대한방사선의학회지 1999;41:951-956

HASTE 기법을 이용한 복부 자기공명영상 : 에코 시간 변화에 따른 영상 비교[1]

박광보 · 이문규 · 임태환 · 정융기 · 하현권 · 김표년 · 오용호

목적 : 에코시간이 각각 다른 두개의 HASTE기법 (TE 90 msec, TE 134 msec)영상을 비교하여 복부 자기공명영상의 적절한 척도를 설정하고자 하였다.

대상 및 방법 : 석 달 동안 간의 자기공명영상검사를 시행하였던 30명의 연속적인 환자를 대상으로 하였으며 이들은 정상12명, 간경변4명, 간혈관종 14명이었다. 에코시간을 90 msec와 134 msec의 두 가지로 달리한 HASTE 기법을 한 환자에서 동시에 적용하여 간, 비장, 췌장, 담낭, 지방, 근육, 간혈관종과 배경의 신호강도를 측정하고 이를 근거로 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 신호강도비의 3가지 값을 구하였으며 영상의 질을 주관적으로 평가하여 상호 비교하였다.

결과 : 간 실질의 신호 대 잡음비는 TE 90 msec일 때 더 높았다. 비장, 담낭, 췌장, 그리고 간혈관종의 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비 및 신호강도비는 TE 134 msec 일 때 유의하게 높았다 ($p<.05$). 근육의 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비 및 신호강도비는 TE 90 msec가 높았다. 지방조직의 대조도 대 잡음비는 TE 134 msec에서 높았다. 인공물 발생정도, 영상선명도 및 전체적인 영상의 질은 TE 134 msec 일 때 더 우수했다 ($p<.05$).

결론 : 복부HASTE영상에서 에코시간을 134 msec로 길게 하면 빠른 시간 내에 강한 T2강조효과를 얻을 수 있으며 에코시간이 90 msec일 때보다 조직 대조도가 향상되므로 영상의 질이 개선된다.

복부의 자기공명영상검사의 주된 관심사는 가능한 한 빠른 시간 안에 인공물 없이 강한 T2 강조영상을 얻어 정상 조직에 비해 T2 강조영상에서 높은 신호강도를 보이는 간내 국소병변의 발견율을 높이는 것이다. Half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo (HASTE) 기법은 최근에 개발된 고속촬영법으로서 빠른 시간 내에 인공물이 거의 없는 강한 T2 강조 영상을 얻을 수 있는 영상법이다. 이 영상법은 생리적인 움직임으로 인한 인공물을 줄이기 위해 일반적으로 사용하는 호흡동기(respiratory gating), 호흡유발(respiratory triggering), 또는 호흡 정지 급속스핀에코 (fast spin echo, FSE) 등 다른 영상법들 (1-4) 에 비해 상대적으로 짧은 영상 획득 시간에 훌륭한 T2 강조영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다.

HASTE 기법의 영상의 질은 여러 가지 인자에 의해 영향을 받으나 일반적으로 에코시간 (echo time, TE)이 길어지면 T2강조효과가 뚜렷해지고 영상의 조직 대조도가 향상된다. HASTE 기법을 복부에 응용한 초기 보고에서는 TE를 60 msec 내외로 하고 한 절편의 영상을 얻는데 500 msec정도의 시간이 걸렸다. 그러나 Lee등이 기존의HASTE 기법과 달리 TE를 90 msec로 증가시켜 호흡 정지 급속스핀에코 (fast spin echo) 영상과 비교하였을 때 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 신호강도비 등이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (5).

따라서 본 연구는 복부 HASTE기법에서 보다 강한 T2강조효과와 대조도의 향상을 얻기 위해 TE를 134 msec로 더 길게 설정하여 상복부 정상고형장기들과 우연히 발견된 간내낭성병변들에 대해 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 신호강도비의 3가지 척도를 TE가 90 msec일 때와 비교하고 통계적 유의성을 검증하고자 하였다.

대상 및 방법

대상

무작위로 선정한 연속적인 석 달 동안 간 자기공명영상을 시행한 34명의 환자들 중 간절제술 후 자기공명영상을 시행한 1명, 비장 절제술을 시행한 1명, 지방 억제 (fat suppression) 를 시행하지 않은 1명 및 자료가 소실된 1명을 제외한 30명 (남자 17명, 여자13명) 을 대상으로 하였다. 환자들의 연령 분포는 28-70세로 평균 연령은 49세 였다. HASTE 기법을 적용하여 검사하였고 TE는 90 msec와 134 msec의 두 가지로

[1]울산대학교 의과대학 서울중앙병원 진단방사선과
이 논문은 1998년 6월 11일 접수하여 1999년 8월 2일에 채택되었음.

