

Assessment of Magnetic Resonance Image Quality For Ferromagnetic Artifact Generation: Comparison with 1.5T and 3.0T.

Eun-Hoe Goo

Department of Radiological Science, Cheongju University

Received: February 20, 2018. RRevised: April 15, 2018. Accepted: April 30, 2018

ABSTRACT

In this research, 15 patients were diagnosed with 1.5T and 3.0T MRI instruments (Philips, Medical System, Achieva) to minimize Ferromagnetic artifact and find the optimized Tesla. Based on the theory that the 3.0T, when compared to 1.5T, show relatively high signal-to-noise ratio (SNR), scan time can be shortened or adjust the image resolution. However, when using the 3.0T MRI instruments, various artifacts due to the magnetic field difference can degrade the diagnostic information. For the analysis condition, area of interest is set at the background of the T1, T2 sagittal image followed by evaluation of L3, L4, L5 SNR, length of 3 parts with Ferromagnetic artifact, and Histogram. The validity evaluation was performed by using the independent t test. As a result, for the SNR evaluation, mere difference in value was observed for L3 between 1.5T and 3.0T, while big differences were observed for both L4, and L5 (p<0.05). Shorter length was observed for the 1.5T when observing 3 parts with Ferromagnetic artifact, thus we can conclude that 3.0T can provide more information on about peripheral tissue diagnostic information (p<0.05). Finally, 1.5T showed higher counts values for the Histogram evaluation (p<0.05). As a result, when we have compared the 1.5T and 3.0T with SNR, length of Ferromagnetic artifact, Histogram, we believe that using a Low Tesla for Spine MRI test can achieve the optimal image information for patients with disk operation like PLIF, etc. in the past.

Keywords: Signal to noise ratio, Ferromagnetic artifact, Histogram

I. INTRODUCTION

자기공명영상(MRI; Magnetic Resonance Imaging)은 다양한 펄스시퀀스를 이용하여 해부학적, 병리학적인 정보를 토대로 병변의 진단, 질환의 발견을 용이하게 하는 진단적 영상장비로 현재 널리 이용되고 있다. 1984년 2.0T 국내 최초 영구자석 MRI 설치 이후 초전도체 마그넷을 이용한 1.5T MRI 장비가 널리 보급되면서 자기공명 혈관 조영술(MRA; Magnetic Resonance Angiography)을 비롯하여 기능적 검사가 일반화되어 임상적으로 진보된 효과를 얻고 있다.^[1,2] 2000년대에 이르러서 3.0T MRI 장비가 미국식품의약국(Food and Drug Administration)에 승인을 얻은 후 인체를 대상으로 검사를 가능하게

되었고, 최근에는 전 세계에 고자기장의 MRI 장비가 상품화되고 있다. 1.5T에 비해 3.0T는 영상의 신호대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)가 상대적으로 높다는 이론적 근거에 의해 검사소요시간을 단축시키거나 영상의 해상도를 1.5T 이상으로 조절할 수 있다는 장점을 가지고 있다.^[3] 방사선 진단 분야에 있어서 MRI의 중요성은 이미 알려져 있으며, 금속성 이물질을 갖고 있는 환자에서 심한 줄무늬 인공물을 초래 하는 전산화단층촬영술(CT; Computed Tomography)의 한계를 극복할 수 있는 검사법으로 대두되었다.^[4] 그러나 금속성 이물질이 강자성을 함유하는 경우에는 MRI에서도 인공물을 초래한다는 보고들이 있어 MRI의 관독에 있어 새로운 문제점으로 제기되었다. 특히, 동맥류의 경우

