

뇌자기공명영상에서 Single-Shot Fast Spin-Echo 기법과 T2-Weighted Fast Spin-Echo 기법의 비교¹

차성호 · 서정진 · 오희연² · 윤종훈² · 정광우 · 김재규 · 김윤현 · 정용연 · 강형근

목 적 : Single-Shot Fast Spin-Echo (SS-FSE) 기법과 T2-Weighted Fast Spin-Echo (T2-FSE) 기법을 사용한 뇌자기공명영상을 분석하여 SS-FSE 기법의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 1.5T 초전도 자기공명영상기(GE, Signa, Milwaukee, USA)를 이용하여, T2-FSE와 SS-FSE 뇌자기공명영상을 동시에 시행한 41예(15-75세)를 대상으로 하여 후향적으로 분석하였다. 뇌병변은 뇌허혈 및 경색 23예, 종양 10예, 출혈 3예, 염증성 질환 2예, 지주막하낭종 2예, 혈관성 질환 1예였다. 각 환자마다 SS-FSE와 T2-FSE 영상에서 병변과 정상 뇌실질간의 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio, CNR), % 대조도(% Contrast), 병변의 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR)를 계산하여 정량적 분석을 하였다. 또, 정성적 분석을 위해, 두 명의 방사선과의사가 각각 병변의 발견(visibility), 경계(margin), 범위(extent)를 5개의 등급으로 나누어 평가하였으며 인공음영의 유무를 분석하였다. SS-FSE와 T2-FSE 영상에서 얻어진 정량적, 정성적 결과들을 Wilcoxon's signed ranks test를 이용하여 통계처리 하였다.

결 과 : 병변의 평균 대조도 대 잡음비는 SS-FSE 영상에서는 31.2, T2-FSE 영상에서는 27.5로 SS-FSE 영상에서 더 높은 값을 나타내었다($p=0.0131$). 평균 % 대조도도 T2-FSE 영상(108.5)에 비해, SS-FSE 영상(159.0)에서 더 높았다($p=0.0222$). 그러나, 병변의 평균 신호 대 잡음비는 SS-FSE 영상에서는 53.5, T2-FSE 영상에서는 80.3으로 T2-FSE 영상에서 더 높았다($p=0.0000$). 병변의 발견은 T2-FSE가 더 우수한 예가 11예, SS-FSE가 더 좋은 경우는 4예, 그리고 나머지 예는 비슷한 정도를 나타내었으나 유의한 차이는 없었다($p=0.1323$). 그러나, 병변의 범위 평가는 11예에서는 T2-FSE가, 2예에서는 SS-FSE가 더 우수하였고($p=0.0131$), 병변의 경계에 대한 평가는 T2-FSE가 SS-FSE보다 훨씬 좋은 결과를 나타내었으며(26예), SS-FSE가 더 나은 경우는 3예 뿐 ($p=0.0000$)이어서, 병변의 경계와 범위 파악에는 T2-FSE가 더 유용하였다. 인공물의 유무는 두 기법간에 유의한 차이가 없었다.

결 론 : SS-FSE 기법은 빠른 시간에 영상획득을 할 수 있으므로 환자의 상태가 좋지 않은 경우나, 협조가 안되는 환자, 또는 소아와 같이 진정(sedation)이 필요한 환자 등에서 선택적으로 사용될 수 있으리라 생각된다.

자기공명영상은 뇌질환의 진단에 있어서 보편화된 진단방법으로서 최근 가능한 한 짧은 시간에 좋은 영상을 얻을 수 있는 여러 종류의 자기공명영상(magnetic resonance, 이하 MR로 줄임) 소프트웨어가 개발되고 있다. 제조회사만 다를 뿐 같은 원리를 가지고 있는 Single-shot fast spin-echo(이하 SS-FSE로 줄임) 기법 또는 half-Fourier single-shot turbo spin-

echo(이하 HASTE로 줄임) 기법은 heavily T2-weighted image와 high echo-train length를 이용하여 짧은 시간내에 영상을 얻는 방법으로, 간 MR, MR 담관체장조영술, MR 요로조영술 또는 폐쇄성 장질환의 진단에 사용되고 있다(1-3). 이에 저자들은 주로 복부 영상에서 연구되고 있는 SS-FSE 영상이 뇌 자기공명영상에서도 적용 가능성이 있는가 알아 보고자 하였고, 기존에 사용되고 있는 T2-weighted fast spin-echo(이하 T2-FSE로 줄임) 영상과 비교하여 SS-FSE 영상의 임상적 유용성에 대해 평가하였다.

