대한방사선의학회지 1999;41:731-738

국소간병변의 발견에 호흡중 T2-강조터보스핀에코영상과 세가지 호흡중지 T2-강조영상들간의 비교[1]

양달모 · 윤명환 · 김학수 · 김형식 · 김혁중 · 정진우

목적 : 국소간병변의 발견에 호흡중 T2-강조터보스핀에코MR영상과 3가지 호흡중지 T2-강조MR영상들 (호흡중지 T2-강조터보스핀에코, half-Fourier single-shot TSE [HASTE], and true-fast imaging with steady-state precession [FISP])을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법 : 4가지 T2-강조펄스방식으로 MR영상을 얻었던 38명 환자들의 간내 고형악성병변 53개와 비고형양성병변 90개를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 각 영상들은 정량적인 방법 (병변-대-간의 대조잡음비와 병변의 발견율)과 정성적인 방법 (병변의 명확도와 유령물)으로 비교하였다. 통계분석은 정량적인 경우는 paired t-test를 정성적인 경우는 Wilcoxon's signed rank test를 사용하였다.

결과 : 간내 고형악성병변의 병변-대-간의 대조잡음비와 병변의 명확도는 호흡중 터보스핀에코영상이 세가지 호흡중지 T2-강조영상들보다 좋았고 ($p < .05$), 병변발견율도 호흡중 터보스핀에코영상 (75%, 68%)이 호흡중지 T2-강조스핀에코영상들 (57%, 57%)보다 더 높았다. 그러나 비고형양성병변에서의 병변의 명확도는 호흡중 터보스핀에코영상과 호흡중지T2-강조영상들 사이에 차이는 없었고 ($p > .05$), 병변발견율도 호흡중 터보스핀에코영상 (94%, 98%)과 호흡중지 T2-강조스핀에코영상 (91%, 96%)들이 비슷한 결과를 보였다.

결론 : 3가지 호흡중지 T2-강조영상들은 간내 고형악성병변의 병변-대-간의 대조잡음비와 병변 발견율에 있어서 호흡중 터보스핀에코영상보다 떨어져 호흡중 터보스핀에코영상을 대체할 수 없으리라 생각한다.

국소간병변의 발견과 양성병변과 악성병변의 감별에 T2-강조MR영상이 유용한 것으로 알려져 있고 (1-6), 지금까지 좋은 T2-강조영상을 보일 수 있는 MR기법을 찾기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다. 기존의 고식적 T2-강조스핀에코영상이 가지는 긴 획득 시간, 움직임으로 인한 인공물 등의 출현으로 영상질저하의 단점을 극복하기 위해 터보 또는 급속스핀에코영상이 사용되었다 (7-9). 그러나 MR을 이용한 간검사시 가장 문제가 되는 것이 환자의 생리적 움직임에 의한 인공물과 병변의 흐림에 의한 영상의 질저하로, 터보스핀에코방식을 사용하더라도 검사시간이 3분 이상 소요되어 움직임에 의한 인공물을 제거할 수 없다 (10, 11).

최근 개선된 기울기방식을 사용하여 짧은 에코간격 (intereco spacing)과 긴에코열을 가진 호흡중지 T2-강조기법이 개발되어 획득시간의 현저한 감소로 한번 숨참는 동안에 검사를 할 수 있어 움직임에 의한 인공물을 방지할 수 있게 되었다 (12-24). 하지만 이러한 장점과 더불어 간병변의 발견율에 있어서도 호흡중 T2-강조영상과 비교하여 낮거나 비슷해야 이 영상기법을 사용하는 적절한 근거가 될 수 있는데, 지금까지 간병변의 발견율에 있어서 여러가지 호흡중지 T2-강조영상과 고식적 T2-강조스핀에코, 급속T2-강조스핀에코영상들간에 서로 비교한 문헌들에서는 그 결과가 다양하였다 (14-24). 또한 간병변의 발견율에 있어서 항정상태세차진고속영상 (true-fast imaging with steady-state precession, 이하 FISP로 약함)을 포함하여 호흡중지 터보스핀에코, 반Fourier획득 단발포터보스핀에코 (half-Foulier acquisition single-shot turbo spin-echo, 이하 HASTE로 약함)영상과 같은 호흡중지 T2-강조영상들과 호흡중 T2-강조영상들간의 비교에 대해 기술한 문헌은 드물다 (20, 24).

저자들은 호흡중 T2-강조터보스핀에코영상과 호흡중지 T2-강조방식인 호흡중지 터보스핀에코, HASTE, True-FISP 영상을 간의 신호-대-잡음 비 (signal-to-noise ratio, 이하 S/N으로 약함), 병변-대-간의 대조-대-잡음 비 (contrast-to-noise ratio, 이하 C/N 으로 약함)의 정량적인 면과 병변의 발견율, 그리고 병변의 명확도, 인공물의 출현 정도의 정성적인 면을 비교하여 보았다.

[1]가천의대부속 길병원 방사선과
이 논문은 1999년 5월 13일 접수하여 1999년 7월 22일에 채택되었음.

대상 및 방법

대상

1997년 4월부터 1998년 10월까지 MR을 시행한 환자 중 한 개 이상의 국소간병변이 있었고, 수술이나 조직검사에 의한 조직학적 증명, 임상소견, 추적검사, 또는 방사선검사에 의해 진단된 38명의 환자를 대상으로 하였고, 남자가 23명 여자가 15명이었다. 환자의 나이는 33-78세 사이였고, 평균 52세였다.

38명의 환자 중 12명에서 48개의 악성병변이 있었고, 21명의 환자에서 71개의 양성병변이 있었으며, 5명에서 악성병변과 양성병변이 각각 5개, 19개씩 있었다. 따라서 총 악성병변은 53개, 총 양성병변은 90개였다. 병변의 크기는 악성병변은 0.4-14cm (평균;2.4cm), 양성병변의 경우 0.4-9cm (평균; 1.3cm)이었다.