* Corresponding Author: Eunhoe Goo

E-mail: eunhoegoo@gmail.com

Tel: +82-10-8750-5092

(Neck)를 금속성 클립(Clip)으로 폐색 시키는 뇌동맥류 수술 환자, 후방 요추체간 유합술(PLIF; Posterior Lumbar Interbody Fusion), 전방 요추체간 유합술(ALIF; Anterior Lumbar Interbody Fusion)등 수술 후 평가를 위해 MRI를 시행 하였을 때 환자의 안전성 문제와 금속성 이물질로 인한 인공물과 그로인한 영상신호 의 변화와 영상의 왜곡에 관한 관심은 높아지고 있다.^[5-7] 최근에 와서 척추경 나사못을 이용한 수술에 있어서도 저전만 고정이 흔히 발견 되며 상하 인접분절의 퇴행성 변화의 가속과 시상면 대상 실조에 빠지는 경우도 흔히 볼 수 있다. 따라서, 퇴행성 요추질환에서 전만의 복원을 충분히 하는 것이 관심사항으로 되고 있다. 또한 경추후방고정술(PCF; Posterior Cervical Fusion)은 경추신경근병증과 척수병증 환자 치료의 한 방법으로 가장 널리 이용되는 방법이다.^[8] 그러나 수술 후 인접분절의 퇴행성 변화(ASD; Adjacent Segment Degeneration) 같은 합병증의 발생은 경추 추간판전치환술(ADR; Artificial Disc Replacement)의 개발을 촉진하였다.^[9-12] ADR에 대한 가장 중요한 이론적 근거 역시 움직임 유지를 유지하여 인접분절의 퇴행성 변화를 감소시키는 것에 있으며, 생리적 굴곡 및 운동의 보존은, 환자가 빠른 속도로 회복하게 하고 빨리 일상 활동을 수행할 수 있게 하는 장점이 있다. ADR의 또 다른 이점은 뼈 이식에 의한 이환율의 감소 및 전방 금속판 고정술과 관련된 합병증을 감소시키는 것이다. 앞의 이론들에 근거하여 자기장의 차이로 인하여 PLIF 등 디스크 수술을 받은 환자에게는 MRI 요추 검사 시 강자성 인공물이 발생하여 진단적 정보가 떨어지게 된다. 이러한 이론적 관점에서 본 데이터 분석은 2D FSE(Fast Spin Echo)펄스시퀀스를 중심으로 이론과 접목시켜 실제 영상을 통하여 자기장 속성(Magnetic Field Property) 및 인공물 발생 정도를 비교하여 대처방안을 위해 실험을 하고자 한다.^[13,14]

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상

본 데이터 분석은 2017년 1월부터 2017년 4월까지 B 대학병원에서 MRI Spine 검사를 시행한 총

15명의 디스크 환자를 대상으로 하였다. 성별은 남성이 11명, 여성이 6명이었으며, 연령분포는 28세에서 67세였고, 평균연령은 44 ± 13.18 세였다. IRB(Institutional Review Board)관련하여 피시험자의 권리와 안전을 보호하기 위해 분석 데이터 선정 시 PACS에 전송된 데이터를 환자 정보를 알지 못한 상태에서 무작위로 선정하였고 또한 영상을 본문에 삽입 시 환자 정보에 관련내용은 모두 삭제하였다. 분석한 모든 데이터는 1.5T와 3.0T(Philips, Medical system, Achieva, The Netherlands) 자기공명영상기기를 사용하여 평가하였다. 수신코일(Aquisition Coil)로는 32 Channel Torso Coil(Body Array)이었다. 분석에 적용된 펄스시퀀스(Pulse Sequence)로는 2D FSE이다.

2. 분석방법

본 실험 대상자들은 요추(L-spine)를 포함하여 FSE(Fast Spin Echo) 데이터를 얻었다. 데이터를 중심으로 1.5T와 3.0T에서 얻은 L3, L4, L5의 각 체부(Vertebral Body)의 SNR을 측정하고, 강자성 인공물의 길이를 측정하였고, 히스토그램 분포를 통해 인공물이 형성된 부위의 Count값과 Mean값을 측정하였다.

2.1 SNR

영상의 4부위에 Background 관심영역(ROI; Region of Interest) 설정 후 L3, L4, L5의 각 체부의 ROI를 설정하여 SNR을 측정하였고, SNR을 평가하는 방법으로 Eq. (1)을 적용하였다.

$$SNR = \frac{\text{Signal}_{\text{tissue}} \times 0.655}{\sigma_{\text{backgroundnoise}} \times \sqrt{\text{scantime}}} \quad (1)$$

2.2 인공물의 길이

1.5T와 3.0T에서 얻은 T1, T2 Sagittal 영상으로 Fig. 1과 같이 L3, L4, L5 체부에 형성된 인공물의 길이를 측정하였다.

