

# 국소적 간병변에 대한 자기공명영상에서의 고식적 스핀 에코 방식과 Fast Spin Echo 및 Fast Multiplanar Spoiled Gradient Recalled 영상의 비교<sup>1</sup>

최필식 · 김명진 · 김도중 · 이종태 · 유형식 · 정재준

**목 적:** 국소적 간 병변의 자기 공명 영상 (magnetic resonance imaging : MRI) 검사에서의 고식적 스핀 에코 방식과 fast spin echo (FSE) 방식 및 fast multiplanar spoiled gradient recalled (FM-PSPGR) 영상간의 병변에 대한 발견율 및 병소의 현저도를 비교하여 FSE 방식과 FM-PSPGR 방식이 고식적 스핀 에코 방식을 대체할 수 있는지 알아보았다.

**대상 및 방법:** 초음파나 CT 를 통해 간종괴가 의심 되었던 36명의 환자 (남 : 여 = 24 : 12, 평균 연령 54)들에 대하여 MRI를 시행하였다. MRI는 1.5T 영상 장치를 사용하였으며, 모든 환자에 대하여 고식적 스핀 에코 T1 (SE T1WI), T2 강조영상(SE T2WI)과 FSE 방식에 의한 T2 강조영상, FM-PSPGR 방식의 T1 강조영상 및 Gd-DTPA 조영후 FM-PSPGR 영상을 얻었다. 대상 환자는 원발성 간암이 16예, 혈관종 13예, 전이암 3예, 담관암 3예, 임파종 1예 등이었다. 종괴의 현저도와 발견률을 각 MR 영상에서 비교하여 보았다.

**결 과:** 전체 36명의 환자에서 총 63개의 종괴가 발견되었으며, Gd-FM-PSPGR 방식에서 63개(100%), 조영전 FM-PSPGR 62개(98%), SE T2WI 58개(92%), SE T1WI에서 56개(89%) FSE 54개(86%)가 관찰되었다. 고형종괴에 대한 대조대비(CNR)는 Gd-FM-PSPGR에서 가장 높았으며, 통계적으로 다른 영상 방식과 유의한 차이를 보였다. 혈관종에 있어서의 CNR은 SE T2WI가 가장 높았으며 SE T1WI와 유의한 차이를 보였다. 질적인 면에서는 Gd-FM-PSPGR방식이 고형종괴와 혈관종 병소 모두에서 우수한 결과를 나타내었다. FSE는 병소 발견률에서 SE T2WI보다 낮았으나 현저도 면에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

**결 론:** 국소성 간병소를 평가함에 있어서 호흡정지동안 얻은 조영전후의 FM-PSPGR방식은 SE T1WI를 대체할 수 있을것으로 생각한다. FSE는 SE T2WI와는 달리 호흡보상을 할 수 없어 상대적으로 병소 발견률이나 현저도에서 낮은 결과를 보여 SE T2WI를 FSE로 대체하기 힘들 것으로 생각되나, FM-PSPGR 방식과 Gd-FM-PSPGR 방식을 같이 사용하면 고식적 스핀 에코를 대체 할 수 있을것으로 생각한다.

## 서 론

일반적으로 고식적 스핀 에코 (spin echo : SE) 방식에 의한 T2 강조영상(T2WI)이 간종괴를 발견함에 있어 가장 예민한 검사방법으로 인정받아 왔으나(1, 2), MR 검사시 영상획득시간이 길고 호흡 및 장운동 등에 의한 인공유령물로 인한 영상질의 저하, 신호대잡음비의 감소등이 단점이 있었다. 이를 극복하기 위한 방법으로 다양한 급속영상방식이 사용되면서 임상적 유용성이 보고되었다(3-5). Fast spin echo (FSE) 방식이 근래 이용되고 있는데, 기존의 SE T2WI 보다 짧은 시간에 T2 강조영상을 얻을 수 있는

장점이 있으나 호흡보상을 할 수 없는 단점이 있다. 새로운 T1 강조영상인 FM-PSPGR이 최근 사용 되고 있는데, 숨을 참는 짧은 시간동안에 영상을 얻을 수가 있어서 호흡 등에 의한 인공유령물 없이 역동적인 조영영상을 얻을 수 있는 반면, pulsation artifact나 ring cancellation artifact 같은 단점이 있다(6). 국내에서의 흰쥐를 대상으로 한 연구에서의 실험적으로 유발한 간종괴의 발견율에서는 FSE와 FM-PSPGR이 우수하였고, 영상의 질적인 면에서는 FSE와 SE T1WI 영상이 비슷하게 우수하게 평가되었는데, 이 연구에서는 SE T2WI에서 호흡보상을 할 수 없었던 점과 심한 움직임에 의한 영향, 그리고 FM-PSPGR에서 호흡정지가 되지 않았던 제한점이 있었다(7).

