

Comparison of Image Quality in Magnetic Resonance Imaging of the Abdominal Organ at 1.5T and 3.0T before the Gadolinium Injection

Eun-Hoe Goo

Department of Radiological Science, Cheongju University

Received: November 15, 2017. Revised: December 25, 2017. Accepted: December 31, 2017

ABSTRACT

The study was intended to evaluate the optimal equipment selection by quantitatively assessing the SNR(signal to noise ratio) and CNR(contrast to noise ratio) on the abdominal organ. This study performed on 1.5 T and 3.0 T MRI units focusing on HASTE, HASTE(f/s) and FFE(in of phase), FFE(out of phase) without using the contrast medium(Gadolinium). The data analysis was performed by randomly selecting on 1.5 T and 3.0 T abdominal MRI images. As a results, SNR and CNR values of 3.0 T is higher than 1.5 T at liver, kidney and spleen($p<0.05$). Stomach, abdominal fat and pancreas was obtained a higher value at 1.5 T($p<0.05$). On conclusion, the organs of outer part in the body showed generally a high value at 3.0 T, and the organs of inner part in the body including the gas showed a high value at 3.0 T because of a large difference on magnetic susceptibility.

Keywords: Magnetic Resonance Image, Signal to Noise Ratio, Contrast to Noise Ratio

I. INTRODUCTION

자기공명현상을 이용한 복부 자기공명영상은 다양한 펄스시퀀스를 이용하여 병리학적 정보를 토대로 병변의 진단을 용이하게 하는 진단적 영상 장비로 현재 널리 이용되고 있다.^[1] 2000년대에 이르러 3.0T MRI 장치가 인체를 대상으로 검사가 가능하게 되었고 최근에는 전 세계에 고 자기장의 MRI 장치가 상품화되고 있다. 1.5T에 비해 3.0T는 영상의 신호 대 잡음비가 상대적으로 높다는 이론적 근거에 의해 검사소요시간을 단축시키거나 영상의 해상도를 1.5T 이상으로 조절할 수 있다는 장점을 가지고 있다.^[2] 그러나 3.0T MRI 장치를 이용함으로써 짧은 영상획득시간과 높은 해상도를 해결할 수 있으나 자기장의 차이로 인하여 발생하는 다양한 인공물이 유발되어 진단적 정보가 떨어지게 된다는 단점을 가지고 있다. 인공물의 종류로는 심장운동 인공물, 창자 운동 인공물, 화학전이 인공물,

절단 인공물, 둘러 겹침 허상, 명암인공물, 혼선 인공물 등이 있다.^[3-6] 이에 3.0T 인공물 발생, 복부 검사 시 산모와 조영제 알레르기 환자의 경우는 조영제를 사용하지 못하기 때문에 조영제 주입 전 두 기기에 대하여 펄스시퀀스를 비교 할 필요성이 있다.^[7] 복부영역에서 자기공명영상은 다양한 질환의 발견, 감별진단 및 치료 결정을 위한 정보를 제공하는 중요한 영상검사로 널리 이용되고 있다. 1980년대 후반부터 1.5T MRI 장치가 임상적으로 이용되면서 현재 양질의 안정된 영상을 제공하고 있으나, 2000년대에 들어오면서 3.0T MRI의 임상적용이 허가된 후 주요 제조회사에서 3.0T MRI 장비와 고주파 코일의 개발을 활발히 함에 따라 현재 전 세계적으로 3.0T MRI 장비의 설치가 증가하고 있으며, 그에 따라 3.0T MRI의 임상적 이용도 급증하고 있는 추세이다.^[8] 임상에서는 1.5T와 3.0T를 이용하여 검사를 할 때 일반적으로 조영제 부작용이 없는 환자에게는 조영제를 주입하면 좀 더 많은 정

