

국소 간병변 감별에서 단발고속스
핀에코 기법과 균형항정상태세차를
이용한 고속영역 기법간의 비교

연세대학교 대학원

의 학 과

김 영 철

국소 간병변 감별에서 단발고속스
핀에코 기법과 균형항정상태세차를
이용한 고속영역 기법간의 비교

지도 김 명 진 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007년 12월

연세대학교 대학원

의 학 과

김 영 철

김영철의 석사학위 논문을 인준함

심사위원 김 명 진 인

심사위원 한 광 협 인

심사위원 최 진 섭 인

연세대학교 대학원

2007년 12월

감사의 글

이 논문을 쓰는 동안 많은 가르침을 주시고 이끌어 주신 김명진 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 또한 논문을 완성하기까지 조언과 지원을 해 주신 한광협 교수님과 최진섭 교수님께 감사 드립니다. 연구과정 중 영상분석을 위해 수고를 아끼지 않고 도와주신 차승환 선생님께 또한 감사 드립니다. 저에게 배움의 기회를 주시고 관심과 가르침을 주신 주임 교수님과 세브란스 영상의학과 교수님들, 그리고 도움을 준 영상의학과 의국원들에게 감사의 말씀을 전합니다. 마지막으로 항상 저를 믿어 주시고 뒷받침해 주신 가족들에게 고마운 마음을 전합니다

저자 씀

차 례

국문요약	1
I. 서론	3
II. 대상과 방법	6
1. 대상	6
2. 자기공명촬영술	7
3. 정성적 영상분석	7
4. 정량적 영상분석	8
5. 통계분석	8
III. 결과	10
1. 정성적 영상분석	10
2. 정량적 영상분석	18
IV. 고찰	20
V. 결론	23
참고문헌	24
영문요약	28

그림 차례

그림 1. 64세 남자에서 발견된 간혈관종의 자기공명영상	12
그림 2. 62세 여자에서 발견된 대장암에서 유래된 간전이암의 자기공명영상	13
그림 3. 62세 남자에서 발견된 간혈관종의 자기공명영상	16
그림 4. 69세 여자에서 발견된 간담관암의 자기공명영상	17

표 차례

Table 1. Agreement between two observers as to confidence of characterization for cyst and malignancy	10
Table 2. Pairwise Comparison of ROC Curves According to MRI sequences	14
Table 3. Lesion-to-liver CNR	19
Table 4. Spleen-to-liver CNR	19

국문요약

국소 간병변 감별에서 단발고속스핀에코 기법과 균형항정상태세차를 이용한 고속영역 기법간의 비교

목적: 다양한 강한 T2 고속 스핀 에코 기법과 균형항정상태세차를 이용한 고속 영상 기법을 이용하여 국소 간병변 진단시 양성 여부를 평가하고 악성 여부를 진단하는데 4가지 기법간의 유의한 차이가 있는지를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법: 2005년 6월부터 8월까지 76명의 환자에서 자기공명영상에서 확인된 93예의 국소 간 병변을 대상으로 하였다. 초전도형 1.5T 자기 공명 영상 장치를 이용 세가지 다른 에코시간(80, 180~190, 300msec)의 호흡 중지 T2강조 단발 고속 스핀 에코 촬영 기법과 호흡 중지 2차원 균형항정상태세차를 이용한 기법의 고속 영상 기법으로 시행되었다. 2명의 방사선과 전문의가 정성적 분석하였다. 그리고, 또 다른 방사선과 전문의가 병변 대 병변 대 간 대조대잡음비를 구하였다.

결과: 네 가지 기법에서 판독자간의 일치도는 양성 평가와 악성도 평가에서 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 양성 그리고 악성도 평가의 정확도는 에코시간 80msec에서 가장 높았다. 악성도 평가시 제 2 판독자에서 에코시간 80msec과 균형항정상태세차간에 p-값이 0.004로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 병변 대 간 대조대잡음비를 구하였고 에코시간이 길어질수록 양성 병변의 대조대잡음비는 증가되는 결과를 보였다.

결론: 단발 고속 스핀 에코 기법이 정확성과 일치도에서 균형항정상태세차기법보다 우수하였다. 통계적 유의성은 없으나 에코시간 80msec이 에코시간 300msec보다 약간 높은 정확도와 일치도를 보였다. 그리고, 에코시간 180msec의 강한 T2 강조 단발 고속 스핀 에코기법은 에코시간 80msec에서 판정이 애매할 경우 추가적인 도움이 될 수 있다.

핵심되는 말: 강한 T2 강조 자기공명영상, 단발 고속 스핀 에코 기
법, 균형항정상태세차기법, 에코시간.

국소 간병변 감별에서 단발고속스핀에코 기법과 균형항정상태 세차를 이용한 고속영역 기법간의 비교

<지도교수 김명진>

연세대학교 대학원 의학과

김영철

I. 서론

간은 다양한 양성, 악성 국소 병변들이 호발하는 장기이다. 이 국소 병변에서 양성 종양과 악성종양의 정확한 감별이 환자의 치료와 예후에 영향을 미친다. 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging; MRI)은 간에 위치한 국소 병변의 검출(detection)과 평가(characterization)에 중요한 역할을 한다. MRI 기법 중에서 고식적 스핀 에코 기법을 이용한 강한 T2 강조영상에서 국소 병변 간의 다른 T2 이완시간(relaxation time) 때문에 다른 신호강도를 보여 혈관종(hemangioma) 혹은 간낭종(hepatic cyst)을 포함한 비고형성 병변과 악성종양과의 감별에 유용하다는 많은 연구들이 있었다¹⁻³.

종양의 일반적인 MRI 소견은 T2강조영상에서는 간실질에 비해 비슷하거나 높아지는 것이 일반적인 특징이다. T2 강조 영상에서는 간실질의 신호대잡음비는 낮지만 병변 대 간실질간의 대조대잡음비는 높은 특성이 있어 감별에 유용하다⁴. 그러나, 고식적 스핀에코를 이용한 T2강조 영상은 영상획득시간이 길고 인공물이 많이 발생하여 최신의 MRI 검사에서는 고식적 스핀 에코 기법대신에 호흡중지 고속스핀에코[turbo spin echo (TSE)]나 반Fourier 단발고속 터보스핀에코[half-Fourier acquisition single shot turbo spin echo (HASTE)]를 이용한 고속영상 기법으로 대체되고 있다.

