

A Study on the Performance Evaluate of Self-Made Radio Frequency Shielding Material

Jin-Hoe Lee¹, Min Cheol Jeon^{2,*}

¹Department of Radiology, Konyang University Hospital

²Department of Radiology, Daejeon Health University

Received: November 28, 2024. Revised: December 30, 2024. Accepted: December 31, 2024.

ABSTRACT

In this study, performance of an RF shielding device using easily available aluminum foil among materials that are not affected by magnetic fields, and evaluated its usefulness. The test was divided into those without shielding device, the use of over-sampling, and the use of a shielding device, and the results of each were compared and evaluated. In addition, the effect of the shielding device on the magnetic field uniformity evaluated using fat saturation sequence that are affected by magnetic field uniformity. In the experiment using phantom, it was confirmed that the aliasing artifact was removed in the quantitative signal intensity evaluation. In addition, it was confirmed that the aliasing artifact was removed and not affected by magnetic fields in the ghost signal percentage evaluation, confirming the usefulness as a shielding material.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging, Radio-frequency shielding, Magnetic field uniformity, Aliasing artifact

I. INTRODUCTION

최신 의료기기의 기술 발전과 더불어 의료영상은 중요한 정보를 제공하면서, 빠른 움직임 속에서 기술 발전을 거듭해 오고 있다^[1,2]. 그 중 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)장치는 인체 내부구조를 시각화할 수 있는 영상 기법으로 인대, 근육 등과 같은 연부조직에 대한 우수한 해상력을 제공하여 의료분야에서 정확한 진단에 기여하고 있다^[3,4]. 또한 영상 획득 시 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)가 우수한 다방면의 영상을 획득할 수 있기 때문에 방사선 진단 분야에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다^[5].

특히 고주파(Radiofrequency, RF)를 이용하여 인체 내부구조의 영상을 획득하는 자기공명영상은 핵 자기모멘트(magnetic moment)를 가진 입자의 에너지 준위가 정자기장 속에서 분리되어 있을 때,

그 간격에 대응하는 진동수의 진동 자기장 또는 전자기파(electromagnetic wave)와의 사이에 생기는 공명현상을 이용한 것이다^[6,7]. 그러나 공명현상을 위해 고주파를 이용하는 과정에서 영상화 영역(Field of view, FOV) 이외의 인체 부위에 미치는 영향에 의해서 생성되는 신호가 잡음(noise)으로 작용하여 신호 대 잡음비가 감소하거나 심한 경우 인공물(artifact)들이 발생하게 된다^[8]. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 넓은 영상화 영역을 이용하거나 사전포화기법(pre-saturation) 또는 oversampling 기법을 사용하는 방법, 그리고 고주파 차폐 기구를 사용하는 방법이 있다. 이중 oversampling은 샘플링 주파수를 높게 설정하여 영상화 영역보다 충분히 넓은 부위에서 신호를 획득하고 영상화 영역 내 구조물만을 영상으로 재구성하는 기법으로 획득된 모든 신호가 영상 단면의 모든 화소에 신호로 기여하기 때문에 인공물 발생을 억제하며 신호 대 잡음비가 높은 영상을 획득할 수 있으나 검사 시간이

* Corresponding Author: Min-Cheol Jeon E-mail: 99jmc@hit.ac.kr
Address: 21, Chungjeon-ro, Dong-gu, Daejeon, Republic of Korea

Tel: +82-42-670-9170

증가하는 단점이 발생한다. 또한 고주파 차폐 기구는 고주파의 차단으로 검사 시간의 증가 없이 잡음과 인공물의 발생을 억제할 수 있으나 제품의 높은 가격 때문에 사용에 제약이 따른다^[9,10].

따라서 본 연구에서는 자기장에 대해 큰 영향을 받지 않는 금속 물질 중 쉽게 구할 수 있는 알루미늄 호일(Aluminum foil)을 이용하여 제작한 차폐 기구의 고주파 차폐 효과와 자기장 균일성에 미치는 영향에 대해 실험을 통하여 평가하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험 재료

자기공명영상기기는 3.0Tesla MRI (Elition X, Philips Medical System, Best, the Netherlands)를 사용하였고, 코일(Coil)은 32-channel phased array & receive (SENSE) Anterior coil을 사용하였다. 실험에 사용된 팬텀은 ACR (American college of radiology) MRI 팬텀(JM Specialty Parts Inc.)과 장비회사에서 제작한 원통형 MRI 팬텀을 사용하였다.