* Corresponding Author: Eunhoe Goo

E-mail: eunhoegoo@gmail.com

Tel: +82-10-8750-5092

보를 얻을 수가 있다. 병변에 대한 해부학적 대조도를 높일 수 있으며 특히 병변에 대한 혈류 역학적 정보를 제공하기 때문에 악성 및 양성평가에 유용한 정보를 제공하고 있다. 그러나 조영제 부작용이 있는 환자에게는 최적의 펄스시퀀스를 이용하여 병변에 대한 대조도를 높여 환자에게 진단적 가치가 있는 영상을 제공할 수가 있다. 이에 본 데이터 분석은 조영제 주입 전 복부 검사 시 필수적으로 적용되고 있는 HASTE(Half-Fourier Single Shot Turbo Spin Echo)^[9], HASTE(f/s), FFE -in-out(Fast Field Echo in - out of phase)^[10]을 중심으로 두 기기에 대한 신호 대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio), 대조도 대 잡음비(CNR; Contrast to Noise Ratio)를 평가함으로써 부위에 따른 기기 별 최적의 펄스시퀀스를 알아보고자 하였다.

2. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상

본 데이터 분석은 2017년 3월부터 2017년 10월까지 총 35명(남자 15명, 여자 10명 평균나이 24 ± 3.67)에 대하여 PACS로 전송된 데이터를 무작위로 선정하여 분석하였고, 분석한 모든 데이터는 1.5T와 3.0T(Philips medical system)를 사용하여 평가하였다. 분석에 적용된 펄스시퀀스로는 HASTE, HASTE(f/s), FFE(in of phase), FFE(out of phase) 이었다. 본 데이터 분석에 적용된 매개변수는 실험에 사용된 매개변수는 Table 1과 같이 적용되었다.

Table 1. Scanning parameters for 4 pulse sequence at 1.5T(left comma) and 3.0T(right comma).

Parameters	HASTE	HASTE(FS)	FFE(in)	FFE(out)
TR(ms) ^{a)}	420,1622	420,420	138,146	138,146
TE(ms) ^{b)}	80,160	80,80	5,2	2,3
ST(mm)	5	5	5	5
Gap(mm)	1	1	1	1
NEX	2	2	2	2
Matrix	270×270	270×270	189×189	189×189
ST ^{c)}	12.6,9.8	12.6,9.8	18.4,16.2	18.4,16.2
FOV(mm)	320	320	320	320

a)TR: repetition Time, b)TE: echo time, c)ST: scan time

2. 분석방법

모든 영상들은 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine) 파일로 PACS(INFINIT Healthcare) 시스템에 전송된 데이터를 분석하였다. 데이터 분석 범위로는 Image Viewer 프로그램을 이용하여 일정한 크기의 관심영역(Region of Interest)을 설정한 후 복부 조직(tissues)에 대하여 Eq. (1), Eq. (2)와 같이 SNR과 CNR을 적용하여 정량적 수치로서 확인하였다.

$$SNR = \frac{\text{measurement } SI \times 0.655}{\text{background noise } SD} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{(\text{measurement } SI - \text{adjacent } SI) \times 0.655}{\text{background noise } SD} \quad (2)$$

3. 통계분석

본 연구에 사용된 두 기기에 대한 유의성 평가는 정량적 분석으로 SNR와 CNR에 대한 통계적 유의성은 독립표본 t검정(independent sample t-test)로 계산되었으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다. 본 실험에 대한 데이터분석을 위해 사용된 프로그램은 SPSS software(SPSS 14.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, USA)로 통계학적 분석을 실행하였다

III. RESULT

1. SNR에 대한 결과

본 데이터 분석에 적용된 총 35명에 대하여 HASTE, HASTE(f/s), FFE(in of phase), FFE(out of phase)을 각 장기별 데이터를 분석 하였다. SNR에 대한 평균값으로 Table 2에서와 같이 Stomach(375.93 ± 42, 653.17 ± 63, 748.45 ± 93, 581.06 ± 38). Fat(648.48 ± 49, 62.31 ± 72, 1695.94 ± 73, 801.08 ± 22). Pancreas(115.68 ± 54, 378.62 ± 57, 343.30 ± 51, 938.94 ± 56)로 1.5T가 더 높게 나왔고, Liver(553.4 ± 20, 490.43 ± 56, 1127.98 ± 17, 1141.11 ± 13) Kidney(757.71 ± 16, 770.59 ± 12, 1071.18 ± 62, 1141.11 ± 13) Spleen(370.96 ± 38, 712.36 ± 28,

997.66 ± 56, 637.37 ± 86)에서는 3.0T가 더 높은 결과를 얻었다.