¹ 전남대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 전남대학교 의학연구소

² 광주 남광병원 진단방사선과

이 논문은 1998년 5월 4일 접수하여 1998년 6월 19일에 채택되었음.

대상 및 방법

T2-FSE와 SS-FSE 뇌자기공명영상을 동시에 시행한 환자들 중, 뇌병변이 있었던 41명의 환자를 대상으로 후향적 분석을 하였다. 남녀 비는 25 : 16 이었고, 연령분포는 15-75세(평균 49세)였다. 뇌병변은 뇌허혈 및 경색이 23예, 종양 10예, 출혈 3예, 염증성 질환 2예, 지주막하낭종 2예, 혈관성 질환 1예였다.

1.5T 자기공명영상기기(Signa, GE Medical Systems, Milwaukee, USA)를 이용하여, 각 환자마다 T2-FSE와 SS-FSE 영상을 얻었다. T2-FSE 영상을 얻기위해 사용된 촬영 조건은 TR 3200 msec, TE 91-104 msec, echo-train length 10회, 절편 두께 5 mm, 간격 2.5 mm, 촬영 시야 22 × 16 cm, NEX(number of excitation) 1회, 격자 크기 256 × 192로 하였고, 영상 획득 시간은 3분 25초였다. SS-FSE영상의 촬영 조건은 TR 20436-33047 msec, TE 97-128 msec, echo-train length 96 (1/2matrix)회, 절편 두께 5 mm, 간격 2.5 mm, 촬영 시야 22 × 16 cm, 격자 크기 256 × 192, NEX는 0.5회였고, 영상 획득 시간은 24-31초였다.

정량분석을 위해 T2-FSE와 SS-FSE 기법으로 얻은 각각의 영상에서 원형의 cursor를 병변부위, 병변 반대측의 정상 뇌실질 부위, 그리고 두피 바깥의 배경(잡음)에 위치시킨 후 신호강도를 각각 2번씩 측정하여 그 평균값을 구하였다. 병변과 정상 뇌실질의 신호강도 측정은 같은 크기의 cursor를 사용하였는데, 병변의 크기에 따라 10 mm²부터 60 mm²까지였다. 그러나, 배경의 신호강도는 cursor의 위치에 따라 그 값의 차이가 많기 때문에 cursor 크기를 더 크게 (110 mm²)하였으며 위상 부호화 방향에서 측정하였다. 병변, 정상 뇌실질, 그리고 배경에서 얻은 평균 신호강도를 이용하여, 각각의 영상에서 대조도

대 잡음비(CNR, 병변의 신호강도-정상뇌실질의 신호강도/배경의 표준편차), % 대조도(% Contrast, 병변의 신호강도-정상뇌실질의 신호강도/정상뇌실질의 신호강도 × 100), 신호대 잡음비(SNR, 병변의 신호강도/배경의 표준편차)를 계산하여 서로 비교하였다.

정성분석을 위해 각 영상에서 병변의 발견율(visibility or detectability), 경계(margin), 범위 평가 정도(extent)를 두 명의 방사선과 의사가 육안적으로 평가한 후 그 결과를 협의하였는데, 각 항목에 대해 5등급, 즉 5(아주 좋음), 4(좋음), 3(보통), 2(나쁨), 1(아주 나쁨)로 나누어 평가하였다. 그리고 인공음영 중 자화율(susceptibility), 움직임, 유속(flow) 인공음영의 유무를 관찰하였다.

T2-FSE 영상과 SS-FSE 영상에서 얻은 정량적, 정성적인 분석 결과들을 서로 비교하였으며, Wilcoxon's signed ranks test를 사용하여 통계처리를 하여 p 값이 0.05이하일 때를 의미가 있는 것으로 하였다.

결 과

정량분석에서 병변의 평균 대조도 대 잡음비는 T2-FSE 영상

Table 1. Results of Quantitative Comparison between Single-Shot Fast Spin-Echo and T2-Weighted Fast Spin-Echo images

	T2-FSE	SS-FSE	p value
Contrast-to-noise ratio	27.5 ± 4.3	31.3 ± 3.6	.0131
% Contrast	108.5 ± 9.5	159.0 ± 22.3	.0222
Signal-to-noise ratio	80.3 ± 4.8	53.5 ± 3.6	.0000

Data are mean ± standard deviation.