차폐 기구는 쉽게 구할 수 있는 두께 15 μm 로 제작된 알루미늄 호일 제품을 사용하였으며 Fig. 1 - (b)와 같이 가로 50 cm, 세로 35 cm의 크기로 제작하였다. 또한 차폐체가 RF를 차단할 때 금속 표면에 생기는 와전류는 열로 변환되어 온도 급격히 상승되는 문제가 발생하기 때문에 피사체와 직접 접촉하지 않도록 부직포로 감싼 형태로 제작하였고 별도의 접지는 시행하지 않았다.

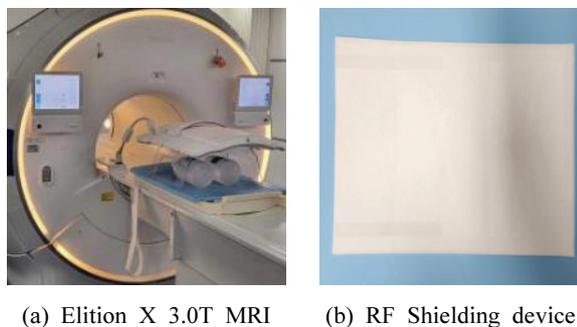


Fig. 1. MRI and RF shielding device.

2. 실험방법

2.1. 차폐 기구의 두께 변화가 고주파 차폐에 미치는 영향

차폐 기구의 두께 변화가 고주파 차폐에 미치는 영향을 확인하고자 MRI 전용 원통형팬텀 2개를 코일 장축에 나란하게 위치시킨 후 왼쪽에 위치한 원통형팬텀이 중심이 되도록 Fig. 2와 같이 영상화 영역을 설정하였다. 오른쪽에 위치한 원통형팬텀에 차폐 기구를 사용하지 않은 경우와 over-sampling 기법을 사용한 경우, 차폐 기구의 두께를 15 μm 부터 75 μm 까지 변화시킨 경우로 구분하여 Table 1과 같은 조건으로 축상면의 T1 강조영상과 T2 강조영상을 획득하였다.

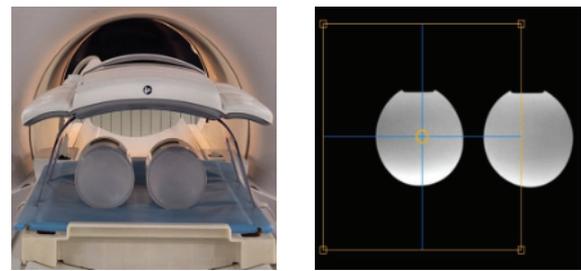


Fig. 2. Planing of cylindrical phantom study

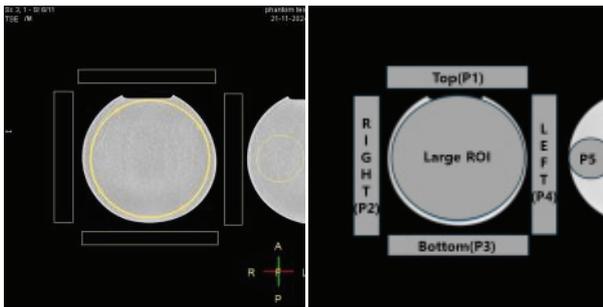
Table 1. MR image parameters of test method

	TR (ms)	TE (ms)	Slice Thickness(mm)	NEX	FOV(mm)
T1	500	10	5	1	300 x 300
T2	3000	80	5	1	300 x 300

Fig. 3와 같이 왼쪽 원통형팬텀의 중심부와 팬텀의 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽 배경 부위, 오른쪽 원통형팬텀 중심부에 관심 영역(ROI)을 설정하여 신호강도 (Signal Intensity; SI)를 측정하였고 over-sampling 기법을 적용한 경우의 신호강도를 기준으로 차폐 기구의 두께 변화에 따른 신호강도의 변화를 비교하였다. 그리고 Eq. (1)을 이용하여 MRI 정도 관리 항목 중 고스트 신호백분율(Percent signal ghosting)을 측정하여 차폐 기구의 두께 변화가 인공물 감소에 미치는 영향을 정량적으로 평가하여 인공물을 감소시킬 수 있는 가장 얇은 차폐 기구의 두께를 결정하였다^[11].