Table 2. SNR values were obtained with 1.5T and 3.0T.

	HASTE		HASTE (f/s)		FFE(in)		FFE(out)	
	1.5	3.0	1.5	3.0	1.5	3.0	1.5	3.0
	Liver	866.22 ±11.81	553.45 ±20.39	123.23 ±34.56	490.43 ±56.44	114.62 ±10.49	112.7.98 ±17.10	114.0.81 ±87.69
Kidney	936.58 ±58.34	757.71 ±16.18	112.0.63 ±84.48	770.59 ±12.48	107.9.77 ±64.32	107.1.18 ±62.39	108.9.88 ±16.61	124.9.58 ±55.87
Spleen	384.27 ±14.21	370.96 ±38.06	720.68 ±20.10	712.36 ±28.12	965.24 ±69.31	997.66 ±56.53	802.26 ±70.61	637.37 ±86.53
Stomach	375.93 ±42.55	821.77 ±45.94	653.63 ±63.28	655.65 ±61.68	748.45 ±93.53	895.28 ±69.93	581.06 ±38.38	814.14 ±12.18
Fat	648.48 ±49.35	106.9.07 ±51.69	62.31 ±72.76	732.91 ±57.34	169.5.94 ±73.15	201.5.73 ±20.21	801.08 ±22.62	914.71 ±25.28
Pancreas	115.68 ±54.19	656.50 ±19.36	378.62 ±57.38	498.45 ±41.51	343.30 ±51.39	156.6.76 ±42.84	938.94 ±56.41	940.75 ±12.95

Note- Numbers are mean±standard deviation. Mean SNR of 3.0 T with the stomach, abdominal fat, pancreas was lower than those of 1.5 T(p<0.05).

2. CNR에 대한 결과

4 종류의 펄스시퀀스에 대한 두 기기별 CNR에 대한 평균값은 Table 3과 같이 나타났다. 인체의 중앙부분에 위치한 조직에서 Stomach(1.09 ± 2, 2.85 ± 4, 1.72 ± 1, 1.81 ± 1) Fat(1.09 ± 2, 2.94 ± 12, 1.10 ± 5, 1.08 ± 13), Pancreas(1.47 ± 1, 2.67 ± 2, 1.09 ± 1, 1.79 ± 1)로 1.5T가 더 높게 나왔고, Liver(1.44 ± 1, 2.74 ± 3, 4.23 ± 9, 1.52 ± 1), Kidney(1.74 ± 6, 2.41 ± 54, 2.73 ± 8, 1.43 ± 1), Spleen(1.23 ± 11, 2.63 ± 33, 4.48 ± 3, 2.66 ± 19)에서는 3.0T가 더 높은 결과를 얻었다(p<0.05).

두 기기에서 종류 별 펄스시퀀스에 대한 SNR, CNR 값은 차이가 있었다. 이는 자기장의 세기에 따라 나타나는 자화율의 차이로 인하여 인체의 중앙부분에 있는 조직이 바깥부분에 있는 조직에 비해 자기장의 세기 차이를 크게 반응하여 안쪽에 가

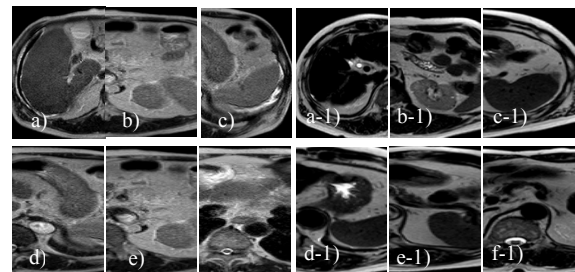
스 등으로 인하여 왜곡을 발생시키기 때문이었다.

Table 3. CNR values were obtained with 1.5T and 3.0T.