악성병변을 가진 17명에서의 병변의 종류는 13명에서 간세포암 45예, 2명에서 담관암 3예, 2명에서 전이성 간암 5예였다. 전이성 간암의 경우 원발성 암의 종류는 위암과 유방암이었다. 26명 환자 90예의 양성병변은 간혈관종이 40예, 간낭종이 50예 였다. 간세포암의 진단은 수술 (n=4), 알파태아단백 증가 (100-200ng/ml)가 있고, 혈관조영술상 특징적인 소견을 보이고, 경도관동맥화학색전술 후 리피오돌-CT에서 확진된 경우 (n=2), 또는 알파태아단백이 400ng/ml 이상으로 증가된 경우 (n=7)로 하였다. 담관암의 진단은 초음파유도하의 간생검으로 (n=2), 전이성 간암의 진단은 초음파유도하의 간생검과 (n=1) 추적검사시 병변의 크기 증가로 (n=1) 확진하였다. 간혈관종과 간낭종의 진단은 초음파, 조영증강 CT, 또는 다단계 역동적조영증강MR영상에서 특징적 소견을 보인 경우로 확진하였다.

자기공명영상 기법

MR 기기는 1.5 T 초전도 MR 기기 (Magnetom vision; Siemens, Erlangen, Germany)를 사용하였고, 위상배열표면코일 (phase-array surface coil)을 사용하였다. 복부 MR검사에 사용된 여러 기법 중 이중에코 T2-강조터보스핀에코영상과 호흡중지 T2-강조영상인 호흡중지 터보스핀에코, HASTE, True-FISP 영상만을 후향적으로 분석하였다. 이 중 이중에코 T2-강조터보스핀에코영상, 호흡중지 터보스핀에코영상, 그리고 HASTE 영상은 38명 모두에서 시행하였으나, Tru-FISP 방식은 나중에 도입되어 14명에서만 Tru-FISP 영상을 얻었다.

모든 영상은 7-10 mm의 절편두께, 0.9-2.7 mm의 절편간격을 가진 15 절편의 축상 영상을 얻었고, True-FISP 영상을 제외하고는 모두 지방억제를 시행하였다. 흐름에 의한 인공물을 감소시키기 위해 절편의 위와 아래에서 전포화를 시행하였다. 영상영역 (field of view)은 환자체위의 크기에 따라 30-35 cm으로 다양하였고, 주파수부호화 방향은 우측에서 좌측으로 하였다. 각 MR영상 기법의 영상지표 (imaging parameter)는 다음과 같다. 이중에코 터보스핀에코 영상은 유효 TE가 83과 165 msec인 중간 (intermediate) 및 중 (heavily) T2-강조영상을 동시에 얻을 수 있는 펄스기법으로TR 4500-5000 msec, TE 83, 165 msec; 주파수폭 (bandwidth), 130 Hz/pixel; 3/4 장방각 (6/8)에서의 행렬수 (matrix number)는 108-198x256으로 유효 행렬수는 144-264×256; 신호평균횟수는 3-4회로 획득시간은 4분 5초에서 5분 35초가 소요되었다. 호흡중지 터보스핀에코에서는 TR, 4305-4425 mesc; TE, 138 msec; 주파수폭, 화소당 260 Hz; 유효 행렬수, 157×256; 신호평균횟수는 1회로 획득시간은 22-23초가 소요되었다. HASTE 기법에서는 TR, 무한대; TE, 59-90 msec; 에코간격, 4.2-4.4 msec; 주파수폭, 화소당 650 Hz; 유효행렬수, 128-224×256; 신호평균횟수는 1회로 획득시간은 14-20초가 소요되었다. True-FISP 기법에서는 TR, 6.3 msec; TE, 3 msec; 주파수폭, 화소당 560 Hz; 유효 행렬수, 256×256; 신호평균횟수는 1회로 18초의 획득시간이 소요되었다.

영상분석

정량분석은 간병변, 정상간실질, 그리고 배경잡음에서 관심영역 (ROI)을 정하여 신호강도를 측정하여 간의 S/N와 병변-대-간의 C/N를 계산하였다. 정량분석은 관심영역을 그릴 수 있는 1cm 이상 크기를 가진 병변만을 대상으로 하였고, 1cm 이상 크기를 가진 병변의 수는 50개였고, 악성병변이 21개, 양성병변이 29개였다. 간병변에서는 관심영역이 되도록 많이 포함되도록 하였고, 정상간실질에서는 혈관을 피하여 측정하였다. 배경잡음의 신호강도는 오른쪽 복벽의 전방에서 측정하였다. 간의 S/N는 간의 신호강도에서 배경잡음의 표준편차로 나눈 값 (liver S/N=signal intensity [이하 SI로 약함] of liver / standard deviation [이하 SD로 약함] of noise)으로 하였고, 병변-대-간의 C/N는 병변의 신호강도에서 간의 신호강도를 뺀 값에서 배경잡음의 표준편차로 나눈 값 (C/N=[SI of lesion - SI of liver] / SD of noise)으로 하였다. 그리고 각 MR 영상에서의 병변의 발견율을 비교하였다. 병변의 갯수는 대부분의 환자에서 병리소견이나 수술중초음파 없이 두 명의 복부방사선전공 전문의가 대상환자의 각각의 MR영상을 비교하여 종괴가 확실하다고 합의한 경우에만 병변이 있다고 하였고, 이러한 병변을 합하여 각 환자에서의 병변의 총 갯수로 정하였다.