$$\text{Percent signal ghosting} = \frac{|(T+D)-(R+L)|}{2 \times (\text{large ROI})} \quad (1)$$

- T : 위 관심영역 신호강도
- D : 아래 관심영역 신호강도
- R : 오른쪽 관심영역 신호강도
- L : 왼쪽 관심영역 신호강도

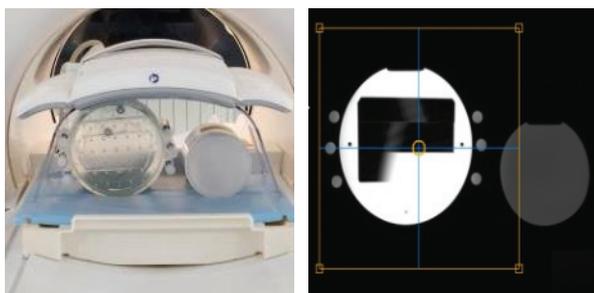


(a) Region of interest in the phantom (b) Region of interest initials

Fig. 3. cylindrical phantom image analysis.

2.2. 차폐 기구가 자기장 균일도에 미치는 영향

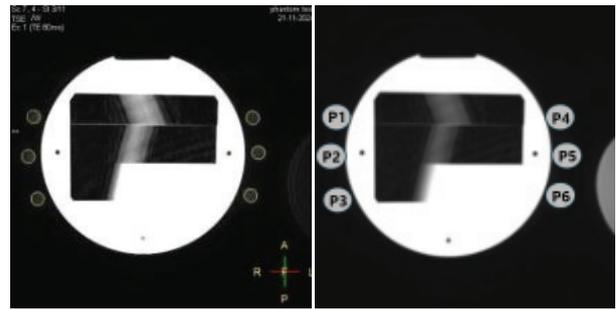
차폐 기구가 검사 부위의 자기장 균일도에 미치는 영향을 확인하기 위하여 Fig. 4과 같이 식용유를 주입한 10 cc 주사기를 왼쪽과 오른쪽에 3개씩 부착한 ACR 팬텀과 실험을 통하여 결정된 가장 얇은 두께의 차폐 기구로 감싼 MRI 전용 원통형팬텀을 코일 장축에 나란하게 위치시킨 후 ACR 팬텀이 중심이 되도록 영상화 영역을 설정하였고, 축상면의 T1 지방소거영상과 T2 지방소거영상을 획득하였다



(a) Phantom position (b) Scanning geometry

Fig. 4. Planing of ACR phantom study.

ACR팬텀 왼쪽과 오른쪽에 위치한 주사기 내 신호강도를 Fig. 5와 같이 측정 후 비교하여 차폐 기구가 국소 자기장 균일도에 미치는 영향을 평가하였다.



(a) Region of interest in the syringe (b) Region of interest initials

Fig. 5. ACR phantom image analysis.

2.3. 영상분석

본 연구는 차폐 기구를 사용하지 않은 경우와 over-sampling 기법을 사용한 경우, 차폐 기구의 두께를 변화시킨 경우로 구분하여 차폐 기구의 두께 변화에 따른 신호강도를 이용하여 인공물 감소 정도를 평가하였다. 또한 자기장 균일성에 영향을 크게 받는 지방소거기법을 사용하여 차폐 기구가 자기장 균일성에 미치는 영향을 평가하였다. 데이터 분석에 Philips IntelliSpace Portal 프로그램을 이용하여 획득된 11개의 영상 중 6번째 영상에 ROI를 설정하고 데이터 값을 구하였다.

III. RESULT

1. 차폐 기구의 두께 변화가 고주파 차폐에 미치는 영향 평가

차폐 기구를 사용하지 않은 경우와 over-sampling 기법을 사용한 경우 획득한 영상 각 부위에서 측정된 신호강도는 Table 2에 나타내었다. 차폐 기구를 사용하지 않는 경우 Fig. 3 - (b)의 P2 위치에서 측정된 신호강도는 T1 강조영상에서는 239.55 ± 0.2 , T2 강조영상에서는 180.53 ± 0.2 로 P1, P3, P4 위치에서 측정된 신호강도보다 높게 측정되어 영상화 영역 밖에 위치한 오른쪽 팬텀으로 인가된 고주파가 차폐되지 않아 인공물이 발생되었음을 확인할 수 있다. 차폐 기구의 두께를 변화하며 획득한 영상에서 P1, P2, P3, P4 부위에서 측정된 신호강도는 Table 3에 나타내었다 over-sampling 기법을 사용하여 획득된 영상에서와 동일하게 차폐 기구를 사용