저자 등은 실제 환자를 대상으로 SE 방식에 의한 T2WI 및 T1WI와 FSE에 의한 T2 강조영상 및 FM-PSPGR에 의한 T1 강조영상간에 국소적 간 병변에 대한 발견율과 현

<sup>1</sup>연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이 논문은 1995년 1월 12일 접수하여 1995년 3월 14일에 채택되었음

저도를 비교하여 FSE 방식과 FMPSPGR 방식이 고식적 스핀에코방식을 대체할 수 있는지 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

초음파나 CT 를 통해 간 종괴가 의심되어 MRI를 시행하였던 36명의 환자에게 대하여 SE 방식의 T1, T2 강조영상과 FSE 방식에 의한 T2 강조영상 그리고 조영전후의 FMPSPGR 방식의 T1 강조영상을 얻었다. 이들 환자는 남녀가 각각 24명, 12명 이었으며 평균 연령은 54세 였다. 대상환자 중 간암이 16예, 혈관종 13예, 전이암이 3예, 담관암 3예, 그리고 임파종이 1예였으며 조직학적 확진은 간암, 담관암과 임파종인 경우 경피세침흡인술 이나 수술로서 확진을 하였고 혈관종인 경우는 자기 공명 영상에서의 특징적인 소견이나 혈관 조영술, 동위 원소 검사등으로 확진을 하였으며, 3예인 전이암인 경우 이미 알고있는 원발성암의 추후 경과를 관찰하던중 간 종괴가 발견되었으며 추적검사를 통해 전이암으로 진단할 수 있었다.

MRI는 1.5T 장치로(Signa; GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) 하였고, 고식적 SE 방식의 T1WI 는 repetition time (TR) 400-700msec, echo time (TE)은 11-12msec 로 하여 신호 평균 (number of signal average: NSA)은 2회, matrix size는 256 × 192 로 하였고, SE 방식의 T2 강조영상은 repetition time (TR) 2000-2500 msec, echo time (TE)은 70-80msec, NSA 1회, matrix size는 256 × 192 로 하여 영상을 얻었다. 이때 평균 영상 획득시간은 각각 T1WI 에서 4분 8초, T2WI 에서 9분 15초가 소요되었다. FSE 에 의한 T2 강조영상은 TR 3500-4000msec, effective TE는 102-152msec 로 하여 NSA 는 2회, matrix size는 256 × 192 또는 256 × 256 로 하였고, FMPSPGR의 경우 TR 114.2-153.8msec, TE 2.2-2.7msec, 1 NSA, 256 × 192 matrix size로 하여 영상획득시간은 FSE에서 2분 55-4분 54초, FMPSPGR에서 15-26초가 소요되었으며, 평균은 각각 3분 12초 와 21초 였다. FMPSPGR에서는 Gd-DTPA 0.1mmol/kg를 정맥주사한 후 시행한 조영후의 영상(Gd-FMPSPGR)도 얻었다.

각 영상방식에서 발견된 종괴의 숫자를 비교하여 보았는데, 종괴의 유무가 분명치 않은 경우에는 두개 이상의 영상방식에서 보인 경우만 결과에 포함시켰으나 두 사람의 방사선과 의사가 관찰하여 종괴가 분명하다고 인정되는 경우는 한 영상방식에서만 관찰되었다라도 종괴로 인정하였다. 각 영상기법에 의해 발견된 종괴의 현저도를 비교하기 위하여 양적인 분석으로 간-종괴간의 대조도비(CNR)를 다음과 같은 공식에의하여 구하였다(3). 즉,  $CNR = (Sliver - Stumor) / NSD$  (Sliver: mean signal intensity of liver, Stumor: mean signal intensity of tumor, NSD: standard deviation of noise). 각각 종괴의 신호강도를 측정하기 위하여 region of interest를 종괴의 대부분의 면

적을 포함할 수 있도록 위치하여 측정하였으며, 잡음의 신호강도는 위상부호화 방향에서 가능한 넓은 범위를 측정하였고, 간의 신호강도는 혈관을 피하여 비교적 균등한 신호강도를 나타내는 곳에서 측정하였으며, 전체종괴를 혈관종과 나머지 고형종괴로 나누어 각 영상방식에서의 CNR을 비교하였다. 또한 각 영상방식에 의한 MRI의 질적인 면을 분석하기 위하여 호흡 및 박동 등에 의한 인공유령물과 해부학적 구조의 명확성 등을 고려하여 나타난 종괴의 명확성을 다음과 같은 주관적인 단계로 나누어 평가하였다. "관찰 불가능"; 병변이 보이지 않으나 다른 영상방식에서 분명한 경우, "불명확"; 종괴가 분명치 않으나 다른 영상방식과 비교할 때 관찰할 수 있는 경우, "발견가능"; 종괴를 관찰할 수 있으나 영상의 질이 만족하지 못한 경우, "명확"; 병변이 분명하고 영상의 질도 만족할 만한 경우 각 단계는 두사람의 방사선과 의사가 서로 상의하여 0에서 3까지 점수를 주어 비교하여 보았다. 통계학적 분석을 통해 각 영상방식에서 얻어진 CNR의 차이와 주관적 점수의 비교를 위하여 Wilcoxon signed ranks test 를 사용하여 유의성을 검증하였다.

## 결 과

MRI를 시행한 36명의 환자에게서 총 63개의 종괴가 발견되었으며, Gd-FMPSPGR 방식에서는 이들 63 개(100%)가 관찰되었으며, 조영전 FMPSPGR에서 62개(98%), SE T2WI에서 58개(92%), SE T1WI에서 56개(89%), 그리고 FSE에서 54개(86%)를 관찰하였다(Fig. 1).