고속 스핀 에코 기법이나 단발 고속 스핀 에코 기법은 한 번의 자극펄스 후에 다수의 채집중 펄스를 사용하는 급속획득이완증강법

(rapid acquisition with relaxation enhancement; RARE)의 한 형태이다. 이런 기법은 고식적 에코 기법에 비해 더 높은 자화전달 대조도로 인해 양성 병변의 신호 강도(signal intensity)가 상대적으로 높게 나타나며, 긴 에코열을 이용하여 강한 T2 강조 영상을 획득할 수 있어 양성 병변의 검출과 특성화에 다른 T2 기법보다 우수하다고 알려져 있다^{5, 6}. 긴 에코 시간을 이용할수록 신호 강도는 점점 약해지는 특징을 통해 악성 병변과 양성 병변의 감별에 도움이 된다^{7, 8}. Felton 등⁹은 125 msec 에서 민감도 96%로 특이도는 98%로 감소된 결과를 보고하였다. Tello 등¹⁰은 고식적 스핀에코 기법에서 90-130msec의 T2 이완시간을 병합하여 가돌리늄(gadolinium) 조영증강 영상에서 악성과 양성 병변의 구분이 명확하지 않은 경우 도움이 된다고 보고하였다. 그 이전의 연구들은 고식적 에코기법에서 80msec에 160msec 에코시간을 이용하여 강한 T2 기법을 추가하는 방법과 83msec와 165msec 에코시간을 이용해 악성과 양성 병변 감별에 유용하다고 보고하였다^{11, 12}. 또 다른 영상기법으로 균형항정상태세차 (balanced steady state procession) 또한 고속 영상 획득이 가능하며, 혈관이나 액체 성분은 밝은 신호로, 고형성 장기는 낮은 신호를 나타내어 복부 장기를 명료하게 보여주고 병변의 윤곽을 더 뚜렷하게 하여 고형성 병변과 양성 병변을 구분하는 데 유용할 소지가 있다고 보고된 바 있다¹³.

종양에 용해성 괴사 (liquefactive necrosis), 종양주위 부종 (peritumoral edema)의 동반 유무에 따라 긴 에코 시간에도 높은 신호강도를 보여 질 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 아직까지 단 발고속스핀에코기법의 T2 강조영상에서 고강도 T2 강조 영상을 추가적으로 사용할 때 정확도가 증가하는지에 대한 연구가 충분하지 않으며, 고강도 T2 강조영상을 얻을 경우, 고형성 병변과 양성 병변을 감별하는 데 적절한 에코시간이 얼마인지는 정립되어있지 않다¹⁴⁻¹⁶. 병변 검출을 함에 있어 균형항정상태세차기법이 반Fourier 단 발 고속 터보스핀에코를 대체할 수 있는지에 대해 통계적으로 유의한 차이를 보이진 않았다고 보고한 연구는 있으나 양성 병변과 고형성 병변 감별에 있어 고강도 T2 강조영상과의 정확도의 차이를

비교한 연구는 이루어지지 않았다¹⁷.

이번 연구의 목적은 다양한 강한 T2 고속 스핀 에코 기법과 균형 항정상태세차를 이용한 고속 영상 기법을 이용하여 국소 간병변 진단시 낭성 여부를 평가하고 악성 여부를 진단하는데 4가지 기법간의 유의한 차이가 있는지를 알아보려고 하는 것이다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

2005년 6월부터 8월까지 3개월 동안 103명의 환자가 초음파와 컴퓨터 단층촬영술상 국소 간 병변이 의심되어 본원에서 자기공명촬영술을 시행하였다. 자기 공명 촬영 이전에 간동맥 색전술(trans-arterial chemo-embolization)을 시행하였거나 경피적 고주파 열 치료(percutaneous radiofrequency ablation therapy)를 시행한 환자와 국소 간병변이 없는 27명의 환자는 연구에서 제외하였다. 나머지 76명의 환자에서 93예의 국소 간 병변이 있음을 자기 공명 촬영상 확인하였다. 환자의 성별은 남자가 49명 여자가 27명이었다. 나이는 15세에서 75세의 분포였고 평균 나이는 56.23세였다. 93예의 병변은 47 예가 악성 그리고 46예는 양성으로 확진되었다. 47예의 악성병변은 각각 간세포암 24 예, 간담관암 3예, 간전이암 20예 (원발종양은 각각 대장암 [$n = 17$], 유방암 [$n = 1$], 폐암 [$n = 1$], 신장 이행상피세포암 [$n = 1$], 위암 [$n = 1$]). 46 예의 양성병변은 혈관종 21 예, 간낭종 22예였다. 나머지 3명의 환자 중 2명은 국소 결절성 과증식 (focal nodular hyperplasia), 그리고 1명은 호산구성 침착 (eosinophilic infiltration)환자였다.

20예에서는 세침 흡입 생검(fine needle aspiration biopsy)과 중심침생검 (core biopsy)를 통한 병리학적 검사를 통해 이루어졌다. 세침 흡입 생검을 통해 진단된 2예의 병변은 각각 간담관암과 간세포암이었다. 중심침생검을 통해 FNH 1예, 간담관암 2예, 간세포암 10예 및 전이암 5예 (대장암 [$n = 4$], 신장 이행상피세포암 [$n = 1$])가 진단되었다. 그리고, 양성질환의 경우는 MR이나 초음파검사를 시행하여 크기와 형태의 변화를 6 개월 이상 추적 관찰하여 진단하였다.

2. 자기 공명 촬영술

자기 공명 영상 장비는 초전도형 1.5 T (Gyrosan Intera NT; Philips Medical Systems, Best, Netherlands) 이었고 surface phased-array coil 을 사용하였다. 모든 촬영방식은 1 회 영상획득, 두께 6-8 mm, 간격 7.7 mm, 영상범위 360-380mm, 행렬 288x231mm 로 모두 다음과 같이 4 가지 촬영방식으로 모든 환자에서 시행되었다.