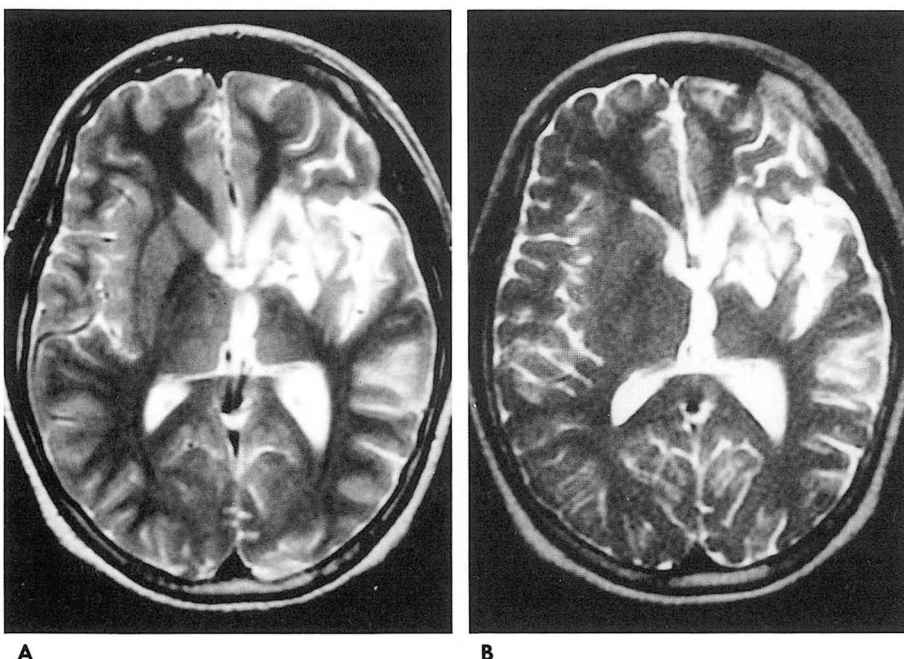


Fig. 1. Comparison of T2-FSE (A) and SS-FSE images (B) in 13-year-old woman with postoperative encephalomalacia in left basal ganglia. The SS-FSE image is more grainy and less sharper than the T2-FSE image. The contrast-to-noise ratio and % contrast is much higher on the SS-FSE than on the T2-FSE images. For the signal-to-noise ratio of the lesion, however, the SS-FSE image is inferior to the T2-FSE image.

(27.5 ± 4.3)보다 SS-FSE 영상(31.3 ± 3.6)에서 더 의미있게 높았으며($p=0.0131$), 병변의 평균 % 대조도도 T2-FSE 영상(108.5 ± 9.6)보다 SS-FSE 영상(159.0 ± 22.3)에서 더 높았다($p=0.0222$). 그러나, 병변의 평균 신호 대 잡음비는 SS-FSE 영상(53.5 ± 3.6)보다 T2-FSE 영상(80.3 ± 4.8)에서 유의하게 높았다($p=0.0000$)(Table 1)(Figs. 1 & 2).

정성분석의 결과를 보면 병변의 발견율은 T2-FSE 영상이 SS-FSE 영상보다 더 좋았던 예가 전체 41예 중 11예였고, 비슷한 예는 26예였는데, 통계적으로는 두 영상간에 차이가 없었다($p=0.1323$). 이에 반해 병변의 경계에 대한 평가에서는 T2-FSE 영상이 SS-FSE 영상보다 더 우월하였거나 비슷한 예가 각각 26예와 12예로 통계적으로 의미있게 T2-FSE 영상이 더 우수하였다($p=0.0000$). 또 병변의 범위에 대한 인지 정도도 T2-FSE 영상이 더 우월하였는데($p=0.0131$) 11예에서 T2-FSE 영상이 SS-FSE 영상보다 더 우월하였고, 28예에서는 거의 비슷하였다(Table 2)(Fig. 3).

SS-FSE와 T2-FSE 영상에서 자화율 인공음영, 움직임이나 유속에 의한 인공음영들은 대부분의 예에서 관찰되지 않았다. 뇌경색이 있었던 1예에서만 움직임에 의한 인공음영이 관찰되었는데 T2-FSE 영상에서 관찰되었고 SS-FSE 영상에서는 없

었다.