정성분석은 병변의 명확도와 인공물의 정도로 평가하였고, 두 명의 복부방사선전공 전문의가 상의하여 다음의 규정에 따라 1점에서 5점까지 점수를 주었다. 병변의 명확도는 1cm 이상 크기를 가진 50개의 병변을 대상으로 하였고, 점수는 1=아주 나쁨, 2=나쁨, 3 =조금 좋음, 4=좋음, 5=아주 좋음으로 하였다. 이 중 아주 나쁨은 병변 자체가 잘 안 보이는 경우로 하였고, 아주 좋음은 병변의 경계가 아주 명확한 경우로 하였으며, 나머지 나쁨, 조금 좋음, 좋음은 주관적으로 평가하였다. 인공물의 경우는 1=아주 많음, 2=많음, 3=적음, 4=아주 적음, 5=없음으로 하였다. 이 중 아주 많음은 인공물로 인해 병변이 잘 안 보이는 경우로 하였고, 없음을 제외한 많음, 적음, 아주 적음은 주관적으로 평가하였다.

통계분석

통계유의성은 정량적인 경우는 paired t-test를 정성적인 경우는 Wilcoxon's signed rank test를 사용하였고, True-FISP 영상은 표본 수가 적어 통계 처리는 하지 않았다. P 값이 .05 미만일 경우를 통계학적으로 유의하다고 하였다.

결 과

정량분석

Table 1, 2는 각 MR 영상에서의 간의 S/N와 병변-대-간의 C/N 값이다. 간의 S/N는 HASTE 영상과 중간 T2-강조터보스핀에코 (TE: 83 msec)영상에서 호흡중지 터보스핀에코영상보다 유의하게 높았고 (P < .001) (Figs. 1, 2, 3), True-FISP 영상은 HASTE 영상과 중간 T2-강조터보스핀에코 (TE: 83 msec)영상과 비슷하였다 (Fig. 1). 병변-대-간의 C/N는 고형악성병변의 경우 중간 T2-강조터보스핀에코 (TE: 83 msec)영상에서 호흡중지 터보스핀에코, HASTE, 중 T2-강조터보스핀에코 (TE:165 msec)영상보다 의미있게 높았고 (P < .05) (Figs. 1, 3), 호흡중지 터보스핀에코, HASTE, 중 T2-강조터보스핀에코 (TE: 165 msec)영상 간에는 유의한 차이가 없었다. 비고형양성병변의 경우 중 T2-강조터보스핀에코 (TE: 165 msec)영상이 HASTE 영상에 비해 병변-대-간의 C/N가 유의하게 높았고 (P < .05), 나머지 영상들 간에는 차이가 없었다 (Fig. 2). True-FISP 영상은 고형악성병변, 비고형양성병변 모두에서 다른 영상들보다 병변-대-간의 C/N가 낮았다 (Fig. 1).

국소간병변의 발견율은 고형악성병변의 경우 중간 T2-강조터보스핀에코영상에서 75% (43/53), 중 T2-강조터보스핀에코영상에서 68% (36/53), 호흡중지 터보스핀에코영상에서 57% (30/53), HASTE 영상에서 57% (30/53)로 호흡중 터보스핀에코영상에서 더 높았다 (Fig. 3). 하지만 비고형양성병변의 경우는 중간 T2-강조터보스핀에코영상에서 94% (85/90), 중 T2-강조터보스핀에코영상에서 98% (88/90), 호흡중지 터보스핀에코영상에서 91% (82/90), HASTE 영상에서 96% (86/90)로 큰 차이는 없었다.

정성분석

각 MR 영상에서의 병변의 명확도, 인공물에 대한 정성분석에 대한 결과는 표 3, 4와 같다. 고형악성병변의 경우 병변의 명확도는 호흡중 터보스핀에코 (TE:83 msec, 165 msec)영상이 호흡중지 터보스핀에코영상과 HASTE 영상보다 유의하게 더 나았고 (P < .05) (Figs. 1, 3), 중간 T2 강조터보스핀에코영상이 중 T2-강조터보스핀에코영상보다 나았다 (P < .05). 비고형양성병변의 경우는 호흡중 터보스핀에코영상과 호흡중지 터보스핀에코, HASTE 영상 사이에 유의한 차이는 없었다 (p > .05) (Fig. 2). True-FISP 영상은 고형악성병변, 비고형양성병변 모두에서 다른 MR 영상들보다 병변의 명확도가 떨어졌다 (Figs. 1, 2). 인공물에 대한 결과는 HASTE 영상이 호흡중지 터보스핀에코, 호흡중 터보스핀에코영상보다 유의하게

Table 1. Quantitative Assessment of Liver S/N (n = 38)

MR Sequence	Liver S/N
BHTSE	11.3± 5.4
HASTE	21.2±15.2
True-FISP*	21.8± 5.9
TSE(TE:83msec)	25.9±17.9
TSE(TE:165msec)	12.5± 7.6

Note. Numbers are means±1 standard deviation.
*n = 14
BHTSE = breath-hold turbo spin-echo
HASTE = half-Foulier acquisition single-shot turbo spin-echo
True-FISP = fast imaging with steady-state precession
TSE = turbo spin-echo

Table 2. Quantitative Assessment of Lesion-to-Liver C/N

MR Sequence	Solid Lesions(n = 21)	Nonsolid Lesions(n = 29)
BHTSE	15.6± 7.9	50 ±18
HASTE	15.8±10.5	43 ±36.3
True-FISP	10.6± 8*	34.5±17.7†
TSE(TE:83msec)	24.4±14.4	56.9±44.3
TSE(TE:165msec)	19.8±11	63 ±40.1

Note. Numbers are means±1 standard deviation.
*n = 8 †n = 9
BHTSE = breath-hold turbo spin-echo
HASTE = half-Foulier acquisition single-shot turbo spin-echo
True-FISP = fast imaging with steady-state precession
TSE = turbo spin-echo

Table 3. Qualitative Assessment of Lesion Conspicuity

MR Sequence	Solid Lesions(n = 21)	Nonsolid Lesions(n = 29)
BHTSE	3.9±0.6	4.9±0.3
HASTE	3.5±0.7	4.8±0.4
True-FISP	2.1±0.2*	4.3±0.7†
TSE(TE:83msec)	4.6±0.5	4.8±0.6
TSE(TE:165msec)	4.4 ±0.7	4.9±0.2

