

◆ 원 저 ◆

복부의 T2강조 영상에서 지방소거기법의최적의 평가

이다희¹ · 구은희^{1,2}

¹서울대학교병원 영상의학과 · ²한림성심대학 방사선과

The Evaluation of Optimized Inversion–Recovery Fat–Suppression Techniques for T2–Weighted Abdominal MR Imaging : Preliminary report

Da Hee Lee¹ · Eun Hoe Goo^{1,2}

¹Department of Radiology, Seoul National University Hospital

²Department of Radiological Technology, Hallym College

Abstract

To test the real image quality of a spectral attenuated inversion–recovery (SPAIR) fat–suppression (FS) technique in clinical abdominal MRI by comparison to turbo spin echo inversion–recovery (TSEIR) fat–suppression (FS) technique. 3.0T MRI studies of the abdomen were performed in 30 patients with liver lesions (hemangiomas n: 15; HCC n: 15). T2W sequences were acquired using SPAIR TSEIR. Measurements included retroperitoneal and mesenteric fat signal–to–noise (SNR) to evaluate FS; liver lesion contrast–to–noise (CNR) to evaluate bulk water signal recovery effects; and bowel wall delineation to evaluate susceptibility and physiological motion effects. SPAIR–TSEIR images produce significantly improved FS and liver lesion CNR. The mean SNR of the retroperitoneal and mesenteric fat for SPAIR were 20.5, 10.2 and TSEIR were 43.2, 24.1 ($P < 0.05$). SPAIR–TSEIR images produced higher CNR for both hemangiomas CNR 164.88 vs 126.83 ($P < 0.05$) and metastasis CNR 75.27 vs 53.19 ($P < 0.05$). Bowel wall visualization was significantly improved using in both SPAIR–TSEIR ($P < 0.05$). The real image quality of SPAIR was better than over conventional TSEIR FS on clinical abdominal MRI scans.

Key Words : Fat suppression, Inversion recovery, Retroperitoneum

Received March 20, 2012/ 1st Revised April 07, 2012/ 2nd

Revised April 27, 2012 / Accepted for Publication May 11, 2012

Corresponding Author: 구은희

(143–729) 서울특별시 종로구 연건동 28번지

서울대학교병원 영상의학과

Tel: 02) 2072–3947 Fax: 02) 831–2880

E–mail: eunhoegoo@gmail.com

I. 서론

현재 지방소거기법에 관해 많은 연구들이 있다. 그런데 특히 MRI에서 지방소거기법 없이 사용하는 것은 진단에서 어려움이 따른다. 그 배경은 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging : MRI)은 물과 지방 사이에 화학적 이동 현상을 가지고 있어 지방에 의해 구조적 현상이 나타나는 것에 있다.¹ 또한 지방은 기본적으로 강한 신호를 가지고 있어 잘못된 인공물을 형성하기 때문이다.² 이에 이론적 배경과 실제적인 실험을 통하여 지방소거기법에 사용되는 터보스핀 반전 회복 기법 (Turbo Spin Echo Inversion Recovery : TSEIR)과 스펙트럼 감쇄 반전회복 기법(Spectral Attenuated Inversion-recovery : SPAIR)을 이용한 유용성을 입증해보고자 한다.

1. TSEIR (Turbo Spin Echo Inversion Recovery)

자기공명영상에서 지방소거 방법의 사용은 조직간 Dynamic Range를 넓혀서 대조도를 높이는 효과로 현재 고자장의 영상장치에서 주로 터보스핀 반전 회복 기법 (Turbo Spin Echo Inversion Recovery : TSEIR)이 이용되고 있다. 이 방법은 화학적 이동 (chemical

shift) 효과를 이용한 CHESS Pulse를 선택하여 지방을 억제시켜 영상을 얻는 기법이다.^{2,7}

Figure 1에서 A는 지방(Fat)과 물(Water)의 주파수 Peak치를 나타낸다. 그 중 지방 (Fat)의 Radiofrequency Bandwidth를 선택하여 Saturation시키면 Figure 1의 B와 같이 물의 Radiofrequency만 남아 결과적으로 지방이 소거된 영상이 나온다. 비교적 간편하고 지방이외의 다른 조직의 신호특성의 변화를 주지 않아 자주 사용하는 방법으로 알려져 있으나 자기장의 불균일성에 의한 지방 신호 감소가 균일 하지 못할 경우가 많이 발견된다.^{1,4}