고 찰

자기공명영상에서 T2 강조 영상은 병변을 발견하고 특성화 하는데 중요한 역할을 한다. 고식적인 T2 강조 spin-echo (SE) 영상은 움직임에 의한 허상, 신호 대 잡음비의 감소, 긴 영상 획득 시간 등의 한계점을 가지고 있다. 이를 대신하여 최근 fast spin-echo (FSE)가 흔히 사용되고 있는데, 한 TR 내에서 여러 개의 phase encoding된 신호를 얻을 수 있으며, 고식적인 T2 강조 SE 기법보다 짧은 시간내에 영상획득이 가능하다(1, 4-6). 최근에는 더 짧은 시간내에 병변의 발견이나 특성화의 능력이 뛰어난 영상을 얻기 위한 여러 가지의 pulse sequence가 개발되고 있는데 SS-FSE 또는 HASTE 기법이 그 중 하나이다.

SS-FSE 기법은 k-space 절반(0.5 NEX)에서 영상을 획득하고 나머지는 수학적 계산을 이용하여 채우는 half-Fourier acquisition 기법에 echo-train length (ETL)의 수를 증가시킨 FSE 기법을 더하여 사용함으로써 pulse sequence의 반복없이 1회에 전체 영상을 획득하는 방법이다. 매우 짧은 시간내에 영

Table 2. Results of Qualitative Comparison between Single-Shot Fast Spin-Echo and T2-Weighted Fast Spin-Echo Images

	SS-FSE versus T2-FSE			p value
	SS-FSE Better	Equal	T2-FSE Better	
Visibility	4	26	11	.1323
Margin	3	12	26	.0000
Extent	2	28	11	.0131

Data are number of cases.

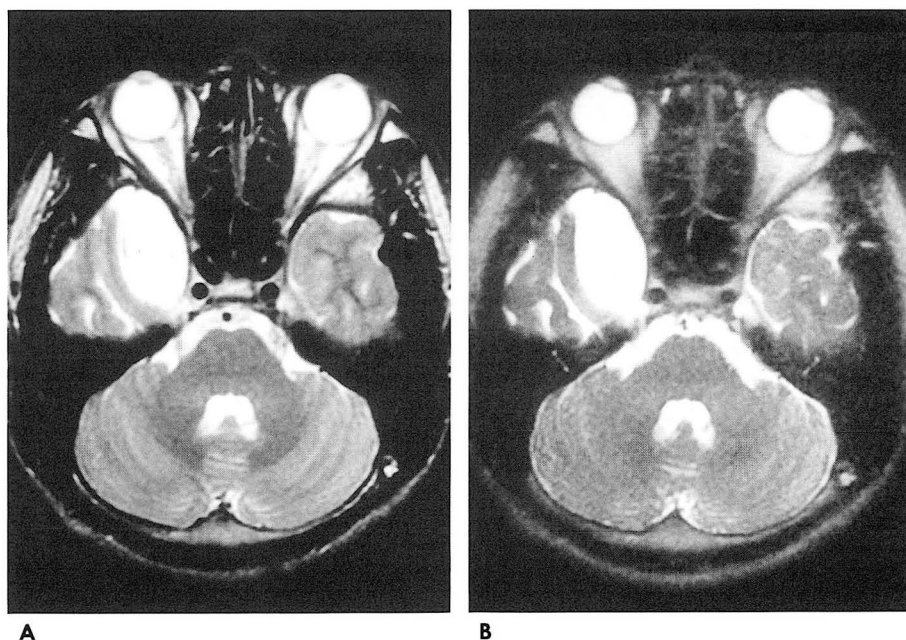


Fig. 2. Comparison of T2-FSE (A) and SS-FSE images (B) in 19 year-old man with arachnoid cyst in right middle cranial fossa. The high intensity lesion is well visualized on both images. No significant difference is found between the two sequences for the contrast-to-noise ratio of the lesion. The % contrast of the lesion is higher on the SS-FSE image than on the T2-FSE image, but the signal-to-noise ratio of the lesion is higher on the T2-FSE image than on the SS-FSE image.