Note. Numbers are means±1 standard deviation.
*n = 8 †n = 9
BHTSE = breath-hold turbo spin-echo
HASTE = half-Foulier acquisition single-shot turbo spin-echo
True-FISP = fast imaging with steady-state precession
TSE = turbo spin-echo

Table 4. Qualitative Assessment of Artifacts (n = 38)

MR Sequence	Artifacts
BHTSE	3.2±0.7
HASTE	4.8±0.4
True-FISP*	4.9±0.4
TSE	3.4±0.6

Note. Numbers are means ± 1 standard deviation.
*n = 14
BHTSE = breath-hold turbo spin-echo
HASTE = half-Foulier acquisition single-shot turbo spin-echo
True-FISP = fast imaging with steady-state precession
TSE = turbo spin-echo

적었으며 (P < .0001), True-FISP 영상도 HASTE 영상과 비슷하게 인공물이 적었다 (Figs. 1, 2).

고 찰

호흡중지 T2-강조영상은 짧은 획득시간과 움직임에 의한 인공물을 감소 또는 없앨 수 있는 장점이 있으나, 환자가 호흡하는 동안에 영상을 얻는 고식적 또는 터보스핀에코영상에 비해 간병변의 발견율과 병변-대-간의 C/N가 어떠한가가 호흡중지 T2-강조영상의 유용성에 대한 중요한 변수이다.

Rydberg 등 (14)은 호흡중지 T2-강조급속스핀에코영상이 움직임 억제, 해부학적 묘사, 병변 명확도에 있어서 좋은 결과

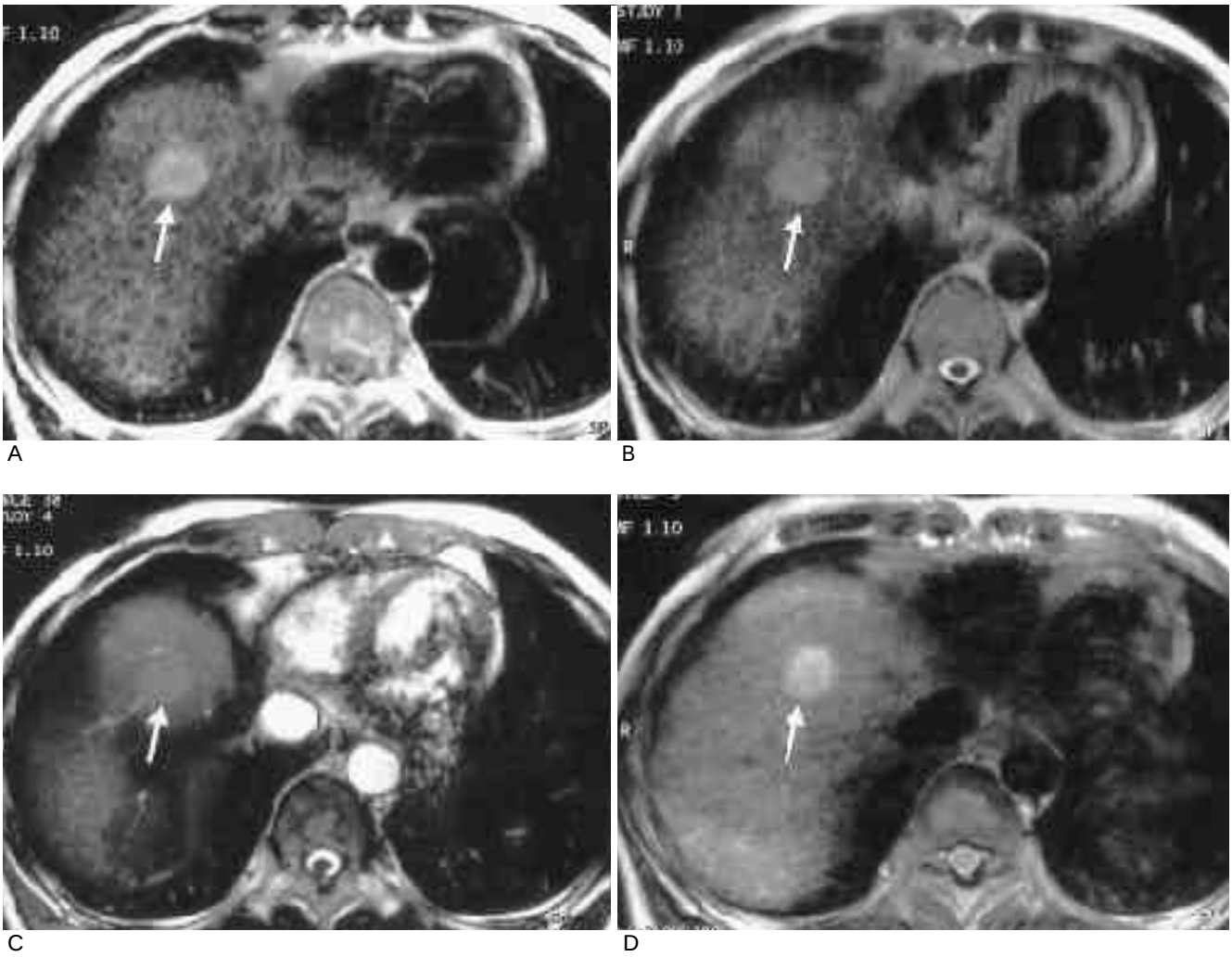

Fig. 1. 46-year-old man with hepatocellular carcinoma.
A. Breath-hold turbo SE image.
B. HASTE image.
C. True-FISP image.
D. Turbo SE (TE: 83 mesec) image.
E. Turbo SE (TE: 165 msec) image. Liver S/N is highest in (C). Lesion-to-liver C/N and conspicuity of the hepatic lesion (arrow) are better in (A), (D), and (E) than in (B) and (C). Motion artifact is minimal in (B) and (C) .