2.3 히스토그램

인공물의 길이를 측정하는 것과 마찬가지로, L-spine의 각 체부에 형성된 인공물이 형성된 영역을 ROI로 설정 후 Image J 프로그램을 이용하여

히스토그램 분포를 얻었고, Count값과 Mean값을 측정 하였다.

3. 통계분석

두 영상에 대한 정량적 분석으로 SNR에 대한 통계적 유의성은 독립표본 t 검정(Independent Sample t-test) 로 계산되었으며, 본 데이터 분석에 적용된 프로그램은 SPSS software(SPSS 22.0 for windows, SPSS, chicago, IL USA) 프로그램을 이용하여 p 값이 0.05 이하 일 때 유의성을 두었다.

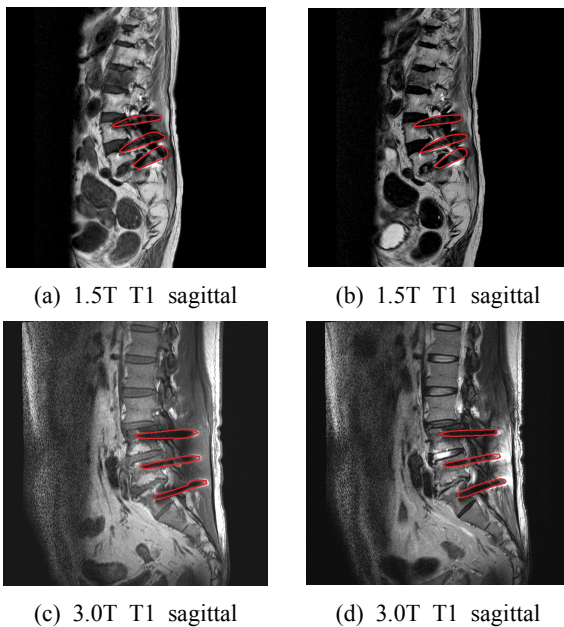


Fig. 1. Image of L-spine T1, T2 sagittal in the 1.5T, 3.0T.

III. RESULT

본 데이터 분석에 적용된 총 15명에 대하여 1.5T와 3.0T에서 얻은 L-Spine T1, T2 sagittal 영상의 데이터를 분석 하였다. SNR 측정값은 1.5T T1 Sagittal L3, L4, L5에서 2.79 ± 1.37 , 3.77 ± 1.32 , 2.1 ± 1.44 이었으며, T2 Sagittal L3, L4, L5에서 3.67 ± 1.83 , 5.27 ± 1.12 , 4.8 ± 1.13 이었다. 3.0T T1 Sagittal L3, L4, L5에서 2.61 ± 1.24 , 1.55 ± 1.61 , 1.04 ± 1.06 이었으며, 3.0T T2 Sagittal L3, L4 L5에서 3.52 ± 1.08 , 1.94 ± 1.92 , 1.2 ± 1.20 로 1.5T가 3.0T에 비해 더 높게 측정되었다.

Table 1. SNR values obtained at 1.5T, 3.0T

Units		1.5T	3.0T	p value
L3	T1 Sagittal	2.79 ± 1.37	2.61 ± 1.24	0.04
	T2 Sagittal	3.67 ± 1.83	3.52 ± 1.08	0.04
L4	T1 Sagittal	3.77 ± 1.32	1.55 ± 1.61	0.03
	T2 Sagittal	5.27 ± 1.12	1.94 ± 1.92	0.04
L5	T1 Sagittal	2.1 ± 1.44	1.04 ± 1.06	0.03
	T2 Sagittal	4.8 ± 1.13	1.2 ± 1.20	0.04

Note-Numbers are mean±standard deviation.