다르게 설정 하였다.

자기공명영상을 의뢰받은 환자들은 초음파 혹은 전산화단층촬영에서 간내 국소병변을 발견하였던 경우 26명과 간경변으로 추적 검사 중 혈중 알파 태아단백(alpha-fetoprotein, AFP) 치의 상승을 보여 간암의 발병을 의심하였던 경우 2명 및 이미 진단된 위암 환자와 신세포암 환자에서 추적검사 중 간내 종괴를 의심하였던 경우 각1명씩 이었다. 3명에서는 간내 국소 병변이 있었으나 크기가 1 cm 이하인 총 5개의 간낭종들이어서 이는 분석에서 제외하였다.

정상으로 판정한 경우는 12명, 간경변 4명, 간혈관종 14명이었으며 간혈관종의 갯수는 16개였다. 정상으로 진단한 기준은 자기공명영상에서 간내 국소 병변이 없었던 7명과 간 이외의 다른 상복부 고형 장기에 병변이 있었던 경우 2명(예, 우연히 발견된 신피질 낭종, 비장 낭종) 및 1cm이하 크기의 간낭종이 있었던 3 명이었다. 간혈관종은 역동적 전산화단층촬영에서 전형적인 소견을 보였던 경우를 자기공명영상소견과 비교하여 진단하였다. 간낭종은 초음파에서 전형적인 낭종의 진단기준을 만족시키면서 자기공명영상에서 균질한 고신호강도를 보이는 경계가 좋은 원형의 종괴로 보였을 때 진단하였다.

자기공명영상검사

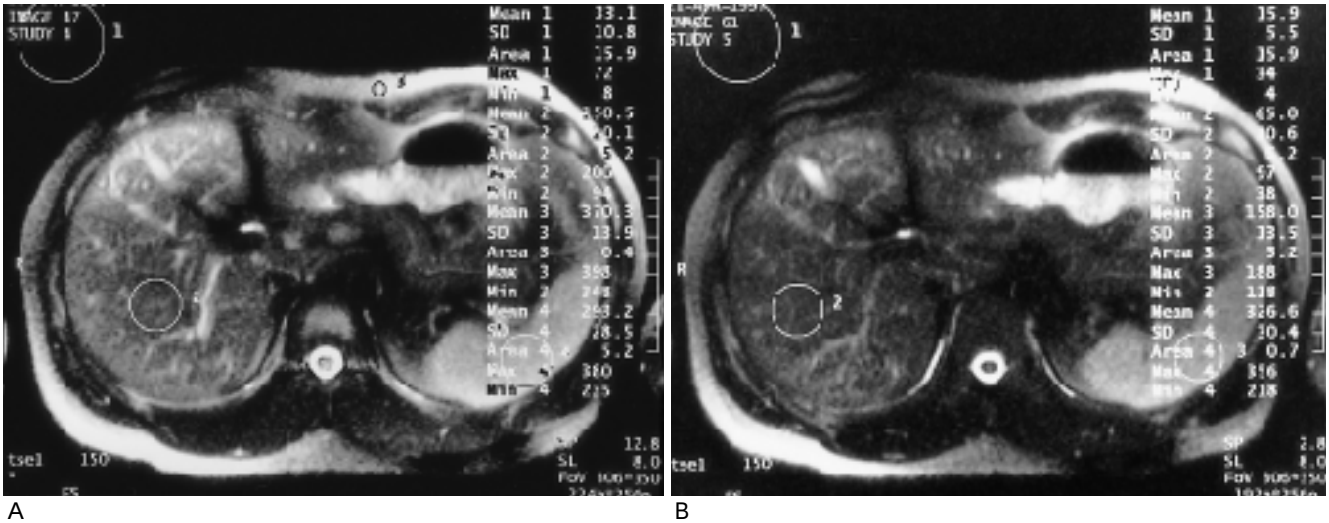
사용한 자기공명영상기기는 1.5-T 시스템 (Magnetom Vision; Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany) 이고 Circularly polarized body array coil을 사용하였다. 검사 이전에 모든 환자들에게 검사시 흡기상태에서 호흡을 멈추도록 교육하여 한번의 호흡정지 동안에 총 15개의 횡단면의 영상을 얻었고 횡격막 직상방에서 우측 신장의 하극까지를 촬영범위에 포함시켰다. K 공간 내에서의 신호배열 순서는 먼저 나온 신호일수록 K공간의 중심에 위치하며 점차 TE가 길어짐에 따라서 K공간의 위쪽에 위치하게 된다. TE 90 msec 와 TE 134 msec 모두 지방억제영상을 얻었다.