를 보였다고 하였고, 고식적 T2-강조영상보다 정량적, 정성적인 면에서 더 나았다고 하였다. 또한 호흡중지 급속스핀에코영상, HASTE 영상, 그리고 Tru-FISP 영상이 병변의 발견율에 있어서 터보스핀에코영상과 차이가 없었다는 보고도 있었다 (15-21). 그러나 이들의 연구에서 간병변의 발견율은 악성병변과 양성병변을 모두 합한 경우의 성적으로 실제 간혈관종이나 간낭종 같은 비고형양성병변은 대부분 발견 자체는 큰 문제가 되지 않으며, 또한 대부분의 T2-강조영상에서 발견이 된다. 따라서 이러한 비고형 양성병변이 많이 포함될수록 병변의 발견율이 증가되어, T2-강조MR기법간 병변 발견율의 차이가 적을 수 있다. 간병변 중 고형악성병변의 발견이 임상적으로 중요하므로, MR기법 간의 간병변의 발견율 비교도

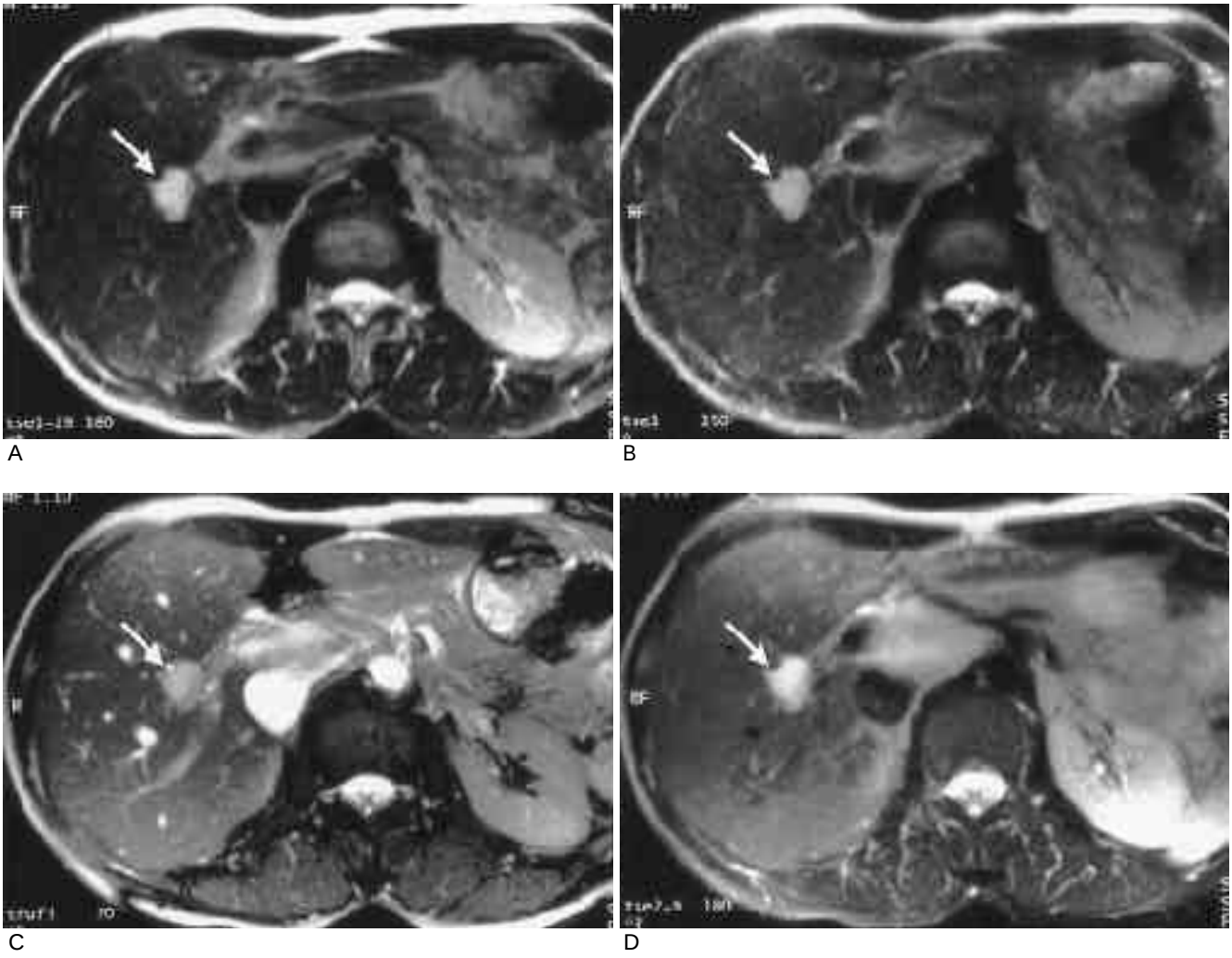

Fig. 2. 50-year-old woman with cavernous hemangioma.
A. Breath-hold turbo SE image.
B. HASTE image.
C. True-FISP image.
D. Turbo SE (TE: 83 msec) image.
E. Turbo SE (TE: 165 msec) image. Liver S/N and lesion-to-liver C/N are highest in (D), but conspicuity of the hepatic lesion (arrow) is comparable among all images.