(1) 세가지 다른 에코시간의 호흡 중지 T2강조 단발 고속 스핀 에코 촬영 방식

① (TR/ TE, 420-642/80msec; echo-train length, 67; number of slices, 24-30)

② (TR/ TE 472-597/180-190msec; echo-train length, 95; number of slices, 24-30)

③ (TR/ TE 687-744/300msec; echo-train length, 95; number of slices, 24-30)

(2) 호흡 중지 2차원 균형항정상태세차를 이용한 기법의 고속 영상 방식

(TR/TE, 3.5/1.4 msec; flip angle, 80°; number of slices, 24-30)

3. 정성적 영상 분석

2 명의 방사선과 전문의가 4 가지 영상과 병변의 위치가 지정된 조영증강전 T1 강조 자기공명영상과 비교하여 Couinaud 체계에 따라 병변의 구역상 위치에 따라 평가를 기록하였다¹⁸. 각 방사선과 의사는 환자의 임상정보를 모르는 상태에서 독립적으로 5 단계(1, definitely non-solid; 2, probably non-solid; 3, equivocal; 4, probably solid; 5, definitely solid)로 분류한다. 그리고 나서

5 단계(1, definitely benign; 2, probably benign; 3, equivocal; 4, probably malignant; 5, definitely malignant)로 분류하였다.

4. 정량적 영상 분석

4 가지 촬영방식에서 횡단면의 같은 위치에서 관심부위(region of interest, 이하 ROI)를 10mm² 설정한 후 병변과, 비장실질, 그리고 간실질에서 신호강도를 또 다른 방사선과 전문의가 측정하였다. 신호강도의 측정은 병변 (이질성 병변은 피사 부위를 제외)에서 고신호 부위를 측정하였다. 그리고 비장실질과 간실질에서도 같은 크기로 ROI를 설정하여 측정하였다. 이를 이용하여 병변 대 간실질간의 대조대잡음비(contrast noise ratio: 이하 CNR)를 구하였다. 비장 대 간실질간의 CNR은 병변의 신호강도에서 간실질의 신호강도를 뺀 후 이를 비장실질의 신호강도로 나누어 구하였다. 공식은 다음과 같다.

$$\text{Lesion-to-liver CNR} = (SI_{\text{lesion}} - SI_{\text{liver}}) / SI_{\text{spleen}}$$

$$\text{Spleen-to-liver CNR} = (SI_{\text{spleen}} - SI_{\text{liver}}) / SI_{\text{spleen}}$$

5. 통계 분석

세가지 단발 고속 스핀 에코 기법과 균형항정상태세차를 이용한 고속영상 기법에서의 간병변 검출의 정확도를 ROC (MedCalc 8.0, Medisoftware, Mariakerke, Belgium) 분석을 이용하여 평가하였다. 세가지 단발 고속 스핀 에코 기법과 균형항정상태세차를 이용한 고속 영상 기법들을 비교하여 유의한 차이가 있는지 t-검정을 이용하여 평가하고, p value <0.05이하인 경우를 통계학적 의의가 있는 것으로 처리한다. 각 영상의 병변의 감별에 있어서 관찰자 변이 정도를 알아보기 위해 κ statistics를 이용하여 두 관찰자 사이의 일치도를 측정하였다. κ값이 0 이상 일 때 일치도가 있는 것으로 간주하였으며 κ값이 0.00-0.40, poor

agreement; 0.41-0.60, fair agreement; 0.61-0.80, good
agreement; 0.81-1.00, excellent agreement 이라고 정의하였다.

III. 결과

1. 정성적 영상분석

에코시간 80, 180, 300msec의 T2 강조 자기공명영상(이하 TE 80, 180, 300msec) 기법 그리고 균형항정상태세차를 이용한 기법(이하 bFFE)에 대한 관독자의 독립적인 판독에 있어 관독자간의 일치도는 κ 값이 양성 평가에서는 0.674~0.712, 악성도 평가에서는 0.543~0.705로 모든 fair to good agreement 결과를 보여 관독자 간의 판독결과는 유의한 차이가 없었다(Table 1). 그러나, TE 80msec에서 κ 값이 양성 평가에서는 0.712, 악성도 평가에서는 0.705로 약간 더 높게 나왔다.

Table 1. Agreement between two observers as to confidence of characterization for cyst and malignancy.

MR sequence	κ	
	Cyst	malignancy
T2-weighted single shot turbo spin-echo (TE 80)	0.712	0.705
T2-weighted single shot turbo spin-echo (TE180)	0.699	0.627
T2-weighted single shot turbo spin-echo (TE 300)	0.674	0.555
Balanced turbo field-echo (bFFE)	0.707	0.543

93개의 병변 중 관독자간에 일치하지 않은 병변은 9개의 병변이 있었다. 간낭종 1예, 혈관종 6예, 국소 결절성 증식증 1예, 대장암에서 유래된 간전이암 1예가 있었다. 일치하지 않은 64세 남자환자의 혈관종(그림 1)에서 제1관독자는 모든 기법에서 양성

여부에 대해서는 probably non-solid, 악성도 여부에 대해서는 probably benign로 평가하였으나, 제2 판독자로 양성 여부에 대해서는 probably solid, 악성 여부에 대해서는 equivocal 혹은 probably malignant로 평가하였다. 또 다른 예로 62세 여자환자의 대장암에서 유래된 간전이암(그림 2)에서 제1판독자는 TE 80msec와 bFFE 에서는 양성 여부와 악성도 여부에 대해서는 equivocal로 평가하였으나 TE 180, 300msec에서는 probably solid, probably malignant로 평가하였다. 그러나 제2판독자는 각각 definitely solid, definitely malignant로 평가하였다.