각 영상에서 발견된 종괴의 평균 CNR은 Gd-FMPSP-

Table 1. Comparison of CNR in Overall Cases (n=63)

	CNR (mean ± SD)
Gd-FMPSPGR	8.67 ± 7.79
SE T2WI	8.13 ± 8.33
FMPSPGR	7.42 ± 4.64
FSE	6.54 ± 5.37
SE T1WI*	2.86 ± 2.18

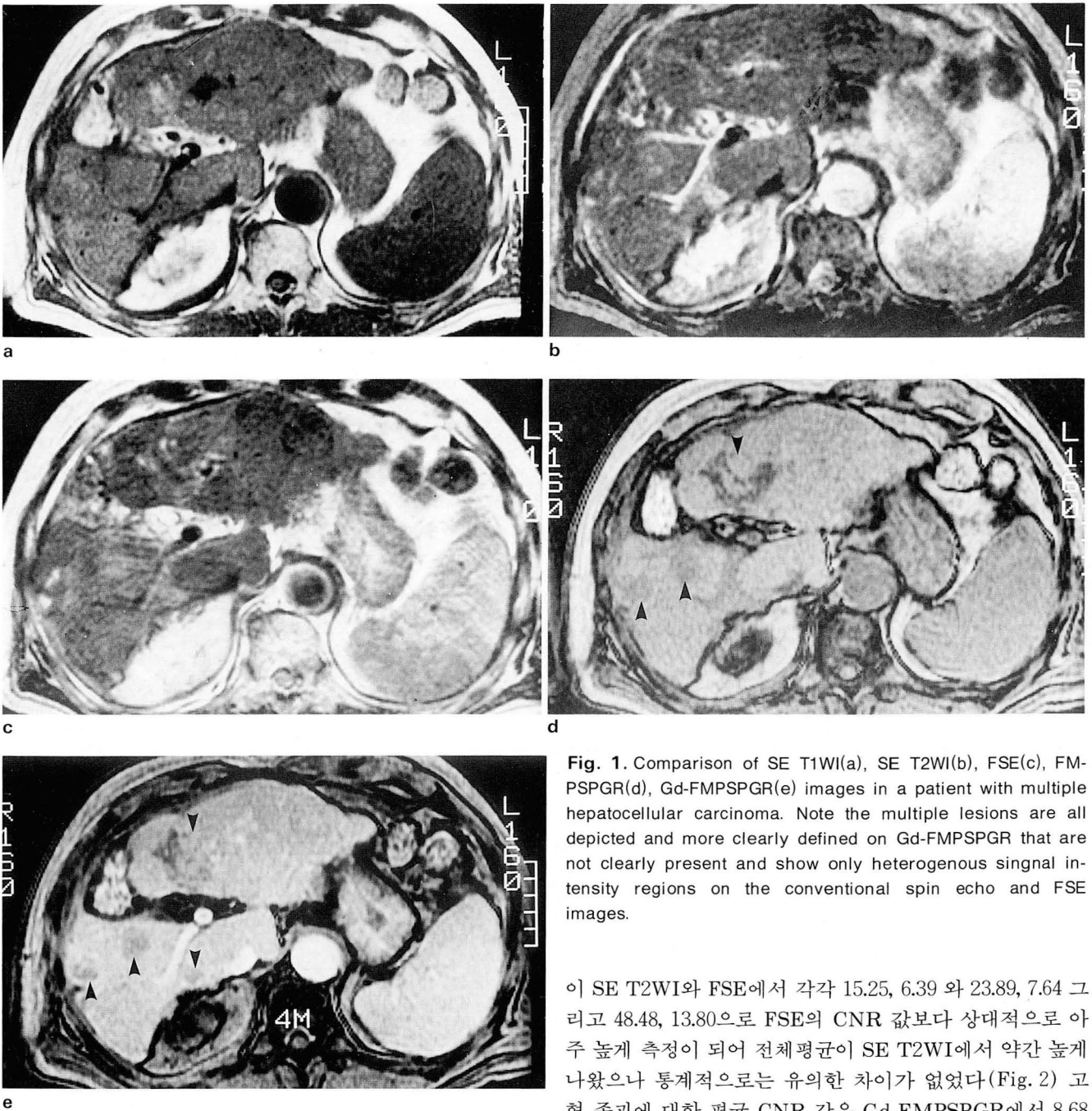
\*: P<.05 comparison of SE T1WI with other technique.  
Wilcoxon signed ranks test

Table 2. Comparison of CNR in Hemangiomas (n=26)

	CNR (mean ± SD)
SE T2WI	13.07 ± 10.49
FSE	10.39 ± 5.81
FMPSPGR	9.42 ± 5.16
Gd-FMPSPGR*	8.66 ± 7.38
SE T1WI**	3.27 ± 2.20

\*: P<.05 comparison of Gd-FMPSPGR with SE T2WI

\*\* : p<.05 comparison of SE T1WI with other technique.  
Wilcoxon signed ranks test



**Fig. 1.** Comparison of SE T1WI(a), SE T2WI(b), FSE(c), FM-PSPGR(d), Gd-FMPSPGR(e) images in a patient with multiple hepatocellular carcinoma. Note the multiple lesions are all depicted and more clearly defined on Gd-FMPSPGR that are not clearly present and show only heterogenous singnal intensity regions on the conventional spin echo and FSE images.