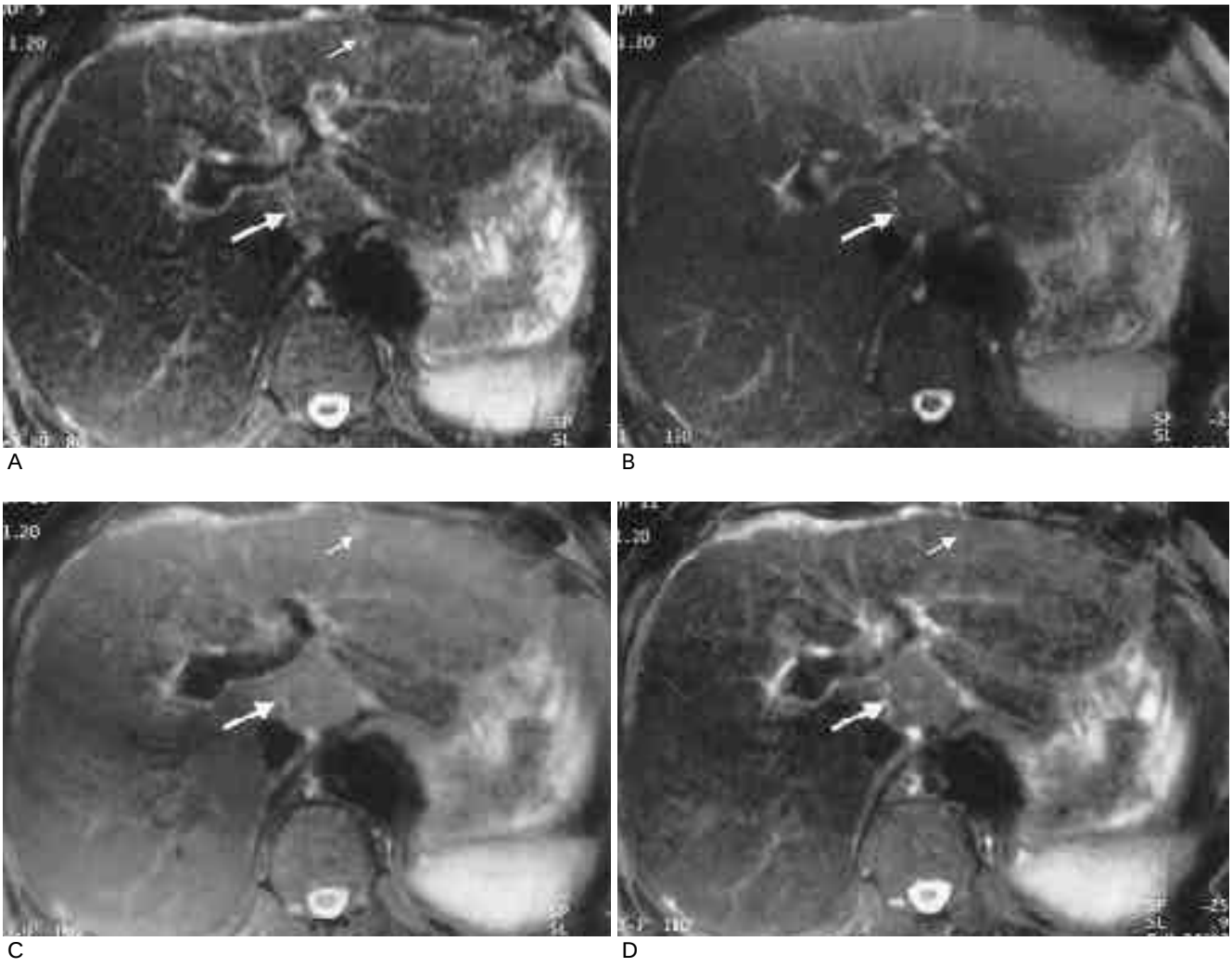

Fig. 3. 57-year-old man with hepatocellular carcinoma.
A. Breath-hold turbo SE image.
B. HASTE image.
C. Turbo SE (TE: 83 msec) image.
D. Turbo SE (TE: 165 msec) image. Liver S/N, lesion-to-liver C/N, and conspicuity of the lesion in the caudate lobe of the liver (arrow) are highest in (C). Conspicuity of the lesion in the left lateral segment of the liver (small arrow) is superior in (C), whereas the lesion in the left lateral segment of the liver is not seen in (B).

고형악성병변을 대상으로 하는 것이 중요하다.

저자들은 고형악성병변과 비고형양성병변을 따로 분류하여 분석한 결과에서 비고형양성병변의 경우는 병변의 발견율이나 병변의 명확도에서 호흡중지 T2-강조영상들과 호흡중 T2-강조영상 간에 큰 차이는 없었다. 그러나 고형악성병변의 경우 정량분석에서 호흡중 터보스핀에코영상인 중간 T2-강조터보스핀에코영상에서 병변-대-간의 C/N이 호흡중지 T2-강조영상인 호흡중지 터보스핀에코, HASTE, Tru-FISP 영상보다 높았고, 고형악성병변의 발견율에 있어서도 호흡중 터보스핀에코영상 (75%, 68%)이 호흡중지 T2-강조영상들 (57%, 57%)보다 높았다. 또한 정성분석 중에서 고형악성병변의 명확도도 중간 T2-강조터보스핀에코영상이 호흡중지 T2-강조영상들에 비해 유의하게 높았다. 따라서 고형악성병변에서는 저자들이 사용한 호흡중지 T2-강조영상들은 호흡중 터보스핀에코영상에 비해 충분한 대조도를 가진 T2-강조영상을 제공하지 못하였다. 이러한 결과는 호흡중지 T2-강조영상들이 호흡중 터보스핀에코영상에 비해 병변의 S/N, 병변-대-간의 C/N 등의 정량적인 면에서 뒤져 간검사에 있어서 호흡중지 급속스핀에코 영상이 호흡중 급속스핀에코영상을 대체할 수 없다고 한 Soyer 등 (22)의 결과와 유사하였다. 또한 Kanematsu 등 (23)도 고형악성병변 발견의 민감도에 있어서 호흡중 급속스핀에코영상 (71%)이 호흡중지 급속스핀에코영상 (62%)보다 더 좋았다고 하였고, 저자들의 결과와 달리 비고형양성병변의 경우에서도 호흡중 급속스핀에코영상 (75%)이 호흡중지 급속스핀에코영상 (60%)보다 병변의 발견율이 좋았다.