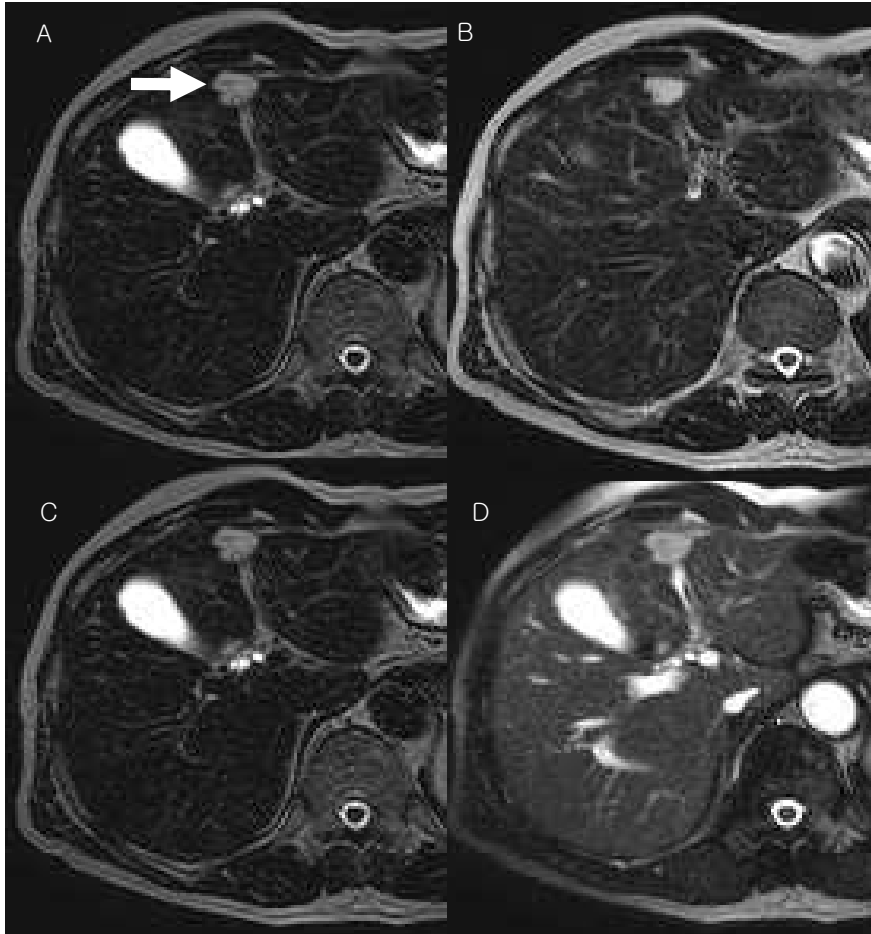


그림1. 64세 남자에서 발견된 간혈관종의 자기공명영상 A. 중등도 T2 자기공명영상(TE 80)은 간좌엽 내측부에 있는 작은 병변을 보여준다. 병변의 신호강도는 뇌척수액보다 약간 낮다. B. 강한 T2 자기공명상 (TE 180)에서 병변의 신호강도가 증가되며, 뇌척수액의 신호강도와 유사하다. C. 강한 T2 자기공명영상 (TE 300)에서 병변의 신호강도가 저하된다. 뇌척수액은 상대적으로 강한 신호강도를 보이며 주변 간 실질의 신호는 저하된다. D. 균형항정상태세차기법은 이 병변을 밝게 보여주고 있으나 주변 혈관들을 더 밝게 보여주고 있다.

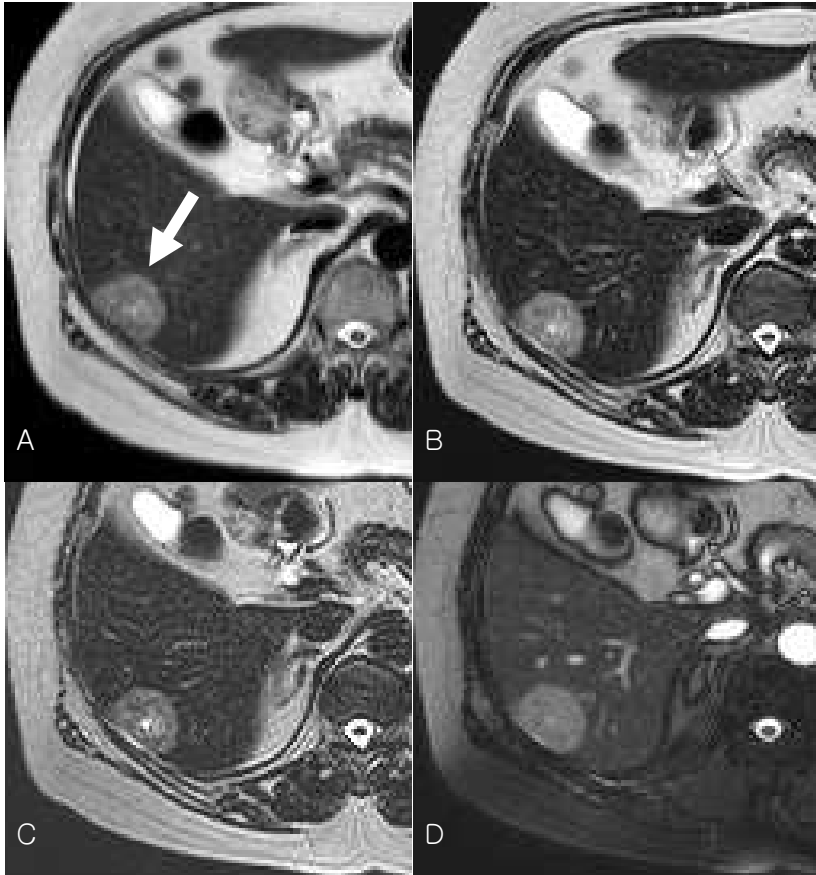


그림 2. 62세 여자에서 발견된 대장암에서 유래된 간전이암의 자기공명영상. A. 중등도 T2 강조 자기공명 영상(TE 80)은 우하엽 후부에 간실질보다 신호강도가 높은 병변이 보인다. 내부에 희미하게 점상으로 밝은 신호가 관찰된다. B. 강한 T2 강조자기공명영상 (TE 180)에서는 병변을 주변부가 더 강한 신호강도를 보이며 내부 점상의 신호강도가 많아진다. C. 강한 T2 강조 자기공명영상 (TE 300)에서는 병변 주변부의 신호강도가 저하되나 주변 간실질에 비해 높은 신호강도를 가지며 내부의 강한 신호강도 부위는 더욱 증가된다. D. 균형 항정상태세차기법은 비교적 부드러운 경계부위에 간실질보다 높은 병변을 보여준다.

ROC curve를 이용한 분석상 병변의 양성 평가시 제1 판독자에서는 TE 180msec에서 0.973 제2 판독자에서는 TE 80msec, bFFE가 0.922로 가장 높은 정확도를 보였다(Table. 2). 그리고, 4가지 기법간에는 p-value가 제1 판독자에서는 0.881~0.98 제2 판독자에서는 0.098~0.979로 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 그리고, ROC curve를 이용한 분석상 악성 평가시 제1 판독자와 제2 판독자에서 모두 TE 80msec에서 0.958, 0.904로 가장 높은 정확도를 보였다(Table 2). 단발고속 터보스핀에코 간에는 통계적 유의성은 보이지 않았다.