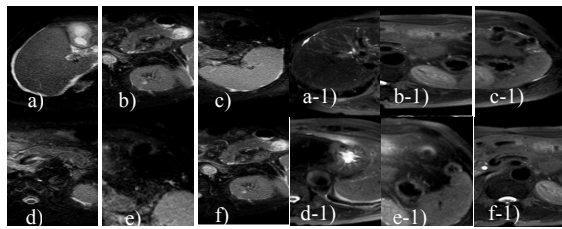
	HASTE		HASTE (f/s)		FFE(in)		FFE(out)	
	1.5	3.0	1.5	3.0	1.5	3.0	1.5	3.0
	Liver	3.47 ±5	1.44 ±1	4.32 ±21	2.74 ±3	4.23 ±3	4.23 ±9	1.97 ±7
Kidney	3.19 ±6	1.74 ±6	4.25 ±16	2.41 ±54	2.86 ±1	2.73 ±8	1.84 ±5	1.43 ±1
Spleen	1.89 ±3	1.23 ±11	2.69 ±11	2.63 ±33	5.30 ±4	4.48 ±3	3.95 ±9	2.66 ±19
Stomach	1.09 ±2	3.86 ±8	2.85 ±4	4.13 ±11	1.72 ±1	5.32 ±3	1.81 ±1	2.59 ±2
Fat	1.09 ±2	3.37 ±12	2.94 ±12	4.84 ±2	1.10 ±5	5.32 ±17	1.08 ±13	1.70 ±14
Pancreas	1.47 ±1	3.40 ±2	2.67 ±2	4.26 ±1	1.09 ±1	5.44 ±2	1.79 ±1	1.71 ±1

Note- Numbers are mean±standard deviation. Mean CNR of 3.0 T with the stomach, abdominal fat, pancreas was lower than those of 1.5 T(p<0.05).

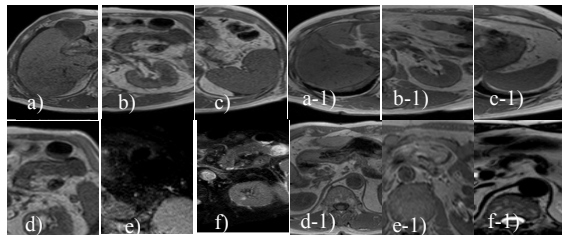
본 실험에서 데이터 분석대상으로 4 종류의 복부 기본 펄스시퀀스를 이용하여 6 기관을 Figure 1과 같이 영상을 획득하였다. 시각적으로 보았을 때 Liver, Kidney, Spleen은 영상이 전반적으로 1.5T에 비해 3.0T 영상이 신호강도를 비롯하여 기관의 윤곽 및 경계선이 뚜렷하게 나타난 것을 확인할 수가 있었다. Stomach, Abdominal fat, Pancreas는 3.0T에 비해 1.5T가 신호강도가 높고, 기관의 윤곽 및 경계선이 뚜렷하게 나타난 것을 확인할 수가 있었다. 특히 FFE(in)에서는 두 기종에 대한 신장 영상을 비교했을 때 화학적 전이(CS; Chemical Shift)효과가 육안으로는 큰 차이를 보이지 않았지만 FFE(out) 펄스시퀀스에서는 화학적 전이효과가 신장에서 3.0T가 우수하게 나타난 것을 확인할 수가 있었다. 신장을 검사할 때에는 지방과 조직의 차이를 크게 하는 특성이 있기 때문에 3.0T 기기 영상이 효과가 있다는 것을 알 수가 있었다.



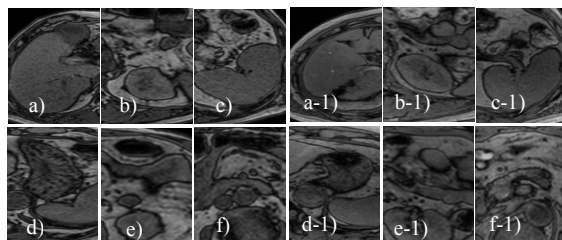
(a) HASTE 1.5 T(left,a-f) and 3.0 T(right, a-1-f-1)



(b) HASTE(F/S) 1.5 T(left,a-f) and 3.0 T(right, a-1-f-1)



(c) FFE(in) 1.5 T(left,a-f) and 3.0 T(right, a-1-f-1)



(d) FFE(out) 1.5 T(left,a-f) and 3.0 T(right, a-1-f-1)

Fig. 1. MR images were obtained before contrast media injection with four(HASTE, HASTE(FS), FFE(in), FFE(out) liver routine pulse sequences.