이 SE T2WI와 FSE에서 각각 15.25, 6.39 와 23.89, 7.64 그리고 48.48, 13.80으로 FSE의 CNR 값보다 상대적으로 아주 높게 측정되어 전체평균이 SE T2WI에서 약간 높게 나왔으나 통계적으로는 유의한 차이가 없었다(Fig. 2) 고형 종괴에 대한 평균 CNR 값은 Gd-FMPSPGR에서 8.68

PGR 방식에서 가장 높은 결과를 보였으며, FMPSPGR 방식과 FSE 방식, 그리고 SE T2WI 방식의 서로간의 비교에서는 통계적으로 차이가 없었으나 SE T1WI보다는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 1). 종괴를 혈관종(26개)과 나머지 고형종괴(37개)로 나누어 CNR을 비교하였을 때, 혈관종에서는 SE T2WI와 FSE에서 높았으며, SE T1WI에서 가장 낮은 결과를 보였다(Table 2). 혈관종에 대하여, SE T2WI와 FSE 영상간의 비교에서 7 명의 환자에서 11개의 혈관종 병소가 SE T2WI에서 FSE에서의 CNR 값보다 높게 나왔고 이중 3개의 혈관종에서는 CNR

**Table 3.** Comparison of CNR in Solid Mass Lesions (n=37)

	CNR (mean $\pm$ SD)
Gd-FMPSPGR*	8.68 $\pm$ 8.17
FMPSPGR	6.01 $\pm$ 3.70
SE T2WI	4.65 $\pm$ 3.62
FSE	3.84 $\pm$ 2.82
SE T1WI**	2.58 $\pm$ 2.14

\*: P<.05 comparison of Gd-FMPSPGR with other technique.

\*\* : P<.05 comparison of SE T1WI with other technique.

Wilcoxon signed ranks test

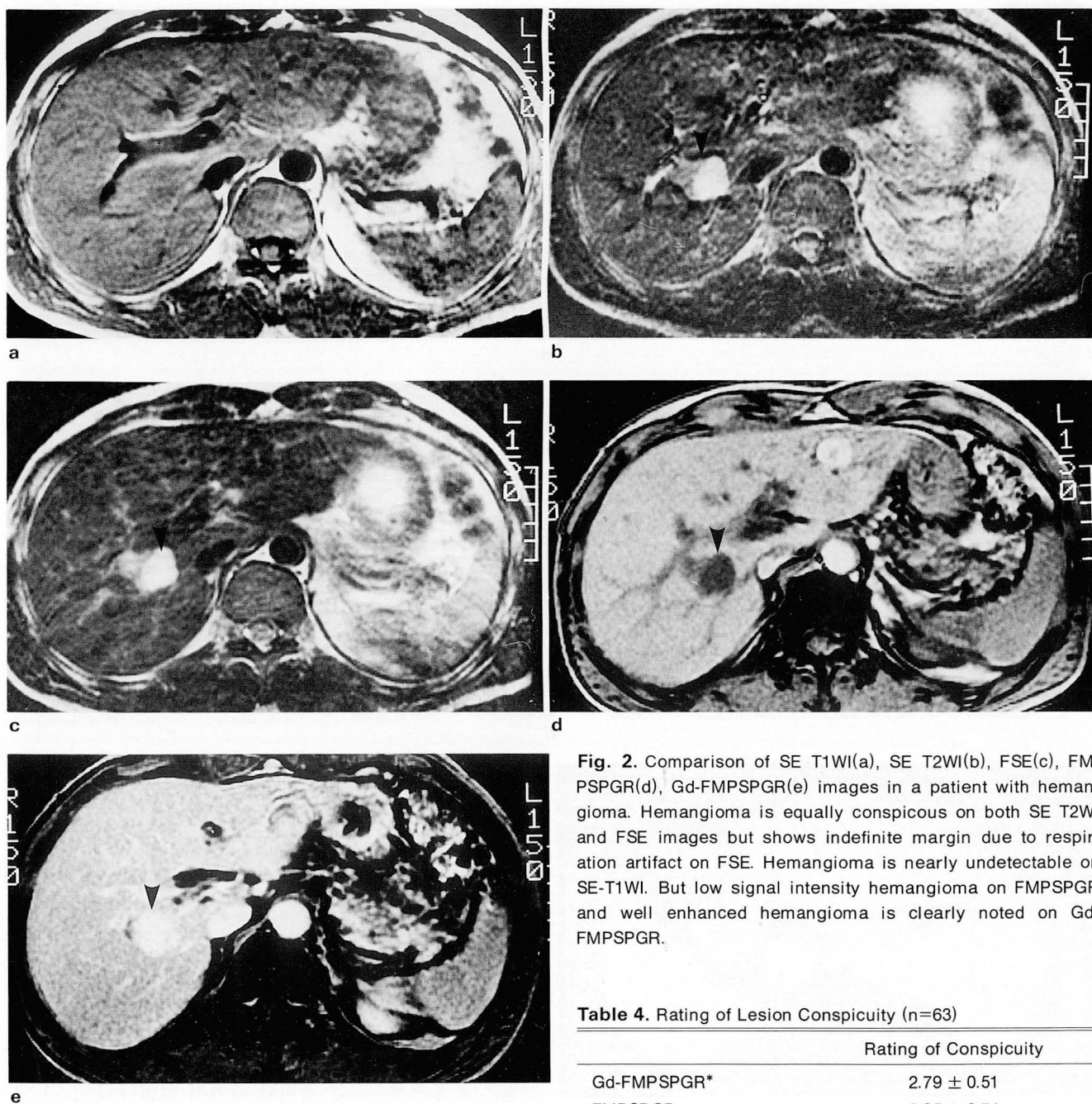


Fig. 2. Comparison of SE T1WI(a), SE T2WI(b), FSE(c), FM-PSPGR(d), Gd-FMPSPGR(e) images in a patient with hemangioma. Hemangioma is equally conspicuous on both SE T2WI and FSE images but shows indefinite margin due to respiration artifact on FSE. Hemangioma is nearly undetectable on SE-T1WI. But low signal intensity hemangioma on FM-PSPGR and well enhanced hemangioma is clearly noted on Gd-FMPSPGR.

