu M, Masumi K, Sino T, et al. Focal sparing of segment IV in fatty Livers shown by sonography and CT: correlation with aberrant gastric venous drainage. *AJR* 1995;164:1137-1140
13. Rendon CN, Vincent GM, Erik KP, et al. Aberrant venous drainage to the liver: imaging implication. *Radiology* 1995; 197:338-340
14. Kazumi A, Osamu M, Tsutomn T, et al. Focal spared area in portal flow. *AJR* 1988;151:300-302
15. Mitchell DM, Kim I, Chang TS, et al. Chemical shift phase-difference and suppression magnetic resonance imaging techniques in animals, phantoms, and humans: fatty liver. *Investigative Radiology* 1991;26:1041-1052
16. Julio M, Melcior S, Ahmed Z, et al. Fatty metamorphosis of HCC: detection with chemical shift Gradient-Echo MR imaging. *Radiology* 1995;195:125-130

Chemical Saturation Breath-hold Fast MR Imaging for Characterization of Regional Fatty Changes in Liver

Dong-Guk Kim, Jeong-Sik Yu, Ki Whang Kim, Tae-Hoon Kim,
Byung-June Jo, Sei Jung Oh, Chang Soo Ahn, Ji Hyung Kim

Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine

Purpose: To assess the usefulness of breath-hold fast MR imaging of liver with fat suppression (FS) by application of chemical saturation technique in the diagnosis of regional fatty changes suspected in sonography.

Materials and Methods: Thirteen patients who had focal lesions with diffuse, homogeneous signal changes after FS through chemical saturation technique without additional changes of imaging parameter during MR imaging of liver were selected. T1-weighted fast low-angle shot and T2-weighted turbo spin-echo sequences were obtained with or without FS during each single breath-holding session. Subjective changes of signal intensity between the pre-FS and the FS images were compared with the sonographic findings in each lesion.

Results: Seven lesions of decreased signal intensity after FS on T1 or T2-weighted images, including three lesions only at FS T1 images, were regarded as focal fat infiltration. All seven lesions had compatible sonographic findings as homogeneously echogenic areas. Another six lesions of subjectively increased signal intensity including two lesions only at FS T2 images were regarded as focal fat sparing. All six lesions had sonographic findings as homogenous echo poor areas suggesting focal fat sparing. In cases regarded as fat infiltration, score changes were more prominent at FS T1 images than FS T2 images ($p=0.0002$). In cases regarded as fat sparing, score changes were more prominent at FS T2 images than FS T1 images ($p=0.042$).

Conclusion: Breath-hold fast T1 and T2-weighted MR imaging with and without chemical saturation pre-pulse may be sufficient for characterization of regional fatty changes in the differential diagnosis of focal hepatic lesion found at sonography.

Index words: Liver, fatty ; Liver, MR ; Liver, US

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-Cu, Seoul 135-270, Korea. Tel. 82-2-3497-3515 Fax. 82-2-3462-5472