2. SPAIR

SPAIR (Spectral Attenuated Inversion-recovery)는 일반적으로 사용되는 Fat suppression 방식인 CHESS Pulse를 이용한 방식에 STIR를 접목시킨 것으로 볼 수 있다. 즉, STIR의 Inversion RF Pulse를 CHESS Pulse로 대체해서 Fat 성분만 Inversion 시킨 후 T1 Recovery에서 Fat Signal이 Zero-crossing (TNull)될 때 Excite RF Pulse를 인가해서 영상을 얻는 방법이다.^{2,7}

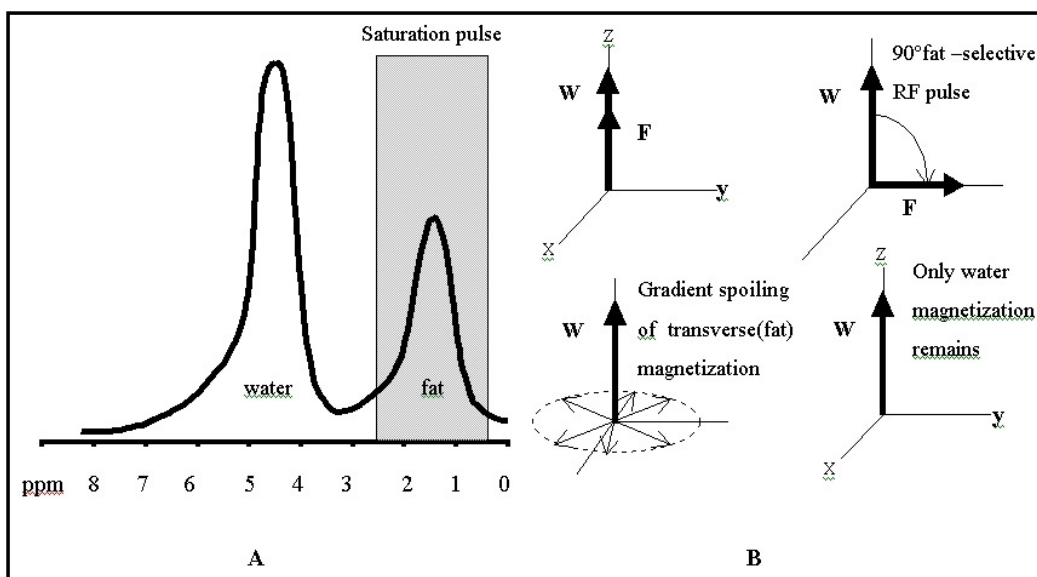


Fig. 1. 지방소거 기법에 관한 원리

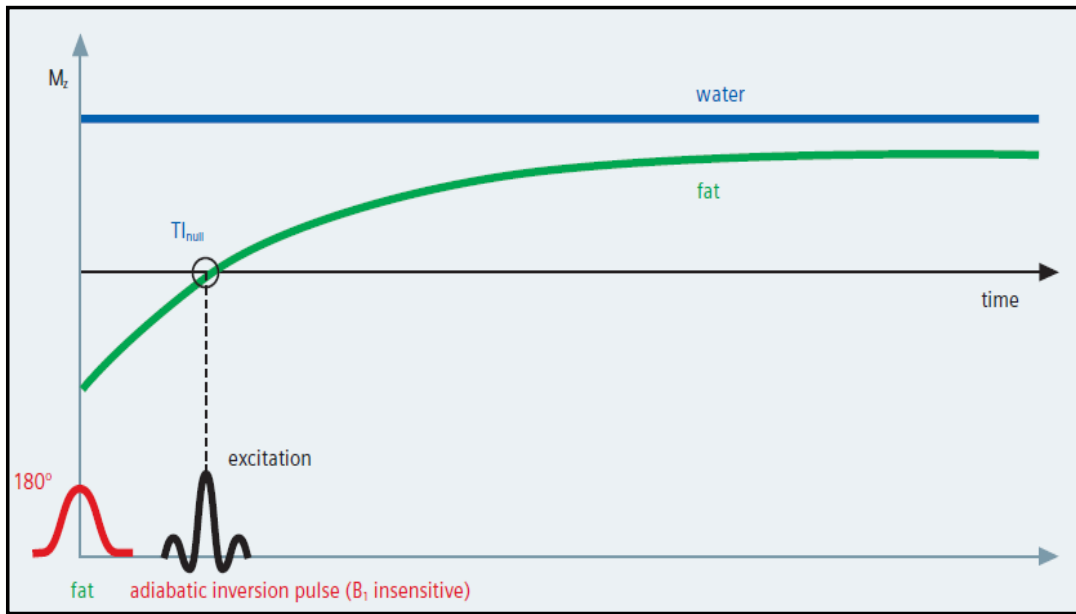


Fig. 2 . Spectral Attenuated Inversion-recovery 의 기본원리

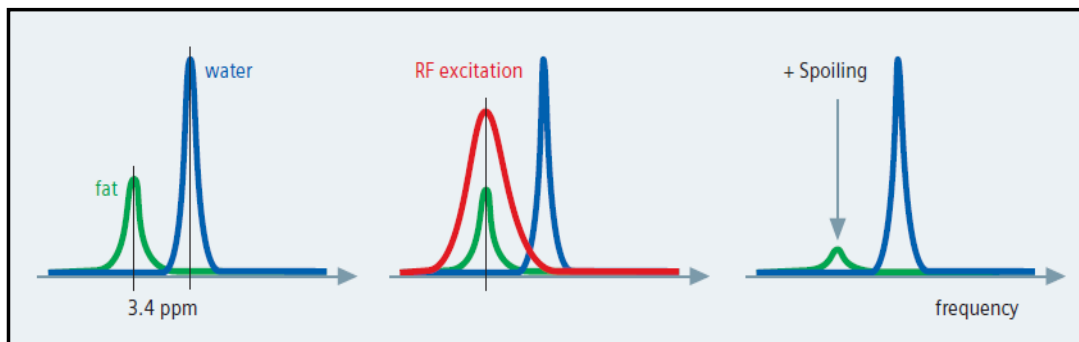


Fig. 3. RF 펄스에 따른 지방소거 원리

따라서 Water Signal의 세기를 유지할 수 있는 장점이 있지만, STIR에 비해 B0 Inhomogeneity에 민감하다.⁷

II. 연구대상 및 방법