고형악성병변의 경우 병변-대-간의 C/N 또는 병변의 발견율이 호흡중지 T2-강조영상들에 비해 호흡중 터보스핀에코영상에서 높은 것은 낮은 주파수폭과 긴 획득시간에 기인한 고

유의 높은 S/N, C/N을 가지고 있기 때문이다 (19). HASTE 영상의 경우 여러 절편의 영상을 연속적인 방식으로 얻음으로써 영상의 흔들림과 움직임 인공물이 거의 없는 영상을 얻을 수 있지만 (15), 긴에코열을 사용하여 자료획득 동안에 나중에코의 T2붕괴에 의한 T2여과효과와 자화전달효과 (magnetization transfer effect)로 인해 고형병변의 해상도가 좋지 않다 (9). 호흡중지 터보스핀에코영상 또한 호흡중 터보스핀에코영상에 비해 에코열이 증가함으로써 영상의 흔들림이 증가하고, 병변-대-간의 C/N이 감소한다. 또한 HASTE 영상과 달리 여러 절편의 영상을 끼워넣는 (interleaved) 방식으로 얻기 때문에 영상의 흔들림이 있을 수 있는데, 저자들의 경우도 22-23 초의 비교적 긴 호흡정지때문에 움직임에 의한 인공물이 보이는 경우가 있었다.

True-FISP 영상은 경사에코방식의 일종으로 신호강도는 흥분펄스 사이에 회복되는 세로자화 (longitudinal magnerization)와 흥분펄스 사이에 지속되는 가로자화의 양에 의해 결정되며, 짧은 T1과 긴 T2 이완시간을 가지는 조직은 고신호강도를 나타나게 되어 T2/T1-강조 영상을 보여 물과 지방조직은 고신호강도를 나타내지만, 고형병변의 경우는 신호강도가 떨어진다. Tru-FISP 영상도 HASTE 영상처럼 연속적인 방식으로 여러 절편의 영상을 얻으므로 움직임에 의한 인공물이 거의 없는 장점이 있지만 저자들과 김 (24)등의 결과에서는 병변-대-간의 C/N과 병변의 명확도는 다른 T2-강조영상들에 비해 떨어졌다.

이 연구의 제한점은 대부분의 환자에서 각 MR영상에서의 병변발견율을 알아보기 위해 각 환자에서의 총 병변의 갯수를 결정하는데 있어서 병리소견이나 수술중초음파에 의하지 않고 각 MR영상을 두명의 복부방사선전공 전문의가 분석한 후 합의하여 결정하였다는 것이다. 하지만 간세포암이나 전이성 간암의 경우 수술이 가능한 경우는 많지 않으며, 비고형양성병변의 경우는 영상만으로 병변의 갯수를 결정할 수밖에 없는 한계가 있다고 생각한다.

요약하면 움직임에 의한 인공물은 HASTE와 Tru-FISP 영상이 호흡중 이중에코 터보스핀에코영상보다 적었고, 비고형양성병변의 경우 병변의 발견율이나 병변의 명확도에 있어서 호흡중지 T2-강조영상들과 호흡중 T2-강조영상 사이에 큰 차이는 없었으나, 고형악성병변의 경우는 병변-대-간의 C/N와 병변의 발견율에서 호흡중 중간 T2-강조터보스핀에코영상이 여러 호흡중지 T2-강조영상들보다 우월하였다. 호흡중지 T2-강조영상들 중에서 호흡중지 터보스핀에코영상과 HASTE 영상은 병변의 C/N이나 병변의 명확도에 있어서 서로 비슷한 결과를 보였고, Tru-FISP 영상이 가장 나쁜 결과를 보였다.

결론적으로 저자들이 사용한 호흡중지 T2-강조영상들은 호흡중 T2-강조영상에 비해 움직임에 의한 인공물은 적었지만, 고형악성병변의 발견율이나 병변-대-간의 C/N가 떨어져 호흡중 T2-강조영상을 대체할 수 없다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Wittenberg J, Stark DD, Forman BH, et al. Differentiation of hepatic metastases from hemangiomas and cysts by using MR imaging. *AJR* 1988;151:79-84
2. Li KC, Glazer GM, Quint LE, et al. Distinction of hepatic cavernous hemangioma from hepatic metastases with MR imaging. *Radiology* 1988;169;409-415
3. 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
4. Reining 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
5. Itoh K, Saini S, Hahn PF, Imam N, Ferrucci JT. Differentiation between small hemangiomas and metastases on MR images: importance of size-specific quantitative criteria. *AJR* 1990;155:61-66
6. Goldberg MA, Saini S, Hahn PF, Egglin TK, Mueller PR. Differentiation between hemangiomas and metastases of the liver with ultrafast MR imaging: preliminary results with T2 calculations. *AJR* 1991;157:727-730
7. Outwater EK, Mitchell DG, Vinitski S. Abdominal MR imaging: evaluation of a fast spin-echo pulse sequence. *Radiology* 1994;190:425-429
8. Catasca J, Mirowitz S. T2-weighted MR imaging of the abdomen: fast spin-echo vs conventional spin-echo sequences. *AJR* 1994;162:61-67
9. Low RN, Francis IR, Sigeti JS, Foo TK. 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
10. 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
11. Reining JW. Breath-hold fast spin-echo MR imaging of the liver: a technique for high-quality T2-weighted images. *Radiology* 1995;194:303-304
12. Taupitz M, Speidel A, Hamm B, et al. T2-weighted breath-hold MR imaging of the liver at 1.5 T: results with a three dimensional steady-state free precession sequence in 87 patients. *Radiology* 1995;194:439-446
13. Hoe LV, Bosmans H, Baert AL, et al. Focal liver lesions: fast T2-weighted MR imaging with half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement. *Radiology* 1996;201:817-823
14. Rydberg JN, Lomas DJ, Coakley KJ, Hough DM, Ehman RL, Riederer SJ. Comparison of breath-hold fast spin-echo and conventional spin-echo pulse sequences for T2-weighted MR imaging of liver lesions. *Radiology* 1995;194:431-437
15. Tang Y, Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, Takahashi M. Liver T2-weighted MR imaging: comparison of fast and conventional half-Foulier single-shot turbo spin-echo, breath-hold turbo spin-echo, and respiratory-triggered turbo spin-echo sequences. *Radiology* 1997; 203:766-772
16. Soyer P, Givry SC, Gueye C, Lenormand S, Somveille E, Scherrer A. Detection of focal hepatic lesions with MR imaging: prospective comparison of T2-weighted fast spin-echo with and without fat suppression, T2-weighted breath-hold fast spin echo, and gadolinium chelate-enhanced 3D gradient-recalled imaging. *AJR* 1996;166:1115-1121
17. Kim TH, Kim KW, Kim EK, Yu JS. Breath-hold MR imaging of focal hepatic lesions: clinical usefulness of breath-hold TSE T2WI combined by fast low-angle shot (FLASH) MR imaging. *J Korean Radiological Society* 1996;35:929-937
18. Soyer P, Gouhiri M, Rondeau Y, Spelle L, Mosnier H, Scherrer A.