Table 4. Rating of Lesion Conspicuity (n=63)

	Rating of Conspicuity
Gd-FMPSPGR*	2.79 ± 0.51
FM-PSPGR	2.35 ± 0.74
SE T2WI	1.90 ± 0.93
FSE	1.84 ± 0.99
SE T1WI**	1.54 ± 0.86

\*: P<.05 comparison of Gd-FMPSPGR with other technique.

\*\* : P<.05 comparison of SE T1WI with other technique.

Wilcoxon signed ranks test

## 고 찰

간종괴의 발견에 있어서 과거 여러 연구 (8-11)에 의하면 CT 보다 MRI가 더 민감한 검사로 보고되었으나 이러한 연구 결과에도 불구하고 아직도 많은 경우에서 MRI는

± 8.17, 조영전 FM-PSPGR 6.01 ± 3.70, T2WI 4.65 ± 3.62, FSE 3.84 ± 2.82, T1WI 2.58 ± 2.14 으로서 통계적으로 혈관종괴는 다르게 Gd-FMPSPGR에서 가장 높게 측정되었다( Table 3, Fig. 1). 현재도에 대한 주관적인 점수는 Gd-FMPSPGR에서 2.79 ± 0.51로 가장 높았고, SE T1WI에서 가장 낮은 점수를 나타내어 고형 종괴의 CNR 측정치의 비교와 같은 순서를 보였다( Table 4).



제한된 경우에서만 시행되고있는 실정이며, 그 이유로는 영상획득시간이 길다는 점과 운동유령물로 인한 영상의 질 저하가 중요한 이유중의 하나라 할 수 있다. 따라서 간에 대한 MRI에 있어서 중요한 것은 가능한한 영상획득시간을 줄이면서도, 병변의 대조도 및 현저도를 높일 수 있는 방식을 채택하는 것이라 할 수 있다.

일반적으로 높은 자장의 영상장치에 있어서 SE T2WI가 간 종괴 발견에 있어서 SE T1WI보다 더 민감하다고 알려져 있으나, T1WI중에서도 inversion-recovery 방식과 같이 T1 강조 효과를 높이거나(2), echo time을 줄이고, fat suppression을 시행하는 등의 방법으로 높은 대조도를 얻을 수 있으며, 종괴에 대한 발견률도 SE T2WI에 못지 않은 결과를 얻을 수 있다(12, 13). 그러나, 이들 방식 또한 영상시간을 길게 하거나 움직임에 의한 유령물이 많아 질 수 있다는 단점이 있어 최근 이러한 MRI의 단점을 해결 하기 위하여 여러 영상기법이 소개되었다.

FSE는 변형된 K-space filling 방식으로 짧은 시간내에 고식적 T2 강조영상과 유사한 대조도를 보이는 MR 영상법이다. 한번의 TR 동안 2회 내지 16회의 서로 다른 위상 부호를 갖는 에코를 얻어 각각 다른 K-space를 채우는 방식으로 영상화 된다. 따라서 이론상 T2 강조영상을 2 내지 16분의 일로 감소된 시간에 얻을 수 있으나, 해상도를 높이기 위해 matrix size를 크게하고 유령물을 줄이고 신호강도를 높이기 위해 NSA를 늘린 결과로 저자들의 연구에서는 SE T2WI보다 약 64%의 영상획득시간 감소가 있었다. 하지만 이러한 영상획득시간의 감소에도 불구하고, FSE는 SE T2WI에서와는 달리 호흡에 따른 보상을 이용 할 수 없는 단점으로 인하여 움직임에 의한 인공유령물 출현으로 인한 영상의 질 저하로 간병변에 있어서 FSE의 사용이 망설여지는 이유가 된다. Low 등에 따르면 FSE 방식에서 호흡 및 심장운동에 의한 유령물이 SE 방식에 비해서 적게 관찰되었다고 하였고(14), Schwartz 등 (15)의 보고에 의하면 FSE 방식에 fat suppression을 병행할 경우 간의 국소종괴의 정상간에 대한 대조도가 SE 방식이나 FSE 방식에 비해 높았다고 하였다. 하지만 최근 Catasca등이나 Outwater등의 연구에 의하면 간의 고형 종괴에 있어서의 FSE 영상은 SE T2WI보다 질적인 현저도나 CNR이 감소되었다고 하였다(16, 17). 이 같은 결과는 Low 등과 Outwater 등의 연구방법의 차이 즉, 첫째로 SE T2WI와 FSE에서의 다른 TE 사용(SE T2WI : 70, FSE : 80msec) 둘째는 flow 보상사용의 유무 (Low등의 연구에서는 SE T2WI에서 flow 보상을 하지 않음). 셋째 Low등의 연구에서는 가장 큰 병소만 결과에 포함시켰다는점, 마지막으로 Low등은 Outwater등이 FSE에서 16 echo train length (ETL)을 사용한것과는 달리 8 ETL을 사용하였다는 것등의 이유로 인하여 차이가 난다고 여겨진다(17). 저자들의 연구 결과에서도 FSE가 SE T2WI보다 영상획득시간은 줄일 수 있었으나 현저도나 병소 발견률에 있어서는 SE T2WI와 비교하여, 통계적인 차이는 없었으나 낮은 결과