본 실험에서는 T2강조영상을 이용하여 지방소거 (Fat saturation)기법인 터보 스핀 반전 회복 기법 (Turbo Spin Echo Inversion Recovery : TSEIR)과 STIR에 Adiabatic RF Pulse를 사용한 기법을 접목시킨 SPAIR를 이용하여 자기공명영상을 얻어 기존 보고에서 보고되는 TSEIR에 대한 SPAIR의 차이 및 우수성을 실험, 비교해 봄으로써 각 기법의 효과를 입증하고자 한다.

1. 대상

서울대학병원 의생명과학관 MRI실에서 2010년 3월부터 7월까지 복부 자기공명영상 검사를 시행하였던 간 병변 환자(hemangiomas : 15명, HCC : 15)를 대상으로 하였다. 간 병변 환자 모두는 남성이었으며, 환자들의 연령 분포는 40~60세로 평균연령은 50세 이었다.

2. 실험 방법

3.0T 시스템(MAGNETOM Trio, A Tim System, SIEMENS)를 이용하여 간 병변 환자 (hemangiomas : 15명, HCC : 15)의 복부를 촬영하였으며, 모든 환자에게 체부코일을 사용하였다. 두 개 (SPAIR, TSEIR)의

T2W 지방소거 시퀀스를 사용하여 영상을 획득했다.

복부 촬영 시 후복막과 장간막을 포함하여 지방의 SNR (Signal to Noise Ratio : 신호 대 잡음비)로 FS 를 평가하고, 일괄 물 신호 복구 효과를 간병변의 CNR (Contrast to Noise Ratio : 대조도 대 잡음비)로 평가 하였다.