Table 2. Pairwise Comparison of ROC Curves According to MRI sequences.

MRI sequence	Az			
	Cyst/solid		malignancy	
	Reader 1	Reader 2	Reader 1	Reader 2
TE 80	0.972	0.922	0.958	0.904
TE 180	0.973	0.901	0.952	0.863
TE 300	0.972	0.905	0.921	0.866
bFFE	0.971	0.922	0.937	0.824

TE 80msec과 bFFE간에는 제1 판독자에서는 p-value가 0.424로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 제2 판독자에서는 0.004로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. bFFE 기법에서 보다 TE 80msec의 T2 강조 영상기법에서 높은 악성 평가에 차이를 보인 병변은 제1 판독자에서 25예(혈관종 1예, 국소 결절성 증식증 1예, 간암 11예, 간담관암 1예, 간전이암 11예)가 있었고 제2 판독자에서는 20예(간낭종 1예, 혈관종 4예, 국소 결절성 증식증 1예, 간암 7예, 간담관암 1예, 간전이암 6예)가 있었다. 증례를 살펴보면, 62세 남자의 혈관종(그림 3)에서 제1 판독자는 모든

기법에서 양성 여부에 대해서는 probably non-solid, 악성도는 probably benign로 평가하였으나, 제2 판독자는 양성 여부에서는 TE80msec에서 equivocal, TE180msec에서는 definitely solid, TE 300msec과 bFFE에서는 probably solid로 평가하였고, 악성도는 TE 80msec에서는 probably benign으로 평가하였으나 TE180, 300msec과 bFFE에서는 전부 probably malignant로 판독하였다. 또 다른 증례로, 69세 여자 환자의 간담관암(그림 4)에서 두 판독자 모두 TE 80, 180, 300msec과 bFFE에서 양성 여부는 definitely solid로 평가하였다. 그리고, 악성 여부에 대해서는 제2판독자는 TE 80, 180, 300msec에서는 모두 definitely malignant로 평가하였고, bFFE에서만 probably malignant로 평가하였다. 그러나, 제1판독자에서는 TE 80, 180msec에서는 definitely malignant로 평가하였으나 TE 300msec과 bFFE에서는 equivocal로 평가하였다.

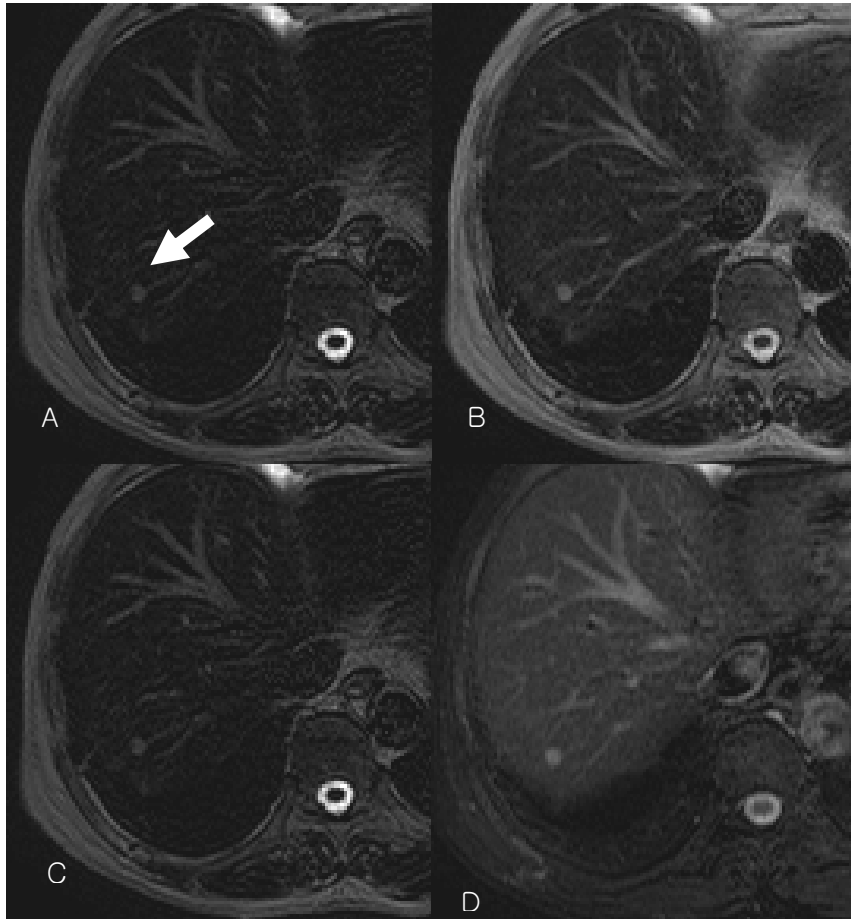


그림 3. 62세 남자에서 발견된 간혈관종의 자기공명영상. A. 중등도 T2 자기공명 영상 (TE 80)은 우상엽 후부에 간실질보다 신호강도가 높은 병변이 보인다. 강한 T2 자기공명상 (TE 180)에서 병변의 신호강도가 증가되며, 뇌척수액의 신호강도와 유사하다. C. 강한 T2 자기공명영상 (TE 300)에서 병변의 내부에 점상으로 신호가 저하되며 주변부의 신호강도도 저하된다. 뇌척수액은 상대적으로 강한 신호 강도를 보이며 주변 간실질의 신호는 저하된다. D. 균형 항정상태세차기법을 이용한 자기공명영상은 이 병변을 밝게 보여주고 있으나 주변의 혈관들을 더 밝게 보여주고 있다.