인공물의 길이는 Table 2와 같이 1.5T T1 Sagittal 영상에서 L3, L4, L5 체부에 형성 된 인공물의 길이는 50.28 ± 1.48 , 49.81 ± 1.46 , 46.10 ± 3.49 이었으며, 3.0T T1 Sagittal 영상에서 L3, L4, L5 체부에 형성 된 인공물의 길이는 61.20 ± 1.68 , 61.23 ± 1.89 , 59.45 ± 2.27 로 3.0T가 1.5T에 비해 더 길게 측정되었다. 1.5T T2 Sagittal 영상에서 L3, L4, L5 체부에 형성 된 인공물의 길이는 50.67 ± 1.99 , 50.68 ± 1.57 , 41.68 ± 1.41 이었으며, 3.0T T2 Sagittal 영상에서 L3, L4, L5 체부에 형성 된 인공물의 길이는 61.24 ± 1.89 , 59.22 ± 1.28 , 53.03 ± 1.57 로 T2 Sagittal 영상 역시 3.0T가 1.5T에 비해 더 길게 측정되었다.

Table 2. Artifact length obtained at 1.5T, 3.0T

Length(mm)		1.5T	3.0T	p value
T1 weight	L3-L4	50.28 ± 1.48	61.20 ± 1.68	0.04
	L4-L5	49.81 ± 1.46	61.23 ± 1.89	0.04
	L5-S1	46.10 ± 3.49	59.45 ± 2.27	0.03
T2 weight	L3-L4	50.67 ± 1.99	61.24 ± 1.89	0.04
	L4-L5	50.68 ± 1.57	59.22 ± 1.28	0.04
	L5-S1	41.68 ± 1.41	53.03 ± 1.57	0.04

Note-Numbers are mean±standard deviation.

1.5T와 3.0T T1, T2 Sagittal 영상에서 Fig. 2와 같이 L-spine의 각 체부에 형성 된 인공물 영역을 ROI로 설정 후 Image J 프로그램을 이용하여 히스토그램 분포를 얻었다. 히스토그램 분포를 토대로 Count값과 Mean값을 측정 하였다. 1.5T T1 Sagittal L3, L4, L5에서 Count(5605, 5710, 6031), Mean(36.316, 45.123, 51.671)이었으며, 3.0T T1 Sagittal L3, L4, L5에서 Count(2375, 1648, 1512), Mean(41.750, 59.841, 53.370)로 Count값은 1.5T가 3.0T보다 높게 측정되었고, Mean값은 3.0T가 1.5T보다 높

게 측정되었다. 이러한 의미는 영상의 질적인 측면에서 금속부위에 대한 조직의 신호강도가 1.5T가 높다는 의미를 부여하였다.

1.5T T2 Sagittal L3, L4, L5에서 Fig. 3과 같이 Count(5061, 5991, 5710), Mean(23.485, 33.198, 45.123)이었으며, 3.0T T2 Sagittal L3, L4, L5에서 Count(2177, 1470, 1465), Mean(32.377, 52.010, 57.814)로 Count값은 1.5T가 3.0T보다 높게 측정되었고, Mean값은 3.0T가 1.5T보다 높게 측정되었다. 본 영상에서도 히스토그램에서 알 수 있듯이 Count 값이 3.0T에 비해 1.5T가 높게 나타났기 때문에 금속에 대한 인공물이 적게 나타났다는 것을 의미하였다.

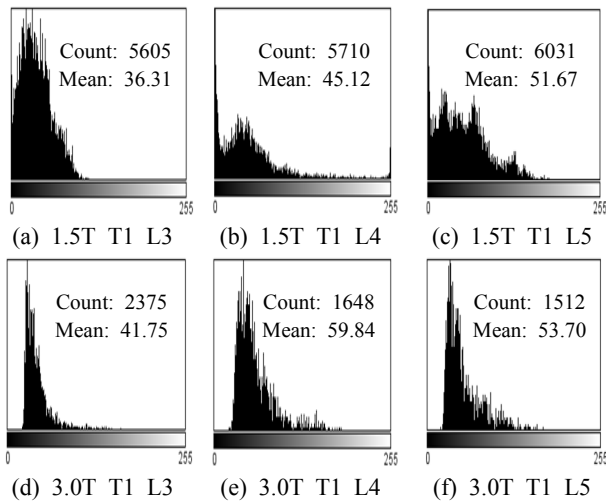


Fig. 2. Image of L 3-5 histogram T1 sagittal in the 1.5T, 3.0T.