시각적으로 데이터를 비교했을 때 두 기종에 따라 차이가 발생하는 이유는 여러 가지 있지만 특히 복부영역에서는 자기장의 세기에 따라 영상의 왜곡이 많이 발생하는 단점이 있다. 인체의 바깥쪽에 분포하는 기관들은 SNR, CNR이 높은 이유는 가스, 액체성분의 다양한 물질, 지방으로 인하여 자기감수성 인공물발생이 적어 신호강도에 큰 영향을 주지 않기 때문에 자기장의 세기가 높을수록 영상의 질을 높게 나타나게 된다. 그러나 복부 안쪽에 분포하는 여러 조직들은 인공물에 대한 영향을 많이 받게 되어 영상의 질을 크게 좌우하기 때문에 자기장의 세기 선택이 고려되는 부분이다.

IV. DISCUSSION

본 데이터 분석을 통하여 CNR, SNR 평가에서

간, 신장, 비장 에서는 3.0T가 더 높고, 위, 복부지방, 췌장 에서는 1.5T가 더 높아 복부검사에서 조직의 질화에 따라 적합한 기기를 선택하여 검사한다면 최적의 영상정보를 제공 할 것이다. 최근 현대사회는 노인 인구의 증가 및 서구화된 생활상의 변화로 인해 각종 성인병 및 만성질환이 증가하고 있다. 이에 각종 질환 및 치료를 위한 진단도 더불어 증가하고 있는데, 특히 조영제를 이용한 조영술 진단도 점차 많아지고 있다. 조영제를 이용한 조영술의 진단 검사는 진단에 있어 정확도를 증가시킬 수는 있으나, 이때 사용되는 조영제는 약물부작용 발생을 일으킬 수 있으므로 사용 시, 이에 대한 위험도를 인식하여야 한다. 조영제는 인체 내에 투입 후 조직의 내부나 조직 주변에 침투되어 목적부위의 대조도를 증강시켜 정상적인 해부학적 구조의 변형정도를 정확하게 알 수 있게 도와준다. 일반적으로 조영제의 종류는 크게 4 가지로 분류할 수 있는데 MRI 조영제, 초음파 조영제, 음성조영제와 양성 조영제로 나뉜다. MRI 조영제는 기본적으로 양성자에서 나오는 신호를 측정하는 것이다.^[11]

분석한 데이터를 통하여 복부 조영제 관련 사례들을 몇 가지 알아낼 수 있었다. 첫째, 최근 가돌리늄 기반 자기공명상 검사용 조영제와 신원성전신 섬유화증 (NSF; nephrogenic systemic fibrosis)과의 연관성이 보고된 이래, 자기공명상 검사용 조영제의 부작용에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 신원성 전신섬유화증은 신장 기능이 저하된 환자에서 가돌리늄 기반 조제를 과다한 양을 사용하였을 때 생기는 치명적인 전신질환으로, 발생률이 4.6%까지 보고되었다.^[12] 검사가 늘면서 조영제 부작용도 증가하였고, 심지어 사망 사례도 많이 발생했다. 조영제 부작용 사례는 2010년 3천 6백여 건에서 지난해 만 4천여 건으로 4배 가까이 급증했다. 심한 경우 과민성 쇼크로 인해 숨지기도 한다. 부작용을 줄이기 위해선 꼭 필요한 경우에만 검사를 해야 한다.^[13] 둘째, 산모들이나 고위험 환자의 경우에는 반드시 필요한 경우가 아니라면 요오드화 조영제를 사용하지 않는 검사로 대체 고려하고, 요오드화 조영제를 써야 한다면, 과거에 유해반응을 일으켰던 조영제가 아닌 다른 조영제를 사용하며, 예방을 위해 전처치를 고려해야 한다.^[14-16] 셋