를 나타내었다. 이 같은 결과는 비록 본 연구에서는 FSE에서 8 ETL을 사용하였으나, SE T2WI에서는 FSE와는 달리 호흡에 따른 보상과 flow 보상이 가능하였기 때문에 상대적인 인공유령물의 감소와 증가된 CNR로 인하여 FSE에서 분명하지 않았던 작은 병변들(총 6개 병소 : 간암 3, 혈관종 3)이 “불명확”하게나마 관찰된 결과로 생각된다. 한편 FSE에서는 Magnetization transfer의 영향으로 인해 고형장기의 신호강도 손실이 생길수 있다(18). 이러한 효과는 Magnetization transfer에 의하여 상당히 영향을 받는 간의 고형종괴에 대한 현저도를 상대적으로 낮게 만들고 대신 혈관종 같은 낭성 병소는 Magnetization transfer에 의하여 거의 영향을 받지 않기 때문에 높은 현저도를 나타낼 수 있다. 따라서 SE T2WI에서 보다 FSE 영상기법에서 고형 종괴 보다는 혈관종의 현저도가 상대적으로 클것으로 예상된다(18). 하지만 저자들의 연구에서는, 전체 종괴를 각각 혈관종과 고형 종괴로 나누어 보았을때, CNR은 고형 종괴와 혈관종에서 모두 통계적으로 차이가 없이 FSE 영상기법이 SE T2WI에 비해 낮게 측정되었다. 물론 Magnetization transfer 효과가 SE T2WI와 FSE 영상기법에서의 고형종괴와 혈관종의 각각의 현저도의 차이를 설명하는 유일한 결정인자가 아니기 때문이기도 하지만, 이는 2명의 환자에서 3개의 혈관종 병소가 T2 강조영상에서 FSE 영상에서의 CNR 값보다 아주 높은 측정치를 나타내어 평균값에 영향을 미쳤을 것이라고 생각되며, 이는 추후 더 많은 수의 연구대상으로 한 비교가 이루어지면 다른 결과가 나올 가능성이 있으리라고 생각한다. 현재 FSE는 상복부 영상에도 유용성에 대한 보고가 계속 이루어 지고 있는 추세이며(14-17), 향후 널리 이용되어 질 영상방식으로 생각되고 고식적 SE 방식을 대체할 수 있는 가능성있는 방법으로 기대되는 바이나, 호흡 보상과 flow 보상의 문제를 해결할 수 있어야 고식적인 SE T2WI를 대체할 수 있을 것으로 생각한다.

FMPSPGR는 아주 짧은 TR 및 TE로 영상한 단면당 시간을 1초 이내로 줄일 수 있는 MRI 방식으로써, 본 병원 기종인 GE medical system 1.5T에서의 FMPSPGR은 FSPGR의 다평면 영상획득방식으로 여러 영상을 동시에 얻을 수 있으며, 효과적인 TR이 길게 되어 SNR을 높일 수 있는 특징이 있다. Low 등은 FMPSPGR 영상방식이 호흡정지동안 얻은 영상으로 인하여 인공유령물의 감소로 가장 좋은 해부학적 구조물의 침예도를 나타내었다고 하였다(6). 또한 조영제인 Gd-DTPA는 세포의 제재이기 때문에 혈관내 공간에서 세포의 공간인 간질조직으로 재빨리 평형상태가 된다. 따라서 병소의 신호강도가 정상간 실질과 비슷한 신호강도로 될 가능성이 있기 때문에 조영후의 영상획득은 첫 조영제 삽입후 1-2분 안에 이루어져야 한다(5). 따라서 이런 경우 FMPSPGR 영상기법을 통해 조영제 주입 직후의 영상을 얻는 것이 매우 유용하다 할 수 있으며, 또한 이를 통해 여러 단면에서의 역동적 영상을 얻는데도 유용할것이다.

본 연구에서는, 조영후 FMPSPGR에서 병소 발견율과 CNR 이 가장 좋은 결과를 보여주었다(Tabel 1). 하지만 혈관종인 경우에는 SE T2WI의 CNR이 Gd-FMPSPGR 방식보다 유의하게 높았는데(Table 2), 이는 혈관종이 SE T2WI에서는 종괴 전체가 정상간에 비해 현저히 높은 신호강도를 보여 특징적으로 매우 높은 대조도의 증가를 보이는 반면, Gd-FMPSPGR에서는 불균질적인 조영증강을 보여 종괴의 일부는 정상 간에 비해 신호강도가 높게 나타나고, 일부는 낮게 나타나는 것이 수치적으로 평균화 된 효과로 생각할 수 있다. 또한 비록 대조도면에서는 Gd-FMPSPGR이 SE T2WI에 비해 낮았으나 주관적인 평가면에서는 보다 현저히 종괴를 관찰할 수 있었으며, 특이적인 조영양상을 보여 혈관종의 진단에 매우 유용할 것으로 생각된다. MR을 통한 혈관종의 진단은 강한 T2WI를 이용하는 방법과 조영증강양상을 관찰하는 방법등이 사용되고 있는데, 이 두 방법간의 우수성의 평가는 앞으로도 연구되어야 할 과제로 생각한다(19, 20).