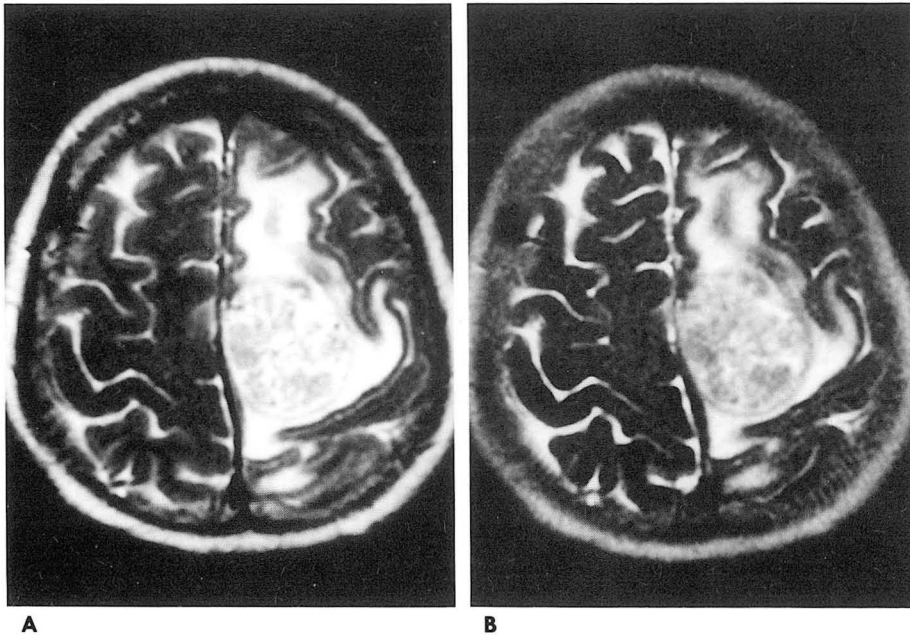


Fig. 3. Comparison of T2-FSE (A) and SS-FSE images (B) in 46 year-old woman with meningioma in left high convexity. The tumor extent and peritumoral edema are well visualized on both images. The margin of the mass and surrounding edema are delineated well equally on both images.

상을 얻을 수 있으며 비교적 좋은 영상의 질을 얻을 수 있다는 보고들이 있다(1, 4, 5). 이 기법은 영상획득 시간이 짧기 때문에 주로 움직임에 의해 영상의 흐림 혹은 인공물을 잘 발생시키는 복부의 자기공명영상에 이용되고 있으며 특히 국소적 간병변의 T2 강조 영상이나, MR 담도채장조영술, 그리고 MR 요로조영술 등에서 사용된다(1-3). 최근에는 Sugahara 등 (7)이나 김 등 (8)이 뇌병변의 진단에 있어서 HASTE 기법의 이용 가능성에 대해 보고하였다.

Sugahara 등 (7)은 HASTE와 segmented HASTE (s-HASTE) 기법을 이용하여 얻은 영상과 FSE 기법의 영상을 비교하였는데, s-HASTE 기법은 두 번의 excitation pulse를 사용하는 방법이다. 병변의 크기와 신호강도에 따라 네가지 군으로 나누어 평가하였으며 크기가 큰 고신호강도의 병변과 작은 크기의 병변 중 아주 강한 고신호강도를 나타내는 병변에서는 HASTE와 s-HASTE 기법이 유용하다고 하였다. 그러나, 작은 고신호강도의 병변이나 저신호강도의 병변에서는 한계점을 나타냈는데, 그 이유로는 데이터 수집동안 나타나는 T2 감쇄로 인해 pulse train의 끝에서는 신호를 나타내지 못하여 위상부호화 방향으로 영상의 흐림이 나타나고, 또 저신호강도의 병변은 뇌백질과 비슷한 신호강도를 보이기 때문이라고 생각하였다. T2 감쇄의 효과는 뇌백질과 같이 짧은 T2 값을 갖는 조직에서만 나타나며 FSE 기법에서보다 SNR을 더 낮게 나타낸다. 이 연구에서는 병변의 크기나 신호강도에 따른 두 기법의 비교는 하지 않았다. 다양한 크기의 다발성 경색이 있었던 예가 2예 있었는데 한 예는 비록 병변의 경계는 T2-FSE 영상에서 더 뚜렷하였다 하더라도, 고신호 강도의 병소들의 수는 두 영상에서 거의 유사하게 관찰되어 별 차이가 없었다. 하지만 다른 한 예는 크기가 다소 작은 병변들이 SS-FSE 영상에서는 잘 관찰되지 않았다.