HASTE기법의 영상 척도는 TE 90 msec에서 TR (repetition time), infinite; 대역폭, 650 Hz/ pixel; 에코간격잡기, 4.4 msec; 영상범위, 306×350 mm; matrix size, 224h×256; 절편두께, 8 mm; 절편간격, 2 mm; 획득시간, 19 sec로 하였다. TE 134 msec에서는 matrix size, 192h×256; acquisition time, 20 sec이외에 다른 영상 척도들은 TE 90 msec와 같았다. 위상 부호화 자계의 방향은 환자의 우측에서 좌측으로 향하게 하였으며 조영증강은 시행하지 않았다.

영상 분석

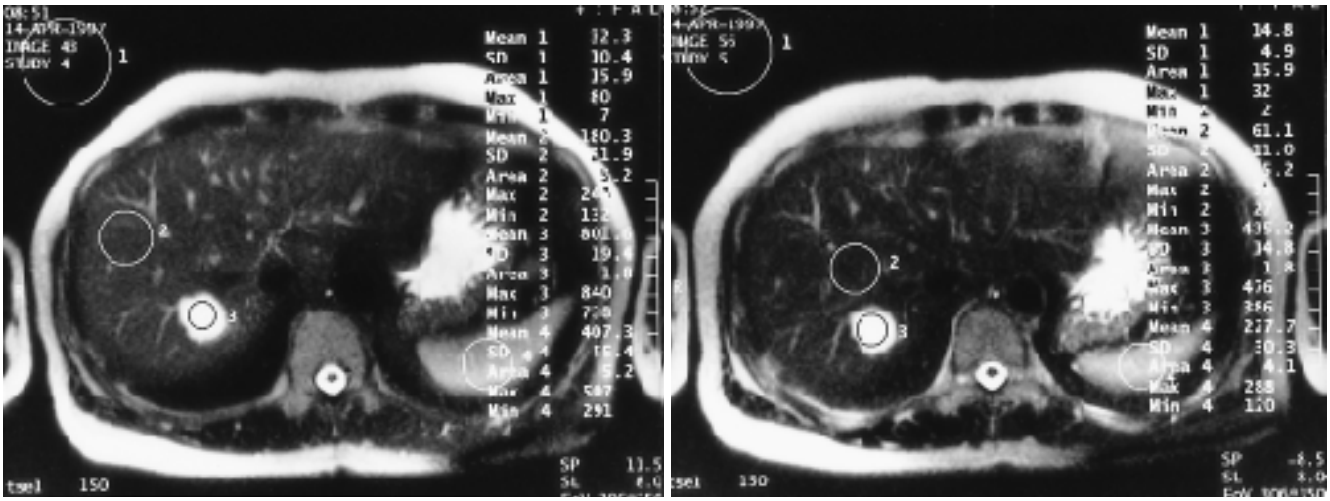
간, 비장, 췌장, 담낭, 지방조직, 근육, 간혈관종과 배경 신호강도를 원형의 관심영역을 설정하여 측정하였다. 횡단면 영상에서 간과 비장의 실질이 가장 크게 보이는 높이에서 간, 비장, 피하지방 및 배경의 신호강도를 측정하고 담낭이 가장 크게 보이는 높이에서 췌장, 담낭, 배근 (erector spinae muscle)의 신호강도를 측정하였으며 간혈관종은 따로 신호강도를 측정하였다.

간과 비장은 장기 실질 내의 주요 혈관이 포함되지 않는 부위에서 신호강도를 측정하였다. 간과 비장의 관심영역의 크기는 평균 5.2 cm^2로 하였다. 췌장은 췌관을 피하여 췌장의 실질부에서 관심영역을 설정하였고 관심영역 크기의 평균값은 TE 90 msec에서 0.74 cm^2, TE 134 msec에서 0.72 cm^2였다. 담낭은 내강을 벗어나지 않는 범위에서 가능한 한 크게 관심영역을 설정하였다. 지방조직은 정중선 바로 좌측의 전복벽 피하지방에서 측정하였고 관심 영역의 크기는 TE 90 msec에서 0.61 cm^2, TE 134 msec에서 0.76 cm^2이었다. 근육은 환자의 왼쪽 배근 (erector spinae muscle) 에서 관심영역을 설정하였고 관심 영역의 크기는 1.1 cm^2로 하였다. 간 혈관종의 경우 병변의 크기 한도 내에서 가능한 한 크게 관심영역을 설정하였으



A B

Fig. 1. Measurement of signal intensity in a normal subject using a HASTE sequence with TE 90 msec (A) and TE 134 msec (B). Regions of interest (ROI) were placed in background (ROI 1) and liver (ROI 2) with constant size of 15.9cm^2 and 5.2cm^2. ROI 3 was placed in subcutaneous fat (in TE 90 msec) and spleen (in TE 134 msec). ROI 4 was placed in spleen (in TE90 msec) and subcutaneous fat (in TE 134 msec).