특기할 만한 점은 병소 발견율에 있어서, SE T2WI에서는 보이거나(n=58, 92%) FSE 영상에서는(n=54, 86%) 보이지 않는 병소들이 FMPSPGR 와 Gd-FMPSPGR 에서 모두 발견할 수 있었다는 점이다. 이는 FMPSPGR 영상에서 병소 발견율이 우수함을 나타냄과 동시에 SE T1WI나 T2WI 대신, FSE 와 FMPSPGR 영상만으로도 짧은 시간 내에 T1, T2 강조영상으로 높은 병소발견율과 현저도를 나타낼 수 있을 것을 기대할 수 있게 한다. 또한 호흡정지 동안 간 전체에 대한 영상획득이 가능하므로 조영 증강 후의 역동적인 MRI를 얻을 수 있는 장점으로 인하여 여러 종괴의 특징적인 혈관상을 관찰할 수 있어 진단에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. FMPSPGR 방식의 단점은 복부 대동맥의 두드러진 박동에 의한 인공유령물이 간 좌엽 부위에 나타날 수 있다는 점과 2.3-2.6msec 이라는 아주 짧은 TE 를 사용할 때 지방과 물의 proton 이 opposed phase에 위치함으로써 이로인한 검은 환상의 ring cancellation artifact 가 장기의 테두리를 따라 생겨 이론적으로 복강내 혹은 후복강 내의 작은 림프절 증대 등의 발견을 어렵게 할 수 있는 가능성이 있다는 단점이 있다. 이중 박동에 의한 인공유령물은 간 좌엽의 병변이 의심이 되는 경우, 위상부호화의 방향을 바꿈으로써 어느정도 해결할 수 있으며, 앞으로 연구 되어질 cardiac gating device 등이 고안되면 극복할 수 있는 문제로 생각된다. Ring cancellation artifact는 TE를 fat-water in-phase가 되도록 4.2-4.4msec로 조절할 경우 이를 줄일 수 있으며, 림프절 증대등의 관찰은 FSE 방식이 해상도가 높으므로 이를 통해 보완할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

결론적으로, 다양한 간종괴에 대한 MRI에 있어서 조영 전후의 FMPSPGR 영상방식은 SE 방식보다 병소의 발견율과 현저도에서 우수 하였으며 특히 조영후의 FMPSPGR 방식이 가장 우수하였다. FSE 방식은 SE T2WI와 비교하여 병소 발견율과 현저도에서 통계적인 의의는 없

었으나, 발견율과 현저도면에서 열등하였다. FSE 에서 발견되지 않았으나 SE-T2WI에서 발견할 수 있었던 6개의 병변들은 모두 FMPSPGR 방식을 통해 관찰할 수 있었다. 따라서 FMPSPGR 방식은 국소적 병변을 검사하기 위한 MR 검사시 SE T1WI를 대치할 수 있을 것으로 생각되며, FSE 방식만으로는 SE T2WI를 대치하기 어려우나 FMPSPGR 방식을 같이 사용할 경우, SE-T2WI를 반드시 사용하지 않아도 무방하리라 생각한다. 또한 앞으로 FSE방식에 호흡보상방식이 사용될 수 있게 된다면 병소의 발견율면에서 볼때 SE-T2WI는 FSE 방식으로 대치될 수 있을 것으로 기대하는 바이나 여러 종류의 국소적 간병변에 대한 감별진단에 있어서의 각 영상방식간의 차이점에 대해서는 더욱 연구되어야 할 필요가 있을 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. Rummeny EJ, Wernecke K, Saini S, et al. Comparison between high-field strength MR imaging and CT for screening of hepatic metastases: a receiver operating characteristic analysis. *Radiology* 1992;182:879-886
2. Reinig JW, Dwyer AJ, Miller DL, Frank JA, Adams GW, Chang AE. Liver metastasis: detection with MR imaging at 0.5 and 1.5 T. *Radiology* 1989;170:149-153
3. Mirowitz SA, Lee JKT, Brown JJ, et al. Rapid-acquisition spin-echo (RASE) MR imaging: a new technique for reduction of artifacts and acquisition time. *Radiology* 1990;175:131-135
4. Edelman RR, Wallner B, Singer A, et al. Segmented turbo-FLASH: method for breath-hold MR imaging of the liver with flexible contrast. *Radiology* 1990;177:515-521
5. Mirowitz SA, Lee JKT, Gutierrez E, et al. Dynamic gadolinium-enhanced rapid acquisition spin-echo MR imaging of the liver. *Radiology* 1991;179:371-376
6. Low RN, Francis IR, Herfkens RJ, et al. Fast multiplanar spoiled gradient recalled(FMPSPGR) imaging of the liver: pulse sequence optimization and comparison with spin-echo MR imaging. *AJR* 1993;160:501-509
7. 김명진, 이종태, 서진석, 유형식: 흰쥐에 실험적으로 유발한 간종양의 발견율에 대한 fast spin echo, fast multiplanar spoiled gradient recalled 영상 및 고식적 스핀에코 T1, T2 강조영상의 비교. *대한방사선의학회지* 1994;31:679-685
8. Wernecke K, Rummeny E, Bongartz G, et al. Detection of hepatic masses in patients with carcinoma: comparative sensitivities with sonography, CT, and MR imaging. *AJR* 1991;157:731-740
9. Stark DD, Wittenberg J, Butch RJ, Ferrucci JT Jr. Hepatic masses: randomized controlled comparison of detection of detection with MR imaging and CT. *Radiology* 1987;165:399-406
10. Fretz CJ, Stark DD, Metz CE, et al. Detection of hepatic metastases: comparison of contrast-enhanced CT, unenhanced MR imaging. *AJR* 1990;155:763-770
11. Reinig JW, Dwyer AJ, Miller DL, et al. Liver metastasis detection: comparative sensitivities of MR imaging and CT scanning. *Radiology* 1987;163:43-47
12. Mitchell DG, Vinitski S, Saponaro S, et al. Liver and pancreas: improved spin-echo T1 contrast by shorter echo time and fat suppression at 1.5 T. *Radiology* 1991;178:67-72