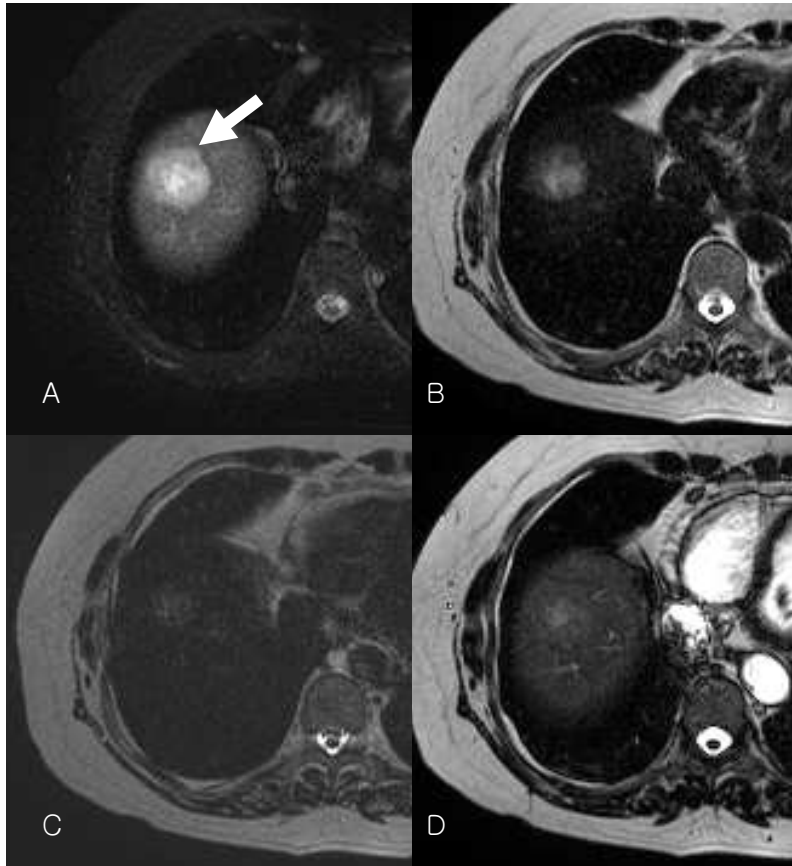


그림 4. 69세 여자에서 발견된 간담관암의 자기공명영상. A. 중등도 T2 자기공명 영상(에코시간 80)은 우상엽 에 간실질보다 신호강도가 높은 병변이 보인다. 병변의 중심부는 더욱 밝은 신호를 보인다. B. 강한 T2 자기공명영상(에코시간 190)에서는 병변의 주변부가 신호강도의 감소를 보이며 중심부의 밝은 신호강도 부위는 작아진다. C. 강한 T2 자기공명 영상(300)에서는 대부분의 병변의 신호강도가 저하되며 희미하게 밝은 신호강도 부위만 내부에 관찰된다. D. 균형 항정상 태세차기법은 병변의 경계부위가 구분되기 어려우며 내부에 간실질보다 높은 병변을 보여준다.

TE 80msec에서 악성 여부에 대해 equivocal로 평가하였던 경우는 제 1판독자, 제2판독자 각각 7예(혈관종 3예, 간암 3예, 간전이암 1예)와 4예(출혈성 간낭종 1예, 혈관종 2예, 간암 1예)였다. 제1 판독자가 악성도 여부를 equivocal로 평가한 7예의 병변 중 간전이암 1예(그림 2)는 TE 180, 300msec에서는 probable malignant으로 평가하였으나 bFFE에서는 equivocal로 평가하였다. 그러나, 1개의 혈관종은 probably malignant로 그리고 나머지 5예의 병변은 나머지 세가지 기법들에서도 마찬가지로 equivocal로 평가하였다. 제2 판독자가 equivocal로 평가한 4예의 병변 중 1예의 혈관종은 TE 180msec을 포함한 나머지 기법들에서 probably benign으로, 1예의 출혈성 간낭종은 180, 300msec에서는 equivocal로 bFFE에서는 probably malignant로 평가하였다. 그리고 나머지 혈관종과 간암은 나머지 세가지 기법들에서 equivocal로 평가하였다. TE 180msec에서 악성도 평가를 하는데 도움이 되었던 병변은 두 판독자의 11예(출혈성 간낭종1예, 혈관종 5예, 간암 4예, 간전이암 1예) 중 2예(혈관종 1예, 간전이암 1예)였다.

2. 정량적 영상분석

ROI를 10mm^2 이상 설정 가능한 간낭종 11예, 혈관종 13예, 간담관암 3예, 간암 20예, 간전이암 19예에서 병변, 간, 비장의 신호 강도를 측정하여 병변 대 간 대조대잡음비(이하 Lesion-to-liver CNR)와 비장 대 간 대조대잡음비(이하 Spleen-to-liver CNR)를 구하였다. 다음의 표와 그림이 평균 Lesion-to-liver CNR (Table 3)와 평균 Spleen-to-liver CNR (Table 4)를 보여준다.

Table 3. Lesion-to-liver CNR

	TE80	TE180~190	TE300	bFFE
CYST	1.393975	3.804484	11.155677	2.342064
Hemangioma	1.204159	2.183170	4.874979	1.392509
Metastasis	0.319173	0.467497	0.797483	0.267878
HCC	0.360570	0.764800	0.469603	0.286327
CCC	0.842644	2.170620	2.835149	0.726981

Table 4. spleen-to-liver CNR

	TE80	TE180~190	TE300	bFFE
CYST	0.547828	0.685296	0.503640	0.496597
Hemangioma	0.500427	0.667452	0.576104	0.433544
Metastasis	0.538433	0.707498	0.673809	0.446857
HCC	0.542932	0.713105	0.676171	0.497034
CCC	0.495118	0.673912	0.762505	0.355299

IV. 고찰

단면 영상의 해상도가 향상되어짐에 따라서, 다양한 적응증으로 시행한 영상검사에서 국소 병변이 발견되는 빈도 또한 증가 되고 있다. 초음파와 조영증강 컴퓨터 단층촬영(CT)을 이용하여 국소 병변을 평가하는 것은 임상적으로 잘 정립되어 사용되고 있다. 그러나 병변의 크기가 너무 작거나 변형이 된 경우(예를 들면, foregut cyst, complicated cyst, hemorrhagic cyst 등) 평가하기에 어렵다.