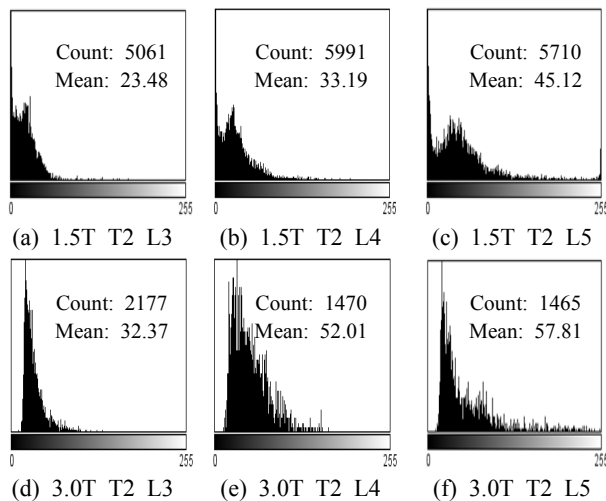


Fig. 3. Image of L3-5 Histogram T2 sagittal in the 1.5T, 3.0T.

IV. DISCUSSION

본 데이터 분석을 통하여 SNR, 인공물의 길이, 히스토그램을 비교 했을 때 강자성 인공물이 있는 요추를 검사할 때 1.5T MRI 장비를 이용한다면 최적의 영상정보를 제공 할 것이다.⁽¹⁵⁾ 최근 MRI의 역할은 기존에 비하여 신경학 검사로서 다양하고, 활발하게 진행되고 있다. 그렇지만, MRI에서 최적의 영상을 얻는데 있어서 몇 가지 제한성을 고려할 필요가 있다. 그 중에는 환자가 움직일 때 발생하는 움직임 인공물(Motion Artifact)과 강자성체에 대한 자기감수성 인공물(Magnetic Susceptibility Artifact)이 가장 클 것으로 보고 되어있다.⁽¹⁶⁾ 특히, 자기공명영상의 질을 좌우하는 것은 피사체에 대한 자장의 균일성이다. 그러한 점에서 상의 질 저하를 가져오는 부위는 금속 자화율(Susceptibility)효과와 강자성 특성을 가지고 있는 L-spine에 PLIF 수술을 한 환자일 것이다.⁽¹⁷⁾ PLIF 수술은 침윤성이 증가함에 따라 수술 후 합병증이 더 많이 발생하는 경향이 있다. 횡단면 영상 기술 (CT 및 MRI)은 방사선 사진보다 민감하며 요추 수술 환자의 평가에서 점점 더 중요한 역할을 할 것이다. PLIF 수술은 일반적으로 L-spine 불안정에 대하여 후방경유 요추체간 고정수술을 시행하는 경우에 장기적으로 인접 척추관절의 퇴행성 변화를 촉발한다는 점이 문제점으로 지적되고 있다. 이와 같이 척추고정수술 후 인접 척추에 척추강 협착증, 척추 불안정 등과 같은 퇴행성 병변을 유발하는 현상은 경추나 요추에 모두 발생할 수 있다. 최근의 척추 고정수술 방법은 후방경유 요추체간 고정수술과 척추경 나사못 고정수술 (PSF; Pedicle Screw Fixation)의 두 가지 방법으로 대별되는 경향이 있으며 이들 두 가지 수술 방법은 수술 후 인접 척추관절에 퇴행성 변화를 촉발하는 경향이 서로 다른 것으로 알려져 있다.⁽¹⁸⁻²⁰⁾ 서론에서 말한 것과 같이 일반적으로 3.0T MRI는 1.5T MRI에 비하여 2배의 SNR값을 갖는다. SNR은 3.0T MRI의 가장 중요한 장점이다.^(21,22) 이는 자장의 세기에 비례하므로 이용하여 영상의 시간 분해능과 공간 분해능을 증가시킬 수 있지만 금속 인공물의 관점에서, 3.0T 시스템은 감수성 인공물에 매우 민감하다. 이 때문에 금속이 있는 이미지는 매우 위