이미 보고된 Sugahara (7)나 김 등 (8)의 연구결과에서와는

달리 이 연구에서는 SS-FSE영상의 CNR이 FSE 영상에서보다 더 높았으며 이는 두가지 이유 때문으로 생각된다. 첫째, 이 연구에서는 측두실의 전각 근처의 뇌백질에서 정상 뇌 신호강도를 측정하기 보다는 병변이 있는 영상면에서 보이는 반대측 정상 뇌에서 ROI의 신호강도를 측정하였다 (9). 둘째는 MR 기계장치의 차이가 결과의 차이를 초래했을 가능성이다.

영상의 질은 SNR이라는 용어로도 표현되는데 가능한 한 높은 SNR을 갖는 영상을 얻을 수 있는 영상 기법을 이용하는게 좋지만 이 경우 영상 획득 시간이 길어진다는 것이 문제점이다. SNR이 낮을수록 영상이 더 거칠어 보이는데 이 연구에서의 SS-FSE 영상은 육안적으로 더 거칠고 덜 명확하게 관찰되었으며 정량적인 SNR 값도 T2-FSE 영상에서보다 의미있게 낮게 계산되었다. 이런 SNR의 감소는 앞서 설명한 T2 감쇄에 의한 효과로 설명될 수 있다(7, 10).

FSE 영상에 비해 SS-FSE 영상의 이점 중 중요한 것은 인공음영이 없다는 점이다. 그래서 SS-FSE 영상은 고령, 호흡이 가쁘거나 상태가 좋지 않은 환자 또는 협조가 잘 안되는 환자에서 좋은 영상을 얻을 수 있다(5). 이 연구에서는 1예만 제외하고는 두 기법으로 얻은 대부분의 영상에서 부비동의 공기에 의한 자화를 인공음영이나 움직임에 의해 초래되는 인공물 혹은 유속 인공음영 등이 관찰되지 않았는데 이는 비교적 상태가 양호한 환자들을 대상으로 했기 때문이기도 하지만 SS-FSE 기법의 경우 각 절편마다 1.8초 밖에 걸리지 않는 매우 짧은 영상획득시간 때문으로 생각된다.

고식적인 SE 영상에 비해 FSE 영상에서의 출혈병소(deoxyhemoglobin이나 hemosiderin)는 약간 더 높은 신호강도를 나타내는데, 이것은 FSE 기법에서는 여러개의 refocusing 180° pulse들이 조밀하게 연속적으로 배치되어 있어서 스핀들이 자장 비균질성이 높은 영역을 지나더라도 연속적으로 재위상되므로 자장의 비균질성에 의한 탈위상 효과가 작아지기 때문이

라고 알려져 있다(8, 11). 본 증례들 중에서는 3예에서 hemosiderin 신호를 보였는데, 저신호강도의 hemosiderin이 T2-FSE 영상에 비해 SS-FSE 영상에서 덜 명확하게 관찰되었으며 이것은 SS-FSE 기법에는 더 많은 multiple 180° refocusing pulses가 사용되기 때문으로 생각된다. 하지만 SS-FSE 영상에서도 출혈성 병변을 진단하는데에는 별다른 어려움이 없었다.

이 연구의 결과에서 SS-FSE 영상은 전반적인 영상의 질에 있어서 T2-FSE 영상에 비해 다소 떨어지지만 병변의 평균 대조도 대 잡음비와 % 대조도는 T2-FSE 영상에서보다 우수하였다. 정성적 분석에서는 T2-FSE 영상이 병변의 경계와 범위의 평가에서 SS-FSE 영상보다 우수하였으나 병변의 발견율은 SS-FSE영상의 대부분이 T2-FSE 영상과 비슷하였다.

결론적으로, 뇌질환의 진단에 있어서 SS-FSE 기법의 영상은 T2-FSE 영상보다 약간 영상의 질이 떨어진다. 그러나 영상 획득시간이 훨씬 짧기 때문에 협조가 잘 안되는 환자나 중환자, 또는 소아에서와 같이 진정을 필요로 하는 환자 등 빠른 시간내에 영상을 얻어야 하는 환자에서 T2-FSE 기법 대신 사용될 수 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. 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