하여 획득된 영상에서도 P1, P2, P3, P4 부위에서 측정된 신호강도 모두 큰 차이가 없어 인공물이 발생 되지 않았음이 확인되었고 Fig. 6 - (a)에서 발생된 인공물이 over-sampling을 적용한 Fig 6 - (b)와 차폐기구를 적용한 Fig. 6 - (c)에서 발생되지 않았음을 정성적으로 확인할 수 있다. 특히 차폐 기구를 사용하였을 경우 Fig. 3 - (b)의 차폐 기구로 감싼 오른쪽 팬텀 중심부 P5 부위에서 측정된 신호강도가 T1 강조영상에서는 11.18 ± 0.2 , T2 강조영상에서는 21.92 ± 0.1 로 모두 감소되어 차폐 기구의 고주파 차폐 효과를 확인할 수 있었다.

Table 2. signal intensity(SI) of cylindrical phantom image

		without shield device	over-sampling
T1	Point 1	3.35 ± 0.2	4.22 ± 0.1
	Point 2	239.55 ± 0.2	4.37 ± 0.2
	Point 3	3.60 ± 0.3	4.26 ± 0.1
	Point 4	9.45 ± 0.3	8.45 ± 0.1
	Point 5	1349.57 ± 0.2	1327.42 ± 0.2
T2	Point 1	2.73 ± 0.1	5.88 ± 0.1
	Point 2	180.53 ± 0.2	5.9 ± 0.1
	Point 3	5.46 ± 0.1	5.89 ± 0.1
	Point 4	13.57 ± 0.1	13.73 ± 0.1
	Point 5	1723.35 ± 0.2	1722.47 ± 0.3

Table 3. signal intensity(SI) of cylindrical phantom image using shielding device

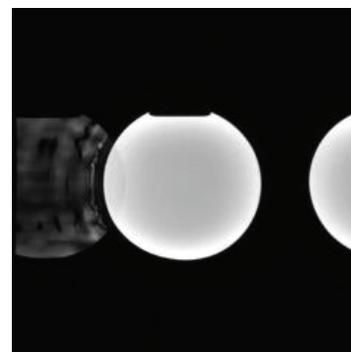
	15 μm	30 μm	45 μm	60 μm	75 μm	
T1	P1	6.38 ± 0.1	6.40 ± 0.1	6.32 ± 0.1	6.64 ± 0.1	6.42 ± 0.1
	P2	4.62 ± 0.2	6.59 ± 0.4	6.55 ± 0.2	6.26 ± 0.1	6.42 ± 0.1
	P3	6.38 ± 0.1	6.31 ± 0.1	6.32 ± 0.1	6.53 ± 0.1	6.49 ± 0.1
	P4	11.33 ± 0.2	10.80 ± 0.2	12.55 ± 0.3	12.64 ± 0.1	14.23 ± 0.2
	P5	11.18 ± 0.2	10.76 ± 0.2	12.62 ± 0.2	12.68 ± 0.1	14.52 ± 0.2
T2	P1	5.48 ± 0.1	5.48 ± 0.1	5.43 ± 0.1	5.56 ± 0.1	5.38 ± 0.1
	P2	5.48 ± 0.1	5.45 ± 0.1	5.51 ± 0.1	5.64 ± 0.1	5.56 ± 0.2
	P3	5.46 ± 0.1	5.43 ± 0.1	5.50 ± 0.1	5.50 ± 0.1	5.44 ± 0.1
	P4	13.64 ± 0.1	16.52 ± 0.1	16.33 ± 0.1	13.70 ± 0.1	16.54 ± 0.1
	P5	21.92 ± 0.1	21.87 ± 0.1	21.64 ± 0.1	24.54 ± 0.1	24.72 ± 0.1

차폐 기구의 두께 변화에 따른 고스트 신호백분율은 Table 4에 나타내었다. 두께가 15 μm 에서부터

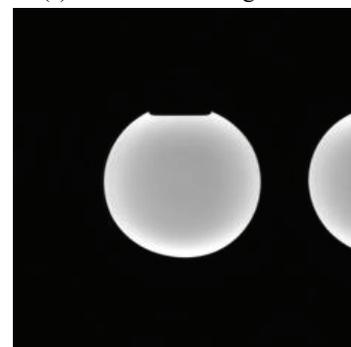
75 μm 까지 모든 두께에서 고스트 신호백분율이 기준값인 2.5 % 보다 작게 측정되어 두께 변화가 차폐 효과에 미치는 영향은 없는 것이 확인되었다. 따라서 가장 얇은 두께인 15 μm 인 차폐 기구를 사용하여도 고주파 차폐 효과가 있음을 확인하였다^[11].