창자벽의 묘사로 자화율을 평가하여 생리적 운동효과 를 측정 하였다.

이렇게 CNR과 SNR 신호를 비교 해 봄으로써 기존 보고에 정확성과 타당성을 다시 한 번 입증해봄과 동시 에 그 외 다른 결론을 도출해보고자 한다.

III. 결 과

본 연구의 결과로 T2강조영상에서의 신체 각 부분 SPAIR와 TSEIR의 각각의 SNR, CNR의 값을 구할 수 있었다. 두 지방소거 기법을 적용하여 구한 값으로 Table 1과 같이 T2강조영상에서 Abdomen (Axial plan)의 SPAIR FS에서 후복막 및 장간막에 대한 지방 의 SNR은 20.5, 10.2로 나타났고, TSEIR은 43.2, 24.1(P<0.05)로 나타났다. SPAIR와 TSEIR 이미지에서 두 개의 hemangiomas에 대한 CNR이 164.88 vs. 126.83 (P<0.05), Metastasis의 CNR이 75.27 vs. 53.19 (P<0.05)으로 더 높은 CNR을 나타냈다.

Table 1. T2강조영상에서 Abdomen의 SPAIR와 CHESS의 CNR, SNR값

	TSEIR		SPAIR
SNR	후복막	43.2	후복막 20.5
	장간막	24.1	장간막 10.2
CNR	Hemangioma	126.83	Hemangioma 164.88
	Metastasis	53.19	Metastasis 75.27

구해진 값을 비교해 본 결과 TSEIR이 SPAIR보다 SNR값은 높았지만 CNR값은 낮게 나온 것을 알 수 있 다.

창자벽의 묘사에는 두 기법(SPAIR and TSEIR, P<0.05) 모두에서 지방소거 영상이 차이를 갖지 않았다.

실험 내용의 결과 영상은 아래의 그림과 같다. Figure 4는 Abdomen (Axial plan)의 TSEIR Image 이며, Figure 5는 Abdomen (Axial plan)의 SPAIR Image 이다. SPAIR의 실질적 지방소거 영상은 임상 복부 MRI를 검사에서 기존의 TSEIR 지방소거 기법보 다 우위의 결과를 얻었다.

IV. 고찰 및 결론

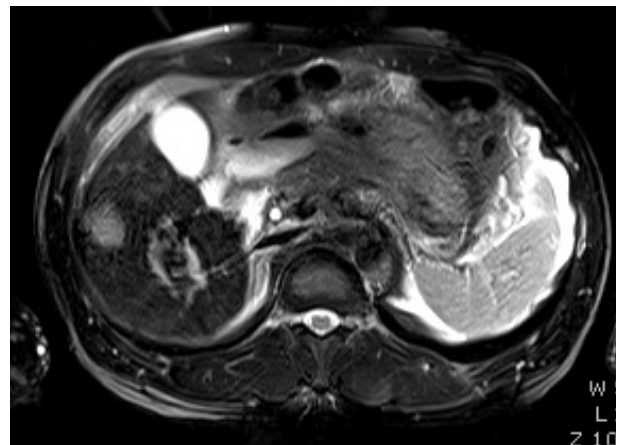


Fig. 4. T2 Tse Axl TSEIR p2 mbh 320

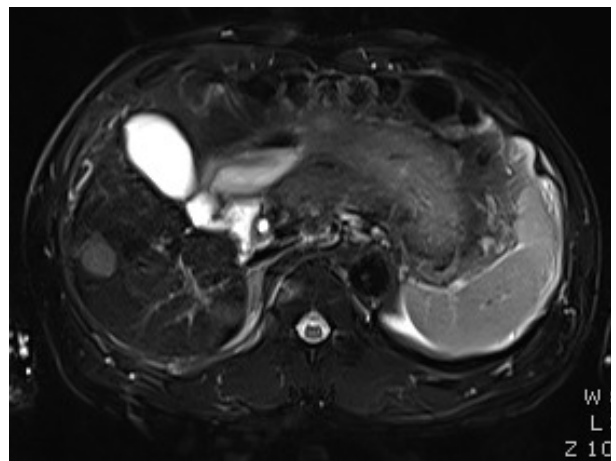


Fig. 5. T2 Tse Axl SPAIR p2 mbh 320

요즈음 의학 수준과 기술도 발달하면서 예전에는 영 상진단분야에서 듣기조차 생소했던 전산화단층촬영 (Computed Tomography : CT), 자기공명영상(Mag- netic Resonance Imaging : MRI)등이 이제는 일반화 가 되었고 임상적으로 CT와 MRI의 기능적 검사가 과