2. Miyazaki T, Yamashita Y, Tsuchigame T, et al. MR cholangiopancreatography using HASTE (half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo) sequences. *AJR* 1996; 166: 1297-1303
3. Aerts P, Hoe LV, Bosmans H, Oyen R, Marchal G, Baert AL. Breath-hold MR urography using the HASTE technique. *AJR* 1996; 166: 543-545
4. Petersein J, Saini S. Fast MR imaging: technical strategies. *AJR* 1995; 165: 1105-1109
5. Hoe LV, Bosmans H, Aerts P, et al. Focal liver lesions: fast T2-weighted MR imaging with half-fourier rapid acquisition with relaxation enhancement. *Radiology* 1996; 201: 817-823
6. Catasca JV, Mirowitz SA. T2-weighted MR imaging of the abdomen: fast spin-echo vs conventional spin-echo sequences. *AJR* 1994; 162: 61-67
7. Sugahara T, Korogi Y, Hirai T, et al. Comparison of HASTE and segmented-HASTE sequences with a T2-weighted fast spin-echo sequence in the screening evaluation of the brain. *AJR* 1997; 169: 1401-1410
8. 김영훈, 장기현, 김성현, 김홍대, 성수옥, 한문희. 뇌 자기공명영상에서 고속스핀에코 기법 (TSE)과 HASTE 기법간의 비교. *대한방사선의학회지* 1997; 37: 583-587
9. Pui MH, Fok ECM. MR imaging of the brain: comparison of gradient-echo and spin-echo pulse sequences. *AJR* 1995; 165: 959-962
10. Dupuis K, Thangaraj V, Edelman RR. *Practical MRI for the technologist and imaging specialist*. In: Edelman RR, Hesselink JR, Zlatkin MB, eds. *Clinical magnetic resonance imaging*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 1996: 52-85
11. Jones KM, Mulkern RV, Mantello MT, et al. Brain hemorrhage: evaluation with fast spin-echo and conventional dual spin-echo images. *Radiology* 1992; 182: 53-58

Comparison of Single-Shot Fast Spin-Echo Sequence and T2-Weighted Fast Spin-Echo Sequence in MR Imaging of the Brain¹

Sung-Ho Cha, M.D., Jeong-Jin Seo, M.D., Hee-Yeon Oh, M.D.²,
Jong-Hoon Yoon, M.D.², Gwang-Woo Jeong, Ph.D., Jae-Kyu Kim, M.D.,
Yun-Hyeon Kim, M.D., Yong-Yeon Jeong, M.D., Heoung-Keun Kang, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, Chonnam University Medical School & Chonnam University Institute of Medical Sciences

²Department of Diagnostic Radiology, Namkwang Hospital

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the usefulness of the single-shot fast spin-echo (SS-FSE) sequence in comparison with the T2-weighted fast spin-echo (T2-FSE) sequence in brain MR imaging.

Materials and Methods: In 41 patients aged 15-75 years with intracranial lesion, both SS-FSE and T2-FSE images were obtained using a 1.5-T MR system. Lesions included cerebral ischemia or infarcts (n = 23), tumors (n = 10), hemorrhages (n = 3), inflammatory diseases (n = 2), arachnoid cysts (n = 2), and vascular disease (n = 1), and the MR images were retrospectively evaluated. To calculate contrast-to-noise ratio (CNR), percentage contrast, and signal-to-noise ratio (SNR)-and thus make a quantitative comparison-the mean signal intensities of lesions, normal brain tissue, and noise outside the patient were measured. For qualitative comparison, the visibility, margin, and extent of the lesions were rated using a five-grade system, and the degree of MR artifacts was also evaluated. Wilcoxon's signed ranks test was used for statistical analysis.

Results: The mean CNR of lesions was significantly higher on SS-FSE (31.3) than on T2-FSE images (27.5) ($p = 0.0131$). Mean percentage contrast was also higher on SS-FSE (159.0) than on T2-FSE images (108.5) ($p = 0.0222$), but mean SNR was higher on T2-FSE (80.3) than on SS-FSE images (53.5) ($p = 0.0000$). No significant differences in lesion visibility were observed between the two imaging sequences, though margin and extent of the lesion were worse on SS-FSE images. For MR artifacts, no significant differences were demonstrated.

Conclusion: For the evaluation of most intracranial lesions, MR imaging using the SS-FSE sequence appears to be slightly inferior to the T2-FSE sequence, but may be useful where patients are ill or uncooperative, or where children require sedation.

Index words: Brain, MR

Magnetic resonance (MR), pulse sequences

Magnetic resonance (MR), rapid imaging

Address reprint requests to: Jeong-Jin Seo, M.D., Department of Diagnostic Radiology Chonnam University Medical School
8, Hak-dong, Dong-ku, Kwangju, 501-757, Korea Tel. 82-62-220-5745 Fax. 82-62-226-4380