장되어 금속이 상당한 신호 손실을 발생시킨다. 자기장 강도가 높을수록 1.5T MRI에 비해 3.0T의 인공물 비율이 증가하여 더 큰 인공물을 생성한다. MRI와 호환되는 금속 임플란트 환자의 경우, 1.5T 시스템이 선호된다. 기존보고에 의하면 1.5T와 3.0T MRI 검사에서 조직의 이완시간의 차이, 특수 흡수율(SAR; Specific Absorption Rate), SNR 관련하여 3.0T가 높다는 보고가 있다. 특히 자기감수성이 1.5T보다 높게 나타나 금속물이 있을 경우에는 그 차이가 크므로 금속물이 있을 경우에는 SNR 값이 3.0T에 비해 1.5T가 높다는 것을 알 수가 있다.^[23] 이번 연구에서도 금속물을 이용한 요추에서 SNR을 측정하였을 때 3.0T보다 1.5T가 높게 나오는 것을 확인 할 수 있었고 인공물에 길이에서는 1.5T보다 3.0T의 인공물의 길이가 더 길어 3.0T의 주변조직을 관찰하는 것보다 1.5T에서 주변조직이 더 잘 관찰되는 것을 확인 할 수 있었으므로 금속물을 이용한 PLIF 수술을 한 환자를 검사할 시 1.5T가 3.0T보다 더 적합한 영상을 얻을 수 있었다. 그러나 PLIF수술 환자 이외에도 다양한 질환별로 분석하여 더 정확한 데이터를 획득하고 아직은 3.0T PLIF 수술 환자에 대한 MRI의 임상 적용이 초기 단계이므로 계속 진행되고 있는 펄스연쇄 및 인공물을 줄일 수 있는 고자기장 코일의 개발과 매개변수 조절에 따른 검사 프로토콜의 최적화 등을 통하여 향후에는 좀 더 좋은 질의 영상 획득과 기능적 정보 획득이 가능하고 PLIF수술 환자에 대한 MR검사에서의 이론적 근거로 비교했을 때 1.5T의 낮은 SNR을 3.0T가 다소 보완할 수 있을 것이라고 생각한다.

V. CONCLUSION

결론적으로 강자성 인공물 감소를 위해 L-spine의 T1, T2 Sagittal 1.5T와 3.0T영상을 비교한 결과 L3, L4, L5에 대한 SNR 측정값은 L3, L4, L5모두 1.5T가 3.0T에 비해 높게 측정 되었다. 또 강자성 인공물의 길이 비교에 대한 측정값은 1.5T보다 3.0T가 높게 측정되었다. 인공물이 형성된 3부위에 ROI를 설정한 뒤 히스토그램 분포를 확인해보았을 때 Count값은 1.5T가 3.0T보다 높게 측정되어 픽셀 수가 높게 분포 되어 있는 것을 확인할 수 있고, Mean값은 3.0T가 1.5T보다 높은 것을 확인 할 수

있다. 따라서 L-spine MRI 검사 시에 PLIF 등 디스크 수술을 받은 환자에게는 1.5T로 검사를 하는 것이 후속연구자들에게 기초자료로 적용될 것이라고 사료된다.