조영증강 자기공명영상과 마찬가지로 강한 T2 강조 영상이 시각적 분석에 흔하게 사용된다. T2강조 자기공명영상은 병변의 형태학적인 특징과는 별개로, 병변 간의 고유한 T2 차이로 간병변의 평가를 하는데 유용하다¹⁹. 혈관종과 간낭종은 더 긴 T2 이완시간을 갖기 때문에 긴 에코시간의 강한 T2 강조 자기공명영상에서도 밝은 신호를 유지하려는 경향이 있으나 고형성 병변은 신호가 감소하는 경향을 보이게 된다²⁰. 기술이 발전함에 따라 고식적 T2 강조 영상에서보다 짧은 획득시간 내에 해상도가 향상된 다양한 고속 자기공명영상 기법들이 개발되어 대체 되고 있다. 1회의 호흡중지로 보다 긴 에코 시간의 강한 T2 강조 자기공명영상 획득이 가능한 고속 스핀 에코 기법, 자유롭게 호흡하게 하면서도 짧은 시간 내에 영상을 얻어 높은 해상도와 대조도를 보이면서 양성 병변을 밝은 신호로 보여주는 균형항정상태세차 기법이 개발되었다. 자장(field strength)이 증가되면 신호대잡음비(SNR)가 증가되며 1.5T에서 에코시간이 160msec 이상인 강한 T2 자기공명영상이 영상평가에 도움이 된다고 보고하였다. 그러나, 이 기법은 혈관종과 간전이암 간의 T2 신호강도의 겹침을 비롯하여 양성 병변과 악성 병변 간의 겹치는 현상은 피할 수 없다²².

본 연구에서는 TE 80이 통계적으로 유의하지는 않지만 국소병변의 양성 및 악성도 평가시 TE 180~190과 300보다 더 나은 정확도를 보였다. 그러나 이전 연구에서는 80 msec를 이용한 경우가 160 msec를 추가하는 경우보다 낮은 정확도를 보인다고 보고하였는데 그 이유가 양성 국소성 병변은 제외하였고 3 cm 이하의 병변을 대

상으로 하여 형태학적 기준이 낮게 평가되고 신호강도에 초점을 두어 평가하였기 때문으로 생각된다^{11, 21}.

균형항정상태세차기법은 병변 평가에서 4가지 영상기법 중 비교적 가장 낮은 수치를 보였다. 제2판독자에서는 이 기법과 에코시간 80 msec의 T2 자기공명영상 간에는 통계적으로 유의한 차이 (p 값 = 0.004)를 보였다. Herbon 등¹⁷은 균형항정상태세차기법이 혈관을 보여주는데 우수하고 장기를 명확히 보이는 데는 우수하나 국소 병변의 발견과 평가하는 데는 제한점이 있다고 보고하였다.

에코시간 80, 180~190, 300msec 과 균형항정상태세차기법에 대한 두 판독자 간의 신뢰도에 대한 일치도는 양성 평가에서는 κ 값은 0.674~0.712로 good agreement, 악성 평가에서는 0.543~0.705로 fair to good agreement로 비교적 높은 일치도를 보였다. Excellent agreement 이상의 일치도를 보이지 않은 것은 두 판독자간의 경험 차이에서 기인되는 되는 것으로 보인다.

정량적 분석의 결과는 간낭종 평균 병변 대 간 대조대잡음비는 에코시간이 80, 180, 190, 300 msec으로 길어질수록 각각 1.3939575, 3.318245, 3.926044, 11.155677로 향상되고 혈관종의 경우 각각 1.204, 2.0783, 2.305454, 4.874979로 향상되었다. 그러나 간전이암의 평균 CNR는 각각 0.319173, 0.460973, 0.474746, 0.797483, 간암은 0.36057, 0.7648, 0.401373, 0.469603 매우 작은 향상을 보였다. 비장 대 간 평균 CNR는 table4에서 보여주듯이 향상을 보이지 않았다.

이번 연구는 고려되어야 될 몇 가지 제한점이 있다. 대부분의 환자들에서 최종 진단의 확인이 추적 영상에 기반하고 있었다. 모든 환자에서 병리학적인 진단을 척도로 삼는 것이 적절하나 임상적으로는 항상 적절하지는 않은 방법이다. 두번째 제한점으로는 지방억제를 모든 영상에서 시행하지는 않았다. 고식적 기법에서는 영상 획득 시간이 길어 호흡이나 환자의 움직임과 관련된 인공물이 생기거나 피하지방(subcutaneous fat)에 의한 유령효과(ghost effect)가 의한 영상평가의 질적인 저하가 유발되나 고속 기법에서는 이런 영향이 적어 이번 연구에서는 모든 환자에서 지방억제를 시행치 않았고

영상평가에서 큰 차이를 일으키지는 않았을 것이다²¹. 세번째 제한점으로는 이번 연구에서 양성 고형성 국소 병변을 포함하였으나 3예에 불과하였다. 그러나, 이런 병변들은 조영증강 컴퓨터 촬영이나 자기공명영상에서 더 많은 도움을 얻어 평가되는 병변이다. 마지막으로 이번 연구에서 간낭종과 유사한 신호 강도를 가진 전이암(예, 점액성 암종으로부터의 전이)이 포함되지 않았다. 그러나 이러한 유형의 전이는 국소 간병변에서 혼하지 않으며 임상적인 접근과 역동적 영상으로 양성 낭종과의 감별에 도움이 된다.

V. 결론

단발 고속 스핀 에코 기법에서 정확성과 일치도에서 균형항정상태 세차기법보다 우수하였다. 통계적 유의성은 없으나 에코시간 80msec이 에코시간 300msec보다 약간 높은 정확도와 일치도를 보였다. 그리고, 에코시간 180msec의 강한 T2 강조 단발 고속 스핀 에코기법은 에코시간 80msec에서 판정이 애매할 경우 추가적인 도움이 될 수 있다.

참고문헌

1. Itoh K, Saini S, Hahn PF, Imam N, Ferrucci JT. Differentiation between small hepatic hemangiomas and metastases on MR images: importance of size-specific quantitative criteria. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155:61-6.
2. Lombardo DM, Baker ME, Spritzer CE, Blinder R, Meyers W, Herfkens RJ. Hepatic hemangiomas vs metastases: MR differentiation at 1.5 T. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155:55-9.
3. Wittenberg J, Stark DD, Forman BH, et al. Differentiation of hepatic metastases from hepatic hemangiomas and cysts by using MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 151:79-84.
4. Saini S, Nelson RC. Technique for MR imaging of the liver. *Radiology* 1995; 197:575-7.
5. 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; 203:766-72.
6. Tang Y, Yamashita Y, Namimoto T, Takahashi M. Characterization of focal liver lesions with half-fourier acquisition single-shot turbo-spin-echo (HASTE) and inversion recovery (IR)-HASTE sequences. *J Magn Reson Imaging* 1998; 8:438-45.
7. Ohtomo K, Itai Y, Yoshikawa K, Kokubo T, Iio M. Hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma: differentiation with MR imaging. Efficacy of T2 values at 0.35 and 1.5 T. *Radiology* 1988; 168:621-3.