A B

Fig. 2. An example of hepatic hemangioma on a HASTE sequence with TE 90 msec (A) and TE 134 msec (B). Regions of interest were placed in background (ROI 1), liver (ROI 2) and hemangioma (ROI 3) with constant size of 15.9 cm^2, 5.2 cm^2, and 1.8cm^2, respectively. ROI 4 was placed in spleen with a different size of 5.2 cm^2(in TE 90 msec) and 4.1 cm^2(in TE 134 msec).

며 간내 국소병변은 크기가 1 cm 이하인 경우 신호강도를 측정하지 않았다. 배경 신호강도는 관심영역의 크기를 15.9 cm^2로 통일하여 환자의 앞쪽 오른쪽에서 측정하였다.

배경 신호강도의 표준 편차값을 잡음으로 정의하고 각 조직의 신호강도의 평균값과 표준편차에 의해 신호 대 잡음비 (조직 혹은 병변의 신호강도/잡음), 대조도 대 잡음비 (조직 혹은 병변의 신호강도-간의 신호강도/잡음), 신호강도비 (조직 혹은 병변의 신호강도/간의 신호강도) 의 3가지 값을 구하였다.

자기공명영상의 전체적인 질은 인공물 출현의 정도와 양, 고형장기들의 경계부위 선명도, 상복부 주요혈관의 경계부위의 명확성, 고형장기 상호간의 구분의 명확도 및 국소병변이 있을 경우 그 병변의 해부학적 선명도등에 중점을 두어 판독자의 주관적 선호도를 TE 90 msec와 TE 134 msec에서 기록하였다. 인공물의 정도와 양은 4개의 분류를 적용하여 0: 인공물이 없는 경우, 1: 약간의 인공물 발생, 2: 중등도의 인공물 존재, 3: 판독이나 비교가 어려울 만큼의 심한 인공물 발생으로 나누었다. 영상의 선명도는 0: 경계부위의 심한 흐려짐 현상 존재, 1: 중등도의 경계부위 흐려짐 발생, 2: 경계부위의 약간 흐려짐, 3: 장기, 혈관 및 조직의 경계부를 뚜렷이 구별가능 등 4개의 등급으로 나누었다. 영상의 전체적인 질은 0:나쁨, 1: 보통, 2: 우수함, 3: 아주 우수함 의 4가지로 분류하였다.

통계분석

Wilcoxon signed rank test를 사용하여 인공물 발생, 영상의 선명도 및 영상의 전체적인 질의 등급을 TE 90 msec 와 TE 134 msec에서 상호 비교하였다.

결 과

신호강도의 절대값만을 비교하였을 때 간을 기준으로 간보다 신호강도가 낮았던 조직은 근육이었다. TE 90 msec에서는 췌장의 신호강도가 간 실질 보다 낮았다. 그 이외의 조직들은 신호강도의 평균값이 모두 TE 134 msec일 때 더 높았다.

간실질의 신호 대 잡음비는 TE 90 msec일 때 더 높았다. 신호 대 잡음비는 비장, 담낭, 췌장, 그리고 간혈관종에서 TE 134 msec일 때 유의하게 높았으며 ($p<.05$) 지방조직의 신호 대 잡음비의 절대값은 TE 90 msec 가 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p>.05$). 근육은 TE 90 msec가 더 높은 신호 대 잡음비를 나타냈다 ($p<.05$).

대조도 대 잡음비는 비장, 췌장, 담낭과 간혈관종에서 TE 134 msec가 TE 90 msec보다 더 높았고 ($p<.05$) 지방조직의 대조도 대 잡음비는 TE 134msec에서 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p>.05$). 근육의 대조도 대 잡음비는 TE 90 msec 일때 더 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p>.05$).

신호강도비는 비장, 췌장, 담낭, 지방조직과 간 혈관종이 TE 134 msec에서 유의하게 높았고 ($p<.05$) 근육은 TE 90 msec가 높은 신호강도비를 보였다 ($p<.05$).

관심 영역의 크기는 두 가지 영상에서 각 조직별로 같거나 거의 차이가 없었다.