Reference

- [1] R. Safier, C. Cleves-Bayon, I. Vaisleib, A. Siddiqui, G. Zuccoli, "Magnetic resonance angiography evidence of vasospasm in children with suspected acute hemiplegic migraine," *Journal of Child Neurology*, Vol. 11, No. 12, pp. 789-792, 2014.
- [2] G. Zhang, R. Du, J. Qian, X. Zheng, X. Tian, D. Cai, J. He, Y. Wu, W. Huang, Y. Wang, X. Zhang, K. Zhong, D. Zou, Z. Wu, "A tailored nanosheet decorated with a metallized dendrimer for angiography and magnetic resonance imaging-guided combined chemotherapy," *Nanoscale* Vol. 10, No. 4, pp. 488-498, 2017.
- [3] Y. Seo, D. Corona, N. Hall, "On the theoretical maximum achievable signal-to-noise ratio (SNR) of piezoelectric microphones," *Sensors Actuators A Physical*, Vol. 6, No. 4, pp. 341-346, 2017.
- [4] C. Netto, L. Fonseca, B. Fritz, S. Stern, E. Raithele, M. Nittka, L.C. Schon, J. Fritz, "Metal artifact reduction on MRI of total ankle arthroplasty implants," *European Radiology*, Vol. 7, No. 10, pp. 330-420, 2017.
- [5] F. Guan, Y. Sun, L. Zhu, G. Guan, M. Chen, Z. Chi, D. Tian, Z. Yu, J. Gu, "Risk factors of postoperative sacroiliac joint pain for posterior lumbar surgery: An at least 2-year follow-up retrospective study," *World Neurosurgery*, Vol. 10, No. 10, pp. 31976-31979, 2017.
- [6] P. B. Derman, T.J. Albert, "Interbody Fusion Techniques in the Surgical Management of Degenerative Lumbar Spondylolisthesis," *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, Vol. 7, No. 10, pp.530-538, 2017.
- [7] K. Phan, M Fadhil, N. Chang, G. Giang, C. Gragnaniello, R. Mobbs, "Effect of smoking status on successful arthrodesis, clinical outcome and complications after anterior lumbar interbody fusion (ALIF)," *World Neurosurgery*, Vol. 9, No. 17, pp. 1878-8750, 2017.
- [8] J. K. Yue, P. Upadhyayula, H. Deng, DC. Sing, JD. Ciacci, "Risk factors for 30-day outcomes in elective anterior versus posterior cervical fusion: A matched c

- ohort analysis" *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*, Vol. 3, No. 10, pp. 222-230, 2017.
- [9] Z. Shang, Y. Zhang, D. Zhang, W. Ding, Y. Shen, "Clinical and Radiological Analysis of Bryan Cervical Artificial Disc Replacement for "Skip" Multi-Segment Cervical Spondylosis: Long-Term Follow-Up Results," *Medical Science Monitor*, Vol. 4, No. 23, pp. 5254-5263, 2017.
- [10] D. S. Ryu, J. Y. Park, S. U. Kuh, D. K. Chin, K. S. Kim, Y. E. Cho, K. H. Kim, "Surgical Outcomes After Segmental Limited Surgery for Adjacent Segment Disease: The Consequences of Makeshift Surgery," *World Neurosurgery*, Vol. 10, No. 16, pp. 1878-8750, 2017.
- [11] X. Ma, Y. Du, S. Wang, J. Ma, T. Wang, M. Kuan g, B. Ma, "Adjacent segment degeneration after intervertebral fusion surgery by means of cervical block vertebrae," *European Spine Journal*, Vol. 10, No. 10, pp. 586-617, 2017.
- [12] X. Rong, J. Lou, H. Li, Y. Meng, H. Liu, "How to choose when implants of adjacent height both fit the disc space properly in single-level cervical artificial disc replacement," *Medicine*, Vol. 9, No. 6, pp. 694-695, 2017.
- [13] H. J. Park, S. Y. Lee, K. A. Kang, E. Y. Kim, H. K. Shin, S. J. Park, J. H. Park, E. Kim, "Comparison of two-dimensional fast spin-echo T2-weighted sequences and three-dimensional volume isotropic T2-weighted fast spin-echo (VISTA) MRI in the evaluation of triangular fibrocartilage of the wrist," *The British Journal of Radiology*, Vol. 12, No. 10, pp. 1259-1270, 2017.
- [14] S. H. Lee, Y. H. Lee, J. S. Suh, "Accelerating knee MR imaging: Compressed sensing in isotropic three-dimensional fast spin-echo sequence," *Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 10, No. 16, pp. 90-97, 2017.
- [15] S. J. Hoogcarpsel, S. E. Zijlema, R. H. N. Tijssen, L. G. W. Kerkmeijer, I. M. Jürgenliemk-Schulz, J. J. W. Lagendijk, B. W. Raaymakers, "Characterization of the first RF coil dedicated to 1.5 T MR guided radiotherapy," *Physics in Medicine and Biology*, Vol. 63, No. 2, doi: 10.1088/1361-6560/aaa303, 2018.
- [16] N. Tomašovič, J. Kováč, V. Gdovinová, N. Éber, T. Tóth-Katona, J. Jadžyn, P. Kopčanský, "Alternative current magnetic susceptibility of a ferromagnetic," *Beilstein Journal of Nanotechnology*, Vol. 8, No. 8, pp. 2515-2520, 2017.
- [17] G. C. Mathews, C. S. Goldenstein, "Wavelength-modulated planar laser-induced fluorescence for imaging gases," *Optics Letters*, Vol. 42, No. 24, pp. 5278-5281, 2017.
- [18] K. Matsukawa, Y. Abe, Y. Yanai, Y. Yato, "Regional Hounsfield unit measurement of screw trajectory for predicting pedicle screw fixation using cortical bone trajectory: a retrospective cohort study," *Acta Neurochirurgica(Wien)*, Vol. 10, No. 7, pp. 1007, 2017.
- [19] N. Agarwal, R. F. Heary, P. Agarwal P, "Adjacent-segment disease after thoracic pedicle screw fixation," *Journal of Neurosurgery. Spine*, Vol. 15, No. 3, pp. 1-7, 2017.
- [20] J. Fu, Z. Yao, Z. Wang, G. Cui, M. Ni, X. Li, J. Chen, "Surgical Treatment of Osteoporotic Degenerative Spinal Deformity with Expandable Pedicle Screw Fixation: 2-year follow-up clinical study," *Orthopaedics and Traumatology Surgery and Research*, Vol.17, No. 4, pp. 568-1877, 2017.
- [21] I. Todt, A. Tittel, A. Ernst, P. Mittmann, S. Mutze, "Pain Free 3 T MRI Scans in Cochlear Implantees," *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, Vol. 38, No. 10, e401-e404, 2017.
- [22] J. C. Mandell, J. A. Rhodes, N. Shah, G. C. Gaviola, A. H. Gomoll, S. E. Smith, "Routine clinical knee MR reports: comparison of diagnostic performance at 1.5 T and 3.0 T for assessment of the articular cartilage," *Skeletal Radiology*, Vol. 46, No. 11, pp. 1487-1498, 2017.
- [23] B. J. Soher, B. M. Dale, E. M. Merkle, "A review of MR physics: 3T versus 1.5T," *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, Vol. 15, No. 3, pp. 277-290, 2007.