Table 4. percent signal ghosting ratio (< 2.5%)

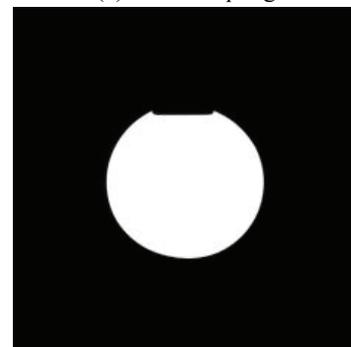
	without device	over-sampling	15 μm	30 μm	45 μm	60 μm	75 μm
T1	8.9 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
T2	5.4 %	0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	0.3 %



(a) without shielding device



(b) over-sampling



(c) with shielding device

Fig. 6. Cylindrical phantom study image.

2. 차폐 기구가 자기장 균일도에 미치는 영향 평가

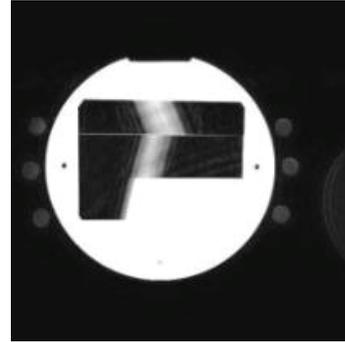
자기장 균일도에 큰 영향을 받는 지방소거기법을 이용하여 차폐 기구가 자기장 균일도에 미치는 영향을 확인하였다. over-sampling 기법을 적용한 경우와 두께 15 μm 의 차폐 기구를 사용하여 획득한 지방 소거 영상에서 Fig. 5 - (b)의 P1, P2, P3, P4, P5, P6 부위에 부착된 주사기 내의 신호강도를 측정한 결과는 Table 5, 6에 나타내었다. over-sampling 기법을 적용하여 획득한 영상에서의 신호강도를 기준으로 차폐 기구의 영향을 받는 Fig. 5 - (b)의 P1, P2, P3 부위에 위치한 주사기 내의 신호강도와 차폐 기구의 영향이 없는 Fig. 5 - (b)의 P4, P5, P6 부위에 위치한 주사기 내의 신호강도를 비교한 결과 양쪽 모두에서 균일하게 지방신호가 소거되어 차폐 기구가 자기장 균일도에 미치는 영향이 없음을 확인하였다. 또한 Fig. 7을 통하여 P1, P2, P3, P4, P5, P6 부위에 위치한 모든 주사기에서 균일하게 지방신호가 소거가 되어 자기장 균일도에 영향이 없는 것을 확인할 수 있다.

Table 5. Fat-saturation signal intensity(SI) using over-sampling

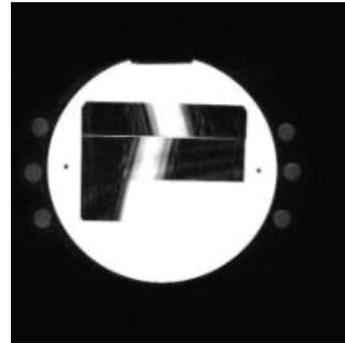
	Lt	SI	Rt	SI
T1 FS	Point 1	153.52 \pm 0.2	Point 4	150.65 \pm 0.2
	Point 2	153.64 \pm 0.2	Point 5	150.48 \pm 0.2
	Point 3	153.49 \pm 0.3	Point 6	150.40 \pm 0.2
T2 FS	Point 1	132.46 \pm 0.2	Point 4	136.59 \pm 0.2
	Point 2	132.46 \pm 0.2	Point 5	136.35 \pm 0.2
	Point 3	132.54 \pm 0.2	Point 6	136.41 \pm 0.2