째, 1.5T에서는 고주파 파장이 52cm로 대부분의 복부 축 방향의 크기보다 크기 때문에 별로 문제를 일으키지 않지만, 3T에서는 고주파 파장이 26cm로 감소하게 되므로 복부의 영상 범위와 일치하게 되어, 정상파 효과(Standing Wave Effect)를 초래하여 국소적으로 심한 영상신호강도의 변화를 일으킨다. 특히 많은 양의 양수를 갖고 있는 임신 중인 환자나, 많은 양의 복수가 있는 환자에서 이런 인공물이 생길 확률이 높다.^[17,18] 넷째, 3.0T는 1.5T MRI에 비하여 더 높은 신호 대 잡음비와 대조도 대 잡음비를 제공하기 때문에 해상도를 높이거나 영상 획득시간을 단축할 수 있다. 가돌리늄 조영제를 사용한 조영증강 영상검사는 대조도 증가에 따라 병변이 더욱 뚜렷이 보이게 되고, 자기공명 혈관조영술(MR angiography)의 해상도가 높아지며, 사용하는 혈관 조영제의 양을 줄일 수도 있다. 3.0T에서는 가돌리늄 조영제에 대한 민감도가 증가하므로, 고형장기인 간, 췌장, 신장, 자궁 등 고형장기에 있는 종괴를 좀 더 잘 묘사할 수 있다.^[19] 3.0T MRI는 1.5T MRI에 비교하여 비슷하거나 약간 나은 영상을 제공할 수 있는 것으로 보이나, 월등히 나은 가격 효율성을 제공한다고 할 수는 없다. 이번 연구에서도 움직임이 심한 위, 지방, 췌장은 1.5T에서 SNR과 CNR이 높게 나왔으므로 유용성이 있는 장기들을 검사할 시에는 1.5T가 3.0T 보다 더 적합한 영상을 얻을 수 있다. 그러나 아직은 3.0T 복부 MRI의 임상 적용이 초기 단계이므로 계속 진행되고 있는 펄스연쇄 및 코일의 개발과 검사 프로토콜의 최적화 등을 통하여 향후에는 좀 더 좋은 질의 영상 획득과 기능적 정보 획득이 가능하고 복부 MR검사에서 3.0T의 역할이 더욱 커질 것으로 기대한다.^[20] 본 논문의 데이터 분석에서도 MRI 기종에 따라 인체 장기를 선택하여 검사를 한다면 해부학적 영상을 통해서 병리학적, 기능적 해석을 할 수 있도록 환자에게 정보를 제공할 것이다.

V. CONCLUSION

결론적으로 본 연구를 통하여 복부검사에 필수적으로 이용되고 있는 4종류의 펄스시퀀스는 조영제 주입 전에 SNR과 CNR평가에서 간, 신장, 비장에서는 3.0T가 더 높고 위, 복부지방, 췌장에서는

1.5T가 더 높다는 결론을 확인할 수 있다. 그러므로 복부검사에서 조직의 질환에 따라 적합한 기기를 선택하여 검사한다면 최적의 영상정보를 제공할 것이다.