인공물의 발생을 나눈 등급은 TE 90msec 에서 0: 23명, 1:6명, 2: 1명 이었고 TE 134msec에서 0:28명, 1:2명, 2: 0명 3: 0명이었다. 영상의 선명도는 TE 90 msec에서 0: 0명, 1: 4명, 2: 20명, 3: 6명 이었고 TE 134 msec에서는 0: 0명, 1: 2명, 2: 7명, 3: 21명 이었다. 30명의 환자 중 영상이 질이 아주 우수하였던 경우는 TE 90 msec 에서8명이었고 TE 134 msec일 때 17명이었다. 영상이 우수하였던 경우는 TE 90 msec에서 18명이었고 TE 134 msec에서 13명 이었다. 영상의 질이 보통 혹은 나쁘게 평가된 경우는 TE 90 msec에서 4명이었던 반면 TE 134 msec에서는 한명도 없었다. 인공물 발생, 영상의 선명도, 및 영상의 질을 Wilcoxon signed ranks test로 비교 했을 때 세 가지 항목 모두에서 TE 134 msec가 TE 90 msec보다 통계적

으로 유의하게 우수한 결과를 보였다 (p<.05).

고 찰

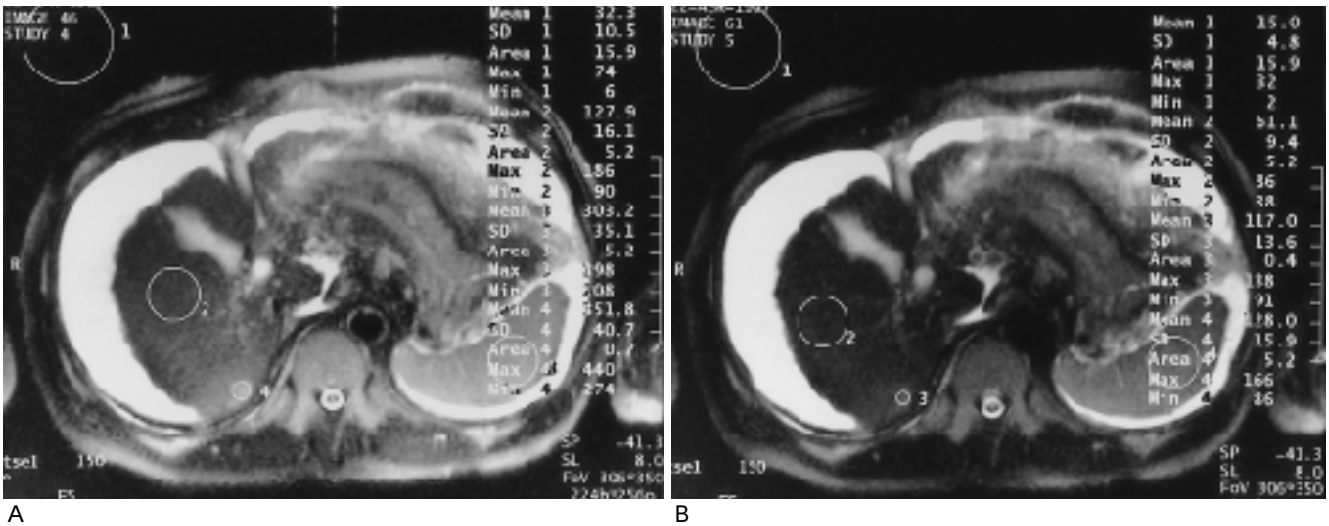
본 연구 결과 복부 HASTE 자기공명영상에서 TE를134 msec로 길게 설정할 경우 짧은 시간 안에 보다 강한 T2 강조효과와 우수한 조직 대조도를 얻을 수 있었다. 이러한 효과는 비장, 췌장, 담낭 및 간혈관종에서 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 신호강도비 들이 모두 TE 90 msec에 비해 TE 134msec에서 통계적으로 유의하게 높은 결과를 보였기 때문이다. 지방 조직은 TE가 길어져도 신호 대 잡음비와 대조도 대 잡음비가 유의한 변화를 보이지 않았고, 근육은 TE 90 msec에서 신호 대 잡음비가 유의하게 높았다. 지방과 근육은 간내 국소병변의 발견율을 높이는데 직접적인 연관이 없으므로 TE등의 척도를 결정하는 데 큰 영향이 없을 것으로 생각된다.