Table 6. Fat-saturation signal intensity(SI) using shielding device

	Lt	SI	Rt	SI
T1 FS	Point 1	153.52 \pm 0.2	Point 4	150.65 \pm 0.2
	Point 2	153.64 \pm 0.2	Point 5	150.48 \pm 0.2
	Point 3	153.49 \pm 0.3	Point 6	150.40 \pm 0.2
T2 FS	Point 1	132.46 \pm 0.2	Point 4	136.59 \pm 0.2
	Point 2	132.46 \pm 0.2	Point 5	136.35 \pm 0.2
	Point 3	132.54 \pm 0.2	Point 6	136.41 \pm 0.2



(a) over-sampling



(b) shielding device

Fig. 7. ACR phantom image using fat saturation.

IV. DISCUSSION

자기공명영상은 높은 자기장 내에서 인체에 전자기파를 전달하여 수소 원자핵을 공명시킨 후 이 완될 때 메아리와 같은 신호가 발생되면 이를 이용하여 영상화하는 검사법이다^[12]. 이와 같은 원리로 인체에 공명현상을 발생시키기 위해 사용하는 전자기파 주파수는 64 MHz에서 128 MHz로 우리 주변에서 흔히 사용되는 라디오 주파수 대역이다^[13]. 따라서 자기공명영상을 얻을 때 외부 전자기파를 차단하지 않으면 신호 대 잡음비가 감소하고 인공물이 발생한다^[14]. 특히 인체의 부분검사를 위해 한쪽 구조물만 영상화하는 경우, 전자기파 영향을 받는 범위에 있으나 영상화 영역 밖에 있는 구조물에서 발생하는 신호로 영상 반대편에 해부학적 구조가 겹쳐져 나타나는 둘러걸침 인공물(aliasing artifact)이 빈번하게 발생하게 된다^[15]. 임상에서는 둘러걸침 인공물을 제거하기 위해 영상화 영역을 증가시키거나 사전포화 기법(pre saturation) 또는 oversampling 기법 적용하고 있다. 그러나 이러한

방법들은 영상 획득 시간을 증가시키는 단점을 가지고 있어 고주파를 차단할 수 있는 차폐 기구를 사용하는 방법으로 검사 시간 증가 없이 인공물이 발생하는 문제를 해결하고 있다. 하지만 시판되어 있는 차폐 기구 또한 제품의 높은 가격으로 쉽게 이용하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 인체에 핵 자기공명현상을 일으키기 위해서는 라디오 주파수 대역의 전자기파가 필요하며, 이러한 전자기파는 금속 물질을 사용하면 차폐가 가능하다는 점에 착안하였다. 자기공명영상을 획득하는 영상화 영역에는 포함되지 않지만 전자기파의 영향을 받는 영상화 영역 밖에 위치한 인체 부위에서 생성되는 둘러겹침 인공물을 제거하기 위해 철 성분을 적게 포함하여 자기장에 영향을 받지 않으면서도 주변에서 쉽게 구할 수 있는 알루미늄 호일을 이용하였다. Lee 등의 연구에서도 알루미늄 호일을 이용하여 제작한 차폐체를 이용한 팬텀 실험에서 검사 시간의 변화 없이 둘러겹침 인공물 발생 정도가 적용 전보다 후가 평균 92% 감소하였다. 하지만 알루미늄 차폐체의 두께 변화가 둘러겹침 인공물 발생에 미치는 영향은 평가되지 않았다. 그리고 알루미늄 차폐체가 자화율 변화에 큰 영향을 받는 검사기법 영상에서의 신호강도에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요하다는 제한점도 제시되었다. 이에 본 연구에서는 팬텀 실험을 통하여 알루미늄 차폐체의 두께 변화에 따른 전자기파 차폐 효과를 평가하였으며 실험 결과를 통하여 둘러겹침 인공물 발생을 감소시킬 수 있는 가장 얇은 두께의 차폐 기구를 제작하였다. 그리고 높은 자기장 내에서 금속 물질은 자기장 균일성과 기하학적 정확도를 저해한다고 알려져 있다^[16]. 이에 제한점으로 제시된 알루미늄 차폐체가 자화율 변화에 미치는 영향을 확인하고자 팬텀을 이용하여 자기장 균일도에 영향을 크게 받는 지방소거 기법을 적용한 영상에서의 지방소거 신호강도를 측정하여 자체 제작한 차폐 기구가 자기장 균일도에 미치는 영향에 대해서도 평가하였다. 그 결과 oversampling 기법과 차폐 기구를 적용한 영상 모두에서 지방소거 신호에 큰 차이가 없는 것으로 나타나 알루미늄을 이용하여 제작한 차폐 기구가 자기장 균일도에 영향을 주지 않고 전자기파를 차단하여 둘러겹침