Reference

- [1] F. Khosa, G. Krinsky, M. Macari, E. K. Yuce, L. L. Berland, "Managing incidental findings on abdominal and pelvic CT and MRI, Part 2: white paper of the ACR Incidental Findings Committee II on vascular findings," *Journal of the American College of Radiology*, Vol. 10, No. 10, pp. 789-794, 2013.
- [2] M. C. Roethke, T. H. Kuru, S. Schultze, D. Tichy, A. Kopp-Schneider, M. Fenchel, H. P. Schlemmer, B. A. Hadaschik, "Evaluation of the ESUR PI-RADS scoring system for multiparametric MRI of the prostate with targeted MR/TRUS fusion-guided biopsy at 3.0 Tesla," *European radiology*, Vol. 24, No. 2, pp. 344-352, 2014.
- [3] K. H. Jin, J. Y. Um, D. Lee, J. Lee, S. H. Park, J. C. Ye, "MRI artifact correction using sparse+low-rank decomposition of annihilating filter-based hankel matrix," *Magnetic resonance in medicine*, Vol. 78, No. 1, pp. 327-340, 2017.
- [4] N. Korn, J. S. Kurhanewicz, S. Banerjee, O. Starobinets, E. Saritas, S. Noworolski, "Reduced-FOV excitation decreases susceptibility artifact in diffusion-weighted MRI with endorectal coil for prostate cancer detection," *Magnetic resonance imaging*, Vol. 33, No. 1, pp. 56-62, 2015.
- [5] B. Zhang, "A 28 Gb/s multistandard serial link transceiver for backplane applications in 28 nm CMOS," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, Vol. 50, No. 12, pp. 3089-3100, 2015.
- [6] D. Perrone, J. Aelterman, A. Pižurica, B. Jeurissen, W. Philips, A. Leemans, "The effect of Gibbs ringing artifacts on measures derived from diffusion MRI," *NeuroImage*, Vol. 120, No. 2, pp. 441-455, 2015.
- [7] S. Y. Lee, S. H. Ryu, H. G. Kim, D. W. Ryoo, S. J. Kim, S. M. Jeong, B. H. Goo, M. J. Kim, Y. C. Park, Y. H. Baek, S. S. Nam, B. K. Seo, "The Effect of Traditional Korean Medical Treatment on Low Back Pain during Pregnancy: a Report on Three Cases," *The Acupuncture*, Vol. 33, No. 3, pp. 197-205, 20

- 16.
- [8] N. G. Campeau, J. 3rd. Huston, M. A. Bernstein, C. Lin, G. F. Gibbs, "Magnetic resonance angiography at 3.0 Tesla: initial clinical experience," *Topics in Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 12, No. 12, pp. 183-204, 2001.
- [9] R. Mulkern, S. Haker, H. Mamata, E. Lee, D. Mitsouras, K. Oshio, M. Balasubramanian, H. Hatabu, "Lung parenchymal signal intensity in MRI: a technical review with educational aspirations regarding reversible versus irreversible transverse relaxation effects in common pulse sequences," *Concepts in Magnetic Resonance Part A Bridg Education Res*, Vol. 43, No. 2, pp. 29-53, 2014.
- [10] D. M. Patel, R. S. Tubbs, G. Pate, J. M. Johnston, J. P. Blount, "Fast-sequence MRI studies for surveillance imaging in pediatric hydrocephalus," *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, Vol. 13, No. 4, pp. 440-447, 2014.
- [11] G. Mauri, L. Cova, S. De Beni, T. Ierace, T. Tondolo, A. Cerri, S. N. Goldberg, L. Solbiati, "Real-time US-CT/MRI image fusion for guidance of thermal ablation of liver tumors undetectable with US: results in 295 cases," *Cardiovascular and interventional radiology*, Vol. 38, No. 1, pp. 143-151, 2015.
- [12] G. Litjens, R. Toth, W. van de Ven, C. Hoeks, S. Kerkstra, B. van Ginneken, G. Vincent, G. Guillard, N. Birbeck, J. Zhang, R. Strand, F. Malmberg, Y. Ouyang, C. Davatzikos, M. Kirschner, F. Jung, J. Yuan, W. Qiu, Q. Gao, P. E. Edwards, B. Maan, F. van der Heijden, S. Ghose, J. Mitra, J. Dowling, D. Barralet, H. Huisman, A. Madabhushi, "Evaluation of prostate segmentation algorithms for MRI: the PROMISE 12 challenge," *Medical image analysis*, Vol. 18, No. 2, pp. 359-373, 2014.
- [13] B. Jeurissen, J. D. Tournier, T. Dhollander, A. Connelly, J. Sijbers, "Multi-tissue constrained spherical deconvolution for improved analysis of multi-shell diffusion MRI data," *NeuroImage*, Vol. 103, No. 2, pp. 411-426, 2014.
- [14] J. A. Tielbeek, M. L. Ziech, Z. Li, C. Lavini, S. Bipat, W. A. Bemelman, J. J. Roelofs, C. Y. Ponsioen, F. M. Vos, J. Stoker, "Evaluation of conventional, dynamic contrast enhanced and diffusion weighted MRI for quantitative Crohn's disease assessment with histopathology of surgical specimens," *European radiology*, Vol. 24, No. 3, pp. 619-629, 2014.
- [15] G. Aspelund, A. Fingeret, E. Gross, D. Kessler, C. Keung, A. Thirumoorthi, P. S. Oh, G. Behr, S. Chen, B. Lampl, W. Middlesworth, J. Kandel, C. Ruzal-Shapiro, "Ultrasonography/MRI versus CT for diagnosing appendicitis," *Pediatrics*, Vol. 133, No. 4, pp. 586-593, 2014.
- [16] M. Zaiss, J. Xu, S. Goerke, I. S. Khan, R. J. Singer, J. C. Gore, D. F. Gochberg, P. Bachert, "Inverse Z-spectrum analysis for spillover, MT-, and T1-corrected steady-state pulsed CEST-MRI-application to pH-weighted MRI of acute stroke," *NMR in biomedicine*, Vol. 27, No. 3, pp. 240-252, 2014.
- [17] A. Daducci, E. J. Canales-Rodríguez, M. Descoteaux, E. Garyfallidis, Y. Gur, Y. C. Lin, M. Mani, S. Merlet, M. Paquette, A. Ramirez-Manzanares, M. Reiser, P. Reis Rodrigues, F. Sepehrband, E. Caruyer, J. Choupan, R. Deriche, M. Jacob, G. Menegaz, V. Prckovska, M. Rivera, "Quantitative comparison of reconstruction methods for intra-voxel fiber recovery from diffusion MRI," *IEEE transactions on medical imaging*, Vol. 33, No. 2, pp. 384-399, 2014.
- [18] O. Kraff, A. Fischer, A. M. Nagel, C. Mönninghoff, M. E. Ladd, "MRI at 7 Tesla and above: demonstrated and potential capabilities," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 41, No.1, pp. 13-33, 2015.
- [19] K. J. Chang, I. R. Kamel, K. J. Macura, D. A. Blumenthal, "3.0-T MR imaging of the abdomen: comparison with 1.5T," *Radiographics*, Vol. 28, No. 3, pp. 1983-1998, 2008.
- [20] A. C. Coan, B. Kubota, F. P. Bergo, B. M. Campos, F. Cendes, "3T MRI quantification of hippocampal volume and signal in mesial temporal lobe epilepsy improves detection of hippocampal sclerosis," *American Journal of Neuroradiology*, Vol. 35, No. 1, pp. 77-83, 2014.