이전까지의 복부HASTE 기법들 중 고식적 방법으로서 에코간격잡기 10.92 msec, 에코열 길이 120 등의 척도를 사용한 예가 있었으나 (6), 이 방법은 에코열 길이가 길어서 연부조직 해상도에 영향을 주는 마지막 에코의 크기가 작아지는 단점이 있었다. 반면 급속 HASTE 기법은 에코간격잡기를 4.4 msec로 줄이고 대신 표본 추출율을 증가시키며 에코열 길이는 64로 감소시켜 비교적 짧은 T2값을 가지는 간과 고형종괴등의 연부조직 해상력을 높일 수 있었다 (6). 그러나 이 HASTE 기법들은 에코시간을 59 혹은 60 msec 내외로 사용하였고, Lee등이 TE를 90 msec까지 길게 하여 신호 대 잡음비등을 기준으로 호흡정지 급속스핀에코영상과 상호 비교 하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (5). HASTE기법은 검사시간은 절반으로 단축시킬 수 있는 반면 고속의 영상 획득으로 인해 신호 대 잡음비는 약 40% 정도 감소하는 것으로 알려져 있다. 또한 TE가 길어지면 T2 강조효과가 지배하게 되고 조직 대조도가 향상되지만 TE가 너무 길면 오히려 신호 대 잡음비는 저하된다 (7). 신호대 잡음비의 저하없이 TE를 얼마나 더 길게 할 수 있는지에 대해서는 앞으로 또 다른 연구가 필요하겠으나 상기한 지금까지의 HASTE 영상 척도 중에서는 본 연구에서 사용된 TE 134 msec의 척도는 신호 대 잡음비를 크게 감소시키지 않는 한도내에서 강한 T2강조효과와 조직 대조도의 향상을 동시에 얻을

Table 1. Ratios of S/N, SD/N, and SI in a HASTE sequence with TE 90 and TE 134 msec

	SI†		SD/N†		S/N†	
	90 msec	134 msec	90 msec	134 msec	90 msec	134 msec
Liver	-	-	-	-	16.04 +/-4.27	12.41 +/-2.63
Spleen	1.81 +/-0.34	2.89 +/-0.84	12.54 +/-5.45	23.12 +/-10.11	28.56 +/-7.71	35.53 +/-10.94
Pancreas	0.89 +/-0.20	1.37 +/-0.31	-1.88 +/-3.20	4.26 +/-3.63	14.17 +/-3.17	16.21 +/-4.94
GB	4.89 +/-1.40	10.53 +/-2.94	61.50 +/-19.37	115.71 +/-34.74	77.53 +/-21.19	128.12 +/-35.88
Fat	2.01 +/-0.58	2.50 +/-0.92	15.45 +/-7.86	17.47 +/-9.76	31.49 +/-8.01	29.88 +/-9.51
Muscle	0.73 +/-0.14	0.63 +/-0.16	-4.45 +/-3.51	-4.81 +/-2.63	11.58 +/-2.40	7.60 +/-1.82
Cystic lesions‡	3.56 +/-1.08	6.17 +/-2.70	40.29 +/-18.50	59.93 +/-28.52	56.78 +/-19.15	72.44 +/-29.16

Note.-S/N; signal to noise, SD/N; signal difference to noise, SI; signal intensity.
†Numbers are mean +/-standard deviation.
‡Cystic lesions are hemangiomas and cyst



A B

Fig. 3. Imaging of pancreatic parenchyma using a HASTE sequence with TE 90 msec (A) and TE 134 msec (B). Regions of interest were placed in background (ROI 1) and liver (ROI 2) with constant size of 15.9cm² and 5.2cm². Indeterminate focal lesion was detected in liver (ROI 4 in TE 90msec and ROI 3 in TE 134 msec) but the diameter of the lesion was less than 1cm.

수 있는 좋은 영상 척도로 생각된다. 본 연구에서 TE를134 msec로 사용하였을 때 주요 상복부 정상 장기와 간내 낭성 병변의 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 신호강도비는 TE가 90 msec일 때에 비해 통계적으로 유의하게 높았다. 따라서 복부 자기공명영상에서 HASTE 기법을 사용할 때 TE는 기존의 척도와 다른 134 msec로 하는 것이 상복부 고형장기의 영상화 및 간내 낭성병변의 발견에 있어 보다 유용할 것으로 생각된다.

HASTE 기법이 복부 영상에 응용된 연구는 아직 많지 않으나 임상적으로 흔히 사용되는 T2 강조 영상들이 공통적으로 가지는 한계점인 생리적인 움직임으로 인한 인공물의 발생을 현저히 줄일 수 있다는 장점들이 보고되고 있다. 또한 기존의 T2 강조 영상들은 대개 좁은 수신기대폭을 사용하기 때문에 기본적으로 신호 대 잡음비가 낮지만 HASTE기법은 에코간격잡기와 추출시간이 매우 짧으므로 넓은 대역폭을 사용하게 되어 화학적변위 인공물이 거의 없다 (8). Tang등은 HASTE 기법에서 영상의 질이 향상되는 이유를 다음과 같이 설명하고 있다. 첫째, 에코간격과 에코열 길이의 단축으로 인해 k공간에서의 마지막 에코의 크기가 커지고 이는 연부 조직의 해상도를 높이며, 둘째, 자료획득을 순차적 방식으로 함에 따라 시간 분해능 (temporal resolution) 이 1초 이하로 줄어들어 호흡운동 및 장운동을 효과적으로 정지시킬 수 있으며, 셋째, 추출시간이 감소하면서 화학적변위 인공물이 무시할 수 있을 만큼 줄어들며, 넷째, 유효에코시간이 단축되어 중등도의 T2강조 영상을 얻을 수 있기 때문이다 (6).