8. Cittadini G, Santacroce E, Giasotto V, Rescinito G. [Focal liver lesions: characterization with quantitative analysis of T2 relaxation time in TSE sequence with double echo time]. *Radiol Med (Torino)* 2004; 107:166-73.
9. Fenlon HM, Tello R, deCarvalho VL, Yucel EK. Signal characteristics of focal liver lesions on double echo T2-weighted conventional spin echo MRI: observer performance versus quantitative measurements of T2 relaxation times. *J Comput Assist Tomogr* 2000; 24:204-11.
10. Tello R, Fenlon HM, Gagliano T, deCarvalho VL, Yucel EK. Prediction rule for characterization of hepatic lesions revealed on MR imaging: estimation of malignancy. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176:879-84.
11. 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; 193:43-7.
12. Mirowitz SA, Lee JK, Heiken JP. Cavernous hemangioma of the liver: assessment of MR tissue specificity with a simplified T2 index. *J Comput Assist Tomogr* 1990; 14:223-8.
13. Barkhausen J, Quick HH, Lauenstein T, et al. Whole-body MR imaging in 30 seconds with real-time true FISP and a continuously rolling table platform: feasibility study. *Radiology* 2001; 220:252-6.
14. Farragher SW, Jara H, Chang KJ, Ozonoff A, Soto JA. Differentiation of hepatocellular carcinoma and hepatic metastasis from cysts and hemangiomas with calculated T2 relaxation times and the T1/T2 relaxation times ratio.

- J Magn Reson Imaging 2006; 24:1333-41.
15. Kim YH, Saini S, Blake MA, et al. Distinguishing hepatic metastases from hemangiomas: qualitative and quantitative diagnostic performance through dual echo respiratory-triggered fast spin echo magnetic resonance imaging. *J Comput Assist Tomogr* 2005; 29:571-9.
 16. Sasaki K, Ito K, Koike S, Fujita T, Okazaki H, Matsunaga N. Differentiation between hepatic cyst and hemangioma: additive value of breath-hold, multisection fluid-attenuated inversion-recovery magnetic resonance imaging using half-Fourier acquisition single-shot turbo-spin-echo sequence. *J Magn Reson Imaging* 2005; 21:29-36.
 17. Herborn CU, Vogt F, Lauenstein TC, Goyen M, Debatin JF, Ruehm SG. MRI of the liver: can True FISP replace HASTE? *J Magn Reson Imaging* 2003; 17:190-6.
 18. Rutkauskas S, Gedrimas V, Pundzius J, Barauskas G, Basevicius A. Clinical and anatomical basis for the classification of the structural parts of liver. *Medicina (Kaunas)* 2006; 42:98-106.
 19. Schima W, Saini S, Echeverri JA, Hahn PF, Harisinghani M, Mueller PR. Focal liver lesions: characterization with conventional spin-echo versus fast spin-echo T2-weighted MR imaging. *Radiology* 1997; 202:389-93.
 20. Goldberg MA, Hahn PF, Saini S, et al. Value of T1 and T2 relaxation times from echoplanar MR imaging in the characterization of focal hepatic lesions. *AJR Am J Roentgenol* 1993; 160:1011-7.
 21. Ito K, Mitchell DG, Outwater EK, Szklaruk J, Sadek AG. Hepatic lesions: discrimination of nonsolid, benign lesions from solid, malignant lesions with heavily T2-weighted

- fast spin-echo MR imaging. *Radiology* 1997; 204:729-737.
22. Ohtomo K, Itai Y, Furui S, Yashiro N, Yoshikawa K, Iio M. Hepatic tumors: differentiation by transverse relaxation time (T2) of magnetic resonance imaging. *Radiology* 1985; 155:421-3.

Abstract

The comparison between single shot turbo spin echo and bFFE (balanced turbo field-echo) in the differentiation of focal liver lesions

Young Chul Kim

*Department of Medicine
The Graduated School, Yonsei University*

(Directed by professor **Myeong-Jin Kim**)

Purpose: To determine the diagnostic accuracy of four different sequences : moderately T2 weighted, two heavily T2-weighted single shot turbo spin-echo sequence and breath-hold axial-2D balanced turbo field-echo sequence(bFFE) for characterization of focal lesions.

Materials and Methods: During the 3-month period between June and August 2005, seventy-six patients were proved to have ninety-three focal hepatic lesions on MR imaging. The patients consisted of 49 men and 27 women (age range, 15-75 years; mean age, 56.23 years). All MR images were acquired on a 1.5-T MR using the following sequences: 1. A breath-hold axial T2-weighted single shot turbo spin-echo sequence, 2. a breath-hold axial-2D balanced turbo field-echo sequence. Two radiologists performed quantitative analysis. Another radiologist measured the lesion-to-liver contrast-to-noise ratio at the region-of-interest in the four sequences.

Results: There was no significant difference in inter-observer variability between the four sequences. The accuracy

for both cyst and malignancy of moderate T2 weighted MRI (echo time: 80msec) was highest. There was significant difference for lesion characterization between moderate T2 weighted MRI and balanced steady state procession (p-value: 0.004) in the second reader. For longer echo time, the CNR of cystic lesions were markedly increased in comparison to lesions of other component.

Conclusion: The accuracy and inter-observer variability of single shot turbo spin echo T2 weighted sequence was higher than bFFE. Although there was no statically significant difference, moderate T2 weighted MRI (echo time: 80msec) was more accurate than heavily T2 weighted sequence(echo time: 300 msec). If the results for lesion characterization is equivocal in TE 80, the addition of heavily T2 weighted MRI (echo time: 180msec) can be helpful.

Key words: heavily T2-weighted MRI, turbo spin echo, steady state free procession, echo time.