Non-breath-hold fast spin-echo versus breath-hold fast spin-echo and spoiled gradient-recalled echo MR imaging in the detection of hepatic tumors: correlation with surgical findings. *AJR* 1997;168: 1199-1204
19. Yamashita Y, Tang Y, Naminoto T, Mitsuzaki K, Takahashi M. MR imaging of the liver: comparison between single-shot echo-planar and half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement sequences. *Radiology* 1998;207:331-337
20. 김재근, 유정식, 정미경, 김기황. The value of True FISP sequence as a fast T2-weighted MR imaging of liver: comparison with breathhold turbo spin-echo and HASTE sequences. *대한방사선의학회제 54차학술대회초록집* 1998:140
21. Gaa J, Hatabu H, Jenkins RL, Finn JP, Edelman RR. Liver masses: replacement of conventional T2-weighted spin-echo MR imaging with breath-hold MR imaging. *Radiology* 1996;200:459-464
22. Soyer P, Normand SL, Givry SC, Gueye C, Somveille E, Scherrer A. T2-weighted spin-echo MR imaging of the liver: breath-hold fast spin-echo versus non-breath-hold fast spin-echo images with and without fat suppression. *AJR* 1996;166:593-597
23. Kanwmatsu M, Hoshi H, Murakami T, et al. Focal hepatic lesion detection: comparison of four T2-weighted MR imaging pulse sequences. *Radiology* 1998;206:167-175
24. 김종배, 이준우, 정훈식, 박충훈, 김용우, 이석홍, 김병수. 국소간종괴의급속 T2 강조영상: EPI, HASTE, True-FISP 기법간의비교. *대한방사선의학회제 54차학술대회초록집* 1998:139

J Korean Radiol Soc 1999;41:731-738

Comparison of Non-Breath-Hold T2-weighted Turbo Spin-Echo and Three Breath-Hold T2-weighted MR Images for Detection of Focal Hepatic Lesion[1]

Dal Mo Yang, M.D., Myung Hwan Yoon, M.D., Hak Soo Kim, M.D., Hyung Sik Kim, M.D., Hyug Chung Kim, M.D., Jin Woo Chung, M.D.

[1]*Department of Radiology, Gachon Medical College, Gil Medical Center*

Purpose : The purpose of this study was to compare non-breath-hold T2-weighted turbo spin-echo (TSE) MR imaging with three types of breath-hold T2-weighted MR imaging (breath-hold TSE [BHTSE], half-Fourier single-shot TSE [HASTE], and true-fast imaging with steady-state precession [FISP]) for hepatic lesion detection.

Materials and Methods : T2-weighted MR images obtained using the above with the four sequences in 38 patients with 53 solid malignant and 90 non-solid benign hepatic lesions were retrospectively analyzed. Images were compared quantitatively (lesion-to-liver contrast-to-noise ratio and lesion detectability) and qualitatively (conspicuity of lesion and artifact). Statistical analysis involved the paired t-test for quantitative evaluation and Wilcoxon's signed rank test for qualitative evaluation.

Results : The values of lesion-to-liver contrast-to-noise ratios and lesion conspicuity for solid malignant hepatic lesions were better with non-breath-hold TSE imaging than with the three breath-hold T2-weighted sequences ($p < .05$); similarly, lesion detectability was higher using the former system (75 %, 68 %) than with breath-hold imaging (57 %, 57 %). There was, however, no statistically significant difference in the conspicuity of non-solid benign lesions between non breath-hold and breath-hold sequence ($p > .05$), and lesion detectability for non-solid benign lesions was similar (94% and 98%, compared with 91 % and 96 %).

Conclusion : In the cases of solid malignant hepatic lesions, the three breath-hold T2-weighted sequences were inferior to non-breath-hold TSE with regard to lesion-to-liver contrast-to-noise ratio and lesion detectability. Non-breath-hold TSE imaging should thus not be replaced by breath-hold T2-weighted imaging.

Index words : Liver neoplasms, MR
Magnetic resonance (MR), pulse sequences
Magnetic resonance (MR), rapid imaging
Magnetic resonance (MR), comparative studies

Address reprint requests to : Dal Mo Yang, M.D., Department of Radiology, Gachon Medical College, Gil Medical Center, Kuwol-Dong Namdong-Ku, Incheon 405-220, Korea.
Tel. 82-32-460-3060 Fax. 82-32-460-3055