본 연구에서는 유령 인공물 (ghost artifact) 을 줄이고 지방간이 있을 때 병변의 대조도를 적정화하기 위해서 TE 90 msec와 TE 134 msec 모두 지방억제 (fat suppression) 를 시행하였으나 HASTE기법에서 지방억제를 시행하는 것이 과연 유용한지에 대해서는 아직 정립된 의견이 없다. 다만 코일에 가까운 부위에서는 불완전한 지방억제로 인해 전체적인 영상의 질에 저하를 가져오며 간 이외의 상복부 정상 장기들의 경계가 불분명하게 되는 단점이 있다 (9). 실제 HASTE기법은 움직임으로 인한 피하지방의 유령 인공물 발생이 거의 없으므로 병변 내부의 지방 성분을 증명해야 하는 경우 이외에는 꼭 지방억제영상을 얻을 필요는 없을 것으로 생각된다.

신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비 및 신호강도비를 산출하는데 있어서 Outwater등은 잡음의 정의를 배경 신호강도의 평균값으로 규정한 바 있으나 (10), 대부분의 연구에서 배경 신호강도의 표준 편차값을 잡음으로 정의하며 (1, 9, 11, 12) 본 연구에서도 배경 신호강도의 표준 편차값을 잡음으로 사용하였다. Kaufman등은 신호 대 잡음비가 영상의 질을 비교하는데 있어 절대적인 척도는 될 수 없다고 하였으며(13), 본 연구에서 간 실질의 신호 대 잡음비는 TE 134 msec가 더 작았다. 그러나 간 실질의 신호 대 잡음비가 감소한 대신 그로 인해 대조도 대 잡음비와 신호강도비는 TE 134 msec에서 더 향상되는 결과를 기대할 수 있으며 또한 전체적인 영상의 질도 TE 134msec일 때가 더 우수하여 실제적으로 영상의 질이 향상된 것으로 평가할 수 있다. 근육의 신호강도는 고식적 스핀에코 (conventional spin echo) 와 급속스핀에코 영상의 연구 등에서 간 실질의 신호강도보다 낮게 나타났으며 (14), 본 연구에서도 같은 결과를 보였다. 그러나 췌장의 신호강도는 TE가 90 msec일 때는 간 실질 보다 낮고 TE가 134 msec일 때는 간 실질보다 높았다. 이는 췌장은 나이가 들면서 다양한 정도로 지방침착이 생기기 때문에 불균등한 지방억제의 영향으로 다른 조직에 비해 신호강도의 변이가 많이 나타날 수 있고 또한 표본 크기가 작은데 따르는 측정 오차에 의한 결과일 수도 있다.

본 연구의 제한점으로 대상 환자군의 수가 적었고 간내 국소 결절이 있는 예가 포함되지 않았다는 것을 들 수 있다. 앞으로 다른 연구에서 간실질내의 종괴및 그 이외 국소병변들의 신호강도가 TE가 134 msec 혹은 그 이상으로 연장되었을 때 어떻게 변화하는지를 연구해 볼 필요가 있다. 그러나 본 연구는 병변의 발견율을 직접적으로 비교하거나 각각의 국소 결절들을 특성화하는데 주된 목적을 두지 않았기 때문에 상복부 고형장기들에서 에코시간의 연장에 따르는 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비와 신호강도비의 변화를 객관적으로 증명할 수 있는 자료로서는 본 연구의 결과가 의미있다고 할 수 있다.