13. Semelka RC, Chew W, Hricak H, Tomei E, Higgins CB. Fat saturation MR imaging of the upper abdomen. *AJR* **1990**;155:1111-1116
14. Low RN, Francis IR, Sigeti JS, Foo TKF. Abdominal MR imaging: Comparison of T2-weighted fast and conventional spin-echo, and contrast-enhanced fast multiplanar spoiled gradient-recalled imaging. *Radiology* **1993**;186:803-811
15. Schwartz LH, Seltzer Se, Tempany CMC, et al. Prospective comparison of T2-weighted fast spin-echo, with and without fat suppression, and conventional spin-echo pulse sequences in the upper abdomen. *Radiology* **1993**;189:411-416
16. Catasca JV, Mirowitz SA. T2-weighted MR imaging of the abdomen: fast spin-echo vs conventional spin-echo sequences. *AJR* **1994**;162:61-67
17. Outwater EK, Mitchell DG, Viniski S. Abdominal MR imaging: evaluation of a fast spin-echo sequence. *Radiology* **1994**;190:425-429
18. Mitchell DG, Outwater EK, Vinitski S. Hybrid RASE: Implementations for abdominal MR imaging. *J Magn Reson Imaging* **1994**;4:109-117
19. McFarland EG, Mayo-Smith WW, Saini S, Hahn PF, Goldberg MA, Lee MJ. Hepatic hemangiomas and malignant tumors: improved differentiation with heavily T2-weighted conventional spin-echo MR imaging. *Radiology* **1994**;193:43-47
20. Semelka RC, Brown ED, Ascher SM et al. Hepatic hemangiomas: A multi-institutional study of appearance on T2-weighted and serial gadolinium-enhanced gradient-echo MR images. *Radiology* **1994**;192:401-406

## Comparison of Conventional Spin Echo, Fast Spin Echo and Fast Multiplanar Spoiled Gradient Recalled Imaging for Evaluation of Focal Hepatic Lesions.<sup>1</sup>

Pil Sik Choi M.D., Myeong-jin Kim M.D., Do Joong Kim M.D.,  
Jong Tae Lee M.D., Hyung Sik Yoo M.D., Jae Joon Chung, M.D.

<sup>1</sup> Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine

**Purpose:** To compare the detectability and conspicuity of focal hepatic lesions among conventional spin echo techniques and fast scanning techniques in MR imaging.

**Materials and Method:** 36 patients (24 men and 12 women, mean age of 54 years) with suspected liver mass on CT scan and US underwent MR imaging at 1.5 T system. Conventional spin echo T1, T2 weighted imaging, T2 weighted fast spin echo, T1 weighted fast multiplanar spoiled gradient recalled (FMPSPGR) imaging and Gd-enhanced FMPSPGR (Gd-FMPSPGR) were performed. 16 cases of hepatocellular carcinoma, 13 cases of hemangioma, 3 cases of metastasis, 3 cases of cholangiocarcinoma, and 1 case of lymphoma were included. Lesion conspicuity and number of detected hepatic masses were compared among the MR sequences.

**Results:** Overall 63 hepatic lesions were detected in 36 patients. Lesion detection was 63(100%) with Gd-FMPSPGR, 62(98%) with non-enhanced FMPSPGR, 58(92%) with SE T2WI, 56(89%) with SE T1WI and 54 (86%) with FSE. For solid tumors, the contrast to noise ratio was greatest on Gd-FMPSPGR which was significantly higher than any other sequences. For hemangiomas it was greatest on SE T2WI and was significantly higher than SE T1WI. In the qualitative assessment, Gd-FMPSPGR was preferred for both solid mass lesion and hemangioma. FSE was inferior to SE T2WI for lesion detection and conspicuity without statistical significance.

**Conclusions:** For the evaluation of focal hepatic lesions, breath-hold FMPSPGR with and without contrast enhancement may replace the conventional SE T1WI. Because FSE was inferior to SE T2WI when the later is used with respiratory compensation in some cases, it is difficult to replace the SE T2WI with FSE. But FSE, FMPSPGR and Gd-FMPSPGR images, when combined, may replace SE T1WI and SE T2WI.

**Index Words:** Liver neoplasms, MR

Magnetic resonance (MR), technology

Magnetic resonance (MR), pulse sequences

Address reprint requests to: Myeong-jin Kim, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Severance Hospital

# 134, Shinchon-dong, Seodaemun-ku, Seoul, 120-752, Korea. Tel. 82-2-361-5837 Fax. 82-2-393-3035