거에 비해 많이 증가하는 추세여서 자주 사용하고 있는 만큼 얼마나 많은 전문성을 가지고 사용하는지 알아보기 위해 이번 논문의 방향을 정했다. 실험을 통해 TSEIR의 장·단점과 SPAIR의 장·단점을 알 수 있었다.

1. TSEIR 기법의 장점

- 1) 조직의 특성화를 좀 더 정확하게 할 수 있다.
- 2) 질환의 파급 정도를 좀 더 간결하게 알 수 있다.
- 3) 화학적 이동, 부호화 방향 신호 제거, 운동성 인공물을 감소시킨다.
- 4) 대조도 대 잡음비를 증가시킨다.
- 5) 조영 증강 영상에서 지방 신호와 상자성 영향에 의한 각각의 신호증가를 감별 할 수 있다는 것 등이다.

2. TSEIR 기법의 단점

- 1) 신호대 잡음비가 감소한다.
- 2) 자장의 불균질성에 의한 인공물이 증가한다.
- 3) 지방억제가 고르게 되지 않는다.
- 4) 시간이 오래 걸린다.

3. SPAIR 기법의 장점

- 1) 자장의 불균질성에 대해 대체적으로 무감각하다.
- 2) Slice thickness 3mm이하의 검사에서도 적용할 수 있어 3mm이하의 악성종양이나 섬유선종의 발견에 큰 도움이 된다.
- 3) 얇은 절편 두께로 검사를 하여도 큰 감소 없이 좋은 대조도를 유지한다.

4. SPAIR 기법의 단점

- 1) Sequence single shot에 있는 전반적인 신호의 강도가 약간 감소한다.
- 2) 복잡한 준비 Pulse 때문에 TR이 증가하거나 최대 Slice수가 감소한다.
(하지만 빠른 Fat Sat에 의하여 부분적으로 보상한다.)
- 3) Scan time이 길다.

또한, 결과적으로 TSEIR기법 보다 SPAIR기법이 좀 더 임상에서 유용하다는 결과가 나왔다. 이 실험을 통하여 임상에서 사용하는 MRI의 여러 지방소거기법을 상황에 맞게 잘 알고, 사용하여 어떤 지방소거기법을 쓸 때 더 효과적인 영상을 얻을 수 있는지 인지 할 필요성이 있다는 결론이 나왔다. 이러한 논문들이 더 많이 발표되어 임상에서의 가치를 높일 수 있었으면 좋겠다.

참 고 문 헌

1. New PFJ, Rosen BR, Brady TJ, et al. Potential hazards and artifacts of ferromagnetic and nonferromagnetic surgical and dental materials and devices in NMR imaging. *Radiology* 1993; 147: 139-48.
2. Augustiny N, von Schulthess GK, Meier D, Bsiger P. MR Imaging of Large Nonferromagnetic Metallic Implants at 1.5T. *J Comput Assist Tomogr* 1987; 11: 678-83.
3. 이주혁, 장기현, 박재형. A Study of Artifacts in MR Imaging Induced by Metallic Aneurysm Clips. *대한영상의학회지* 1992; 28: 307-13.
4. Shellock FG, Kanal E. Aneurysm clips: Evaluation of MR imaging Artifacts at 1.5T. *Radiology* 1998; 209: 563-6.
5. 김종기. Tissue Suppression. *대한자기공명학회지* 1999; 26-33.
6. 노흥기, 강성권, 조영국 등. 자기 팽창형 금속 스텐트의 물리적 특성과 자기공명영상. *대한자기공명학회지*. 1998; 39: 503-9.
7. 정경호, 이정인, 김종수. 뇌피질 질환에서 뇌백질 신호 억제를 위한 중간시간 반전회복 영상기법. *대한자기공명학회지* 1999; 3: 60-5.