본 연구 결과 TE를 기존의 90 msec보다 길게134 msec로 설정할 경우 빠른 시간 내에 인공물 없이 보다 강한 T2 강조 영상을 얻을 수 있고 상복부 정상 조직과 간실질의 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비 및 신호강도비가 향상된다. 따라서 HASTE 기법을 복부 자기공명영상에서 사용할 때는 TE를 134 msec로 대치하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. Gaa J, Hatabu H, Jenkins R, Finn JP, Edelman R. Liver masses:replacement of conventional T2-weighted spin-echo MR imaging with breath-hold MR imaging. *Radiology* 1996;200:459-464
2. Lewis CE, Prato FS, Drost DJ, Nicholson RL. Comparison of respiratory triggering and gating techniques for the removal of respiratory artifacts in MR imaging. *Radiology* 1986;160:803-810
3. Spritzer CE, Keogan MT, DeLong DM, Dahle J, MacFall JR. Optimizing fast spin echo acquisitions for hepatic imaging in normal subjects. *J Magn Reson Imaging* 1996;1:128-135
4. Soyer P, Normand SE, Givry SC, Gueye C, Somveille E, Scherrer A. T2-weighted spin-echo MR imaging of the liver: breath-hold fast spin-echo vs non-breath-hold fast spin-echo images with and without fat suppression. *AJR* 1995;166:593-597
5. Lee MG, Jeong YK, Han DB, Seo DJ, Auh YH, Chien D. Fast MR imaging of focal hepatic lesions: comparison of breath-hold turbo SE, breath-hold HASTE, and breath-hold HASTE STIR versus conventional T2-weighted SE sequence. *RSNA Proceedings*. 1996;489
6. Tang Y, Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, Takahashi M. Liver T2-weighted MR imaging: comparison of fast and conventional half-fourier single-shot turbo spin-echo, breath-hold turbo spin-echo, and respiratory-triggered turbo spin-echo sequences. *Radiology* 1997;203:766-772
7. Edelman RR, Hesselink JR, Zlatkin MB. *Clinical magnetic resonance imaging*. Philadelphia : Saunders, 1996;1:72
8. Semellka RC, Kelekis NL, Thomasson D, Brown MA, Laub GA. HASTE MR imaging: description of technique and preliminary results in the abdomen. *J Magn Reson Imaging* 1996;6:698-699
9. Hoe LH, Bosmans H, Aerts P et al. Focal liver lesions: fast T2-weighted MR imaging with half-fourier rapid acquisition with re-

laxation enhancement. *Radiology* 1996;201:817-823
10. Outwater EK, Mitchell DG, Vinitski S. Abdominal MR imaging: evaluation of a fast spin-echo sequence. *Radiology* 1994;190:425-429
11. Carpenter KD, Macaulay SE, Schute SJ et al. MR of focal liver lesions: comparison of breath hold hybrid RARE and conventional spin-echo T2-weighted pulse sequences. *J Magn Reson Imaging* 1996; 6:596-602
12. Castaca JV, Mirowitz SA. T2-Weighted MR imaging of the abdomen: fast spin-echo vs conventonal spin-echo sequences. *AJR* 1994;162:61-67
13. Kaufman L, Kramer DM, Crooks LE, Ortendahl DA. Measuring signal-to-noise ratios in MR imaging. *Radiology* 1989;173:265-267
14. Schwartz LH, Seltzer SE, Tempany CM 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

J Korean Radiol Soc 1999;41:951-956

Abdominal MR Imaging Using a HASTE Sequence :
Image Comparison on the Different Echo Times[1]

Kwang Bo Park, M.D., Moon Gyu Lee, M.D., Tae Hwan Lim, M.D., Yoong Ki Jeong, M.D.
Hyun Kwon Ha, M.D., Pyo Nyun Kim, M.D., Yong Ho Auh, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology University of Ulsan, College of Medicine Asan Medical Center*

Purpose : To determine the optimal parameters of abdominal HASTE imaging by means of a comparison of intermediate and long TE (echo time).

Materials and Methods : We evaluated 30 consecutive patients who had undergone liver MR during a three-month period. Twelve patients were diagnosed as normal, four as having liver cirrhosis, and 14 were found to be suffering form hepatic hemangioma. On the basis of measured signal intensity of the liver, spleen, pancreas and gallbladder, and of fat, muscle, hemangioma, and background, we calculated the ratios of signal to noise (S/N), signal difference to noise (SD/N), and signal intensity (SI). Image quality was compared using these three ratios, and using two HASTE sequences with TEs of 90 msec and 134 msec, images were qualitatively evaluated.

Results : S/N ratio of the liver was higher when TE was 90 msec($p < .05$), though S/N, SD/N and SI rations of the spleen, gallbladder, and pancreas -and of hemangiom- were higher when TE was 134 msec ($p < .05$). However, in muscle, all these three ratios were higher at a TE of 90 msec. SD/N ratio and SI of fat were higher at a TE of 134 msec. Overall image quality was better at a TE of 134mesc than at one of 90msec.

Conclusion : A HASTE sequence with a TE of 134msec showed greater tissue contrast and stronger T2-weighted images than one with a TE of 90msec.

Index words : Magnetic resonance (MR), abdomen
Magnetic resonance (MR), technology
Magnetic resonance (MR), parameter

Address reprint requests to : Moon Gyu Lee M.D., Department of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center
#388-1 Poongnap-Dong, Songpa-Ku Seoul 138-736, Korea.
Tel. 82-2-224-4400, Fax. 82-2-476-4719