강자성 인공물 발생에 대한 자기공명영상 질 평가: 1.5T와 3.0T 비교

구은희

청주대학교 방사선학과

요 약

본 연구는 총 15명의 정상인 지원자를 대상으로 1.5T와 3.0T의 자기공명영상기기(Philips, Medical System, Achieva)를 이용하여 강자성 인공물을 최소화하기 위한 최적의 Tesla를 알아보려고 하였다. 평가는 신호대 잡음비 평가, 강자성 인공물이 형성된 부위의 길이와 Histogram을 평가하였다. 분석방법으로는 T1, T2 sagittal 영상의 Background의 4 부위에 관심영역을 설정하고 L3, L4, L5의 각 추체부에 관심영역을 설정한 후 신호대잡음비 값을 측정하였고, 인공물이 형성된 3 부위에 관심영역을 설정하고 길이 값을 측정하였고, Image J 프로그램을 이용해 인공물 영역의 히스토그램 분포 값을 측정하였다. 본 실험에 대한 결과로 신호대 잡음비 평가에서 L3에서는 1.5T와 3.0T 사이에 별 차이가 없는 것으로 나타났고, L4, L5에서는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 강자성 인공물이 형성된 3 부위의 길이는 3.0T에 비해 1.5T가 더 짧아 주변 조직에 대한 진단적 정보를 더 얻을 수 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). Histogram 평가에서는 3.0T보다 1.5T가 Count값이 높게 나타났다($p < 0.05$). 결론적으로 1.5T와 3.0T의 신호대 잡음비, 강자성 인공물의 길이, Histogram을 비교 평가해 봤을 때, Spine MRI 검사 시에 PLIF 등 디스크 수술을 받은 환자에게는 Low Tesla로 검사가 최적의 영상정보를 얻을 수 있었다.

중심단어: 신호대 잡음비, 강자성 인공물, 히스토그램