조영제 주입 전 1.5T 와 3.0T를 이용한 복부장기 자기공명영상 에서 영상의 질 비교

구은희

청주대학교 방사선학과

요 약

본 연구는 조영제 주입 전 복부 검사 시 필수적으로 적용되고 있는 HASTE, HASTE(f/s), FFE(in, out)를 중심으로 두 기기에 대한 복부장기의 신호 대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)와 대조도 대 잡음비(CNR; Contrast to Noise Ratio)를 정량적으로 평가함으로써 최적의 장비선택을 알아보려고 하였다. 데이터분석은 1.5T 와 3.0T 자기공명영상기기(Philips medical system, Netherland)를 이용하여 검사한 복부영상을 무작위로 선정하여 분석을 하였다. 정량적 분석결과 간(Liver), 신장(Kidney), 비장(Spleen)에서는 1.5와 비교했을 때 3.0T가 SNR, CNR 값이 높게 나타났고($p < 0.05$), 위(Stomach), 복부지방(Abdominal Fat), 췌장(Pancreas)에서는 1.5T 가 높은 결과를 얻었다($p < 0.05$). 결론적으로 두기기별 장기에 대한 정량적 평가를 했을 때 인체의 바깥 부분 조직은 전반적으로 3.0T 가 높게 나타났고 가스를 포함하여 자화율의 차이를 많이 발생시키는 안쪽부분의 장기는 1.5T 가 높은 결과를 얻었다. 이러한 결과는 환자상태에 따라 조영제를 사용하지 못하고 MRI 검사를 하는 경우 정확한 진단학적 정보를 제공하는데 가이드라인이 될 것이다.

중심단어: 자기공명영상, 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비