인공물이 발생하는 문제를 해결할 수 있다는 점을 확인하였다. 따라서 이를 이용하여 인체에서도 직접, 간접적으로 전자기파를 차폐할 수 있다면 잡음이나 인공물 발생을 제거하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점은 MRI 장치 내에서의 높은 자기장의 영향으로 일반적인 온도 측정장치를 사용할 수 없는 한계점으로 인해 알루미늄을 이용한 차폐 기구가 전자기파를 차단할 때 나타나는 온도변화에 대한 정확한 측정이 이루어지지 않았다는 점이다. 자기장에 영향을 적게 받으나 알루미늄은 금속 물질로 전자기파를 차단할 때 표면에 와전류를 만들고 이것을 열로 방출하기 때문에 화상을 일으키는 원인이 될 수도 있다. 따라서 알루미늄 차폐 기구를 실제 인체에 사용하기 위해서는 온도변화에 관한 추가적인 연구가 필요하다 생각된다.

V. CONCLUSION

본 연구는 알루미늄 호일을 이용하여 제작한 고주파 차폐 기구를 자기장 균일도에 영향을 주지 않는 두께로 제작하기 위하여 팬텀을 이용한 실험을 진행하였다. 15 μm 두께의 알루미늄 호일로 제작한 차폐 기구를 이용하면 자기장 균일성과 기하학적 정확도가 저해되지 않으며 둘러겹침 인공물을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이다. 더불어 저렴한 가격과 주위에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 이용하여 차폐 기구를 만들었다는 점에서 실제 임상에서의 활용 가치가 높을 것으로 생각된다.

Acknowledgement

본 연구는 대전보건대학교 전문기술 석사 연구비 지원에 의해 수행되었다.

Reference

- [1] J. W. Min, H. W. Jeong, "Evaluation of the Noise Power Power Spectrum by Using American College of Radiology Phantom of Magnetic Resonance Imaging", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 47, No. 1, pp. 21-28, 2024.

- [2] T. Miyati, H. Fujita, T. Kasuga, K. Koshida, S. Sanada, T. Banno, M. Mase, K. Yamada, "Measurements of MTF and SNR (f) using a subtraction method in MRI", *Physics in Medicine & Biology*, Vol. 47, No. 16, pp. 2961-2972, 2002. <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9155/47/16/311>
- [3] H. C. Jang, "A Study on Motion Artifact Improvement Using Radial K-Space Acquisition Technology", *Journal of the Korean Society of MR Technology*, Vol. 34, No. 1, pp. 1-7, 2024. <http://dx.doi.org/10.31159/ksmrt.2024.34.1.1>
- [4] S. C. Lee, "Basic Cardiac Magnetic Resonance Physics for Clinicians-a Clinician's Point of View", *International Journal of Arrhythmia*, Vol. 17, No. 3, pp. 135-143, 2016. <http://dx.doi.org/10.18501/arrhythmia.2016.023>
- [5] S. J. Ko, "Metal Artifact Caused by Magnetic Field Strength and Sequence on T1WI-MRI", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 10, No. 9, pp. 302-308, 2010. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2010.10.9.302>
- [6] J. C. Sharp, S. B. King, Q. Deng, V. Volotovskyy, B. Tomanek, "High-resolution MRI encoding using radiofrequency phase gradients", *NMR in Biomedicine*, Vol. 26, No. 11, pp. 1602-1607, 2013. <http://dx.doi.org/10.1002/nbm.3023>
- [7] J. H. Kim, "Introduction to high field strength magnetic resonance imaging", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 53, No. 12, pp. 1055-1058, 2010. <https://doi.org/10.5124/jkma.2010.53.12.1055>
- [8] W. J. Shin, "Magnetic Resonance Image Analysis using MESH for High-frequency Shielding", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 15, No. 7, pp. 975-982, 2021. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2021.15.7.975>
- [9] J. H. Lee, B. W. Lee, "Evaluation of the Utility of Self Produced MRI Radiofrequency Shielding Material", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 11, No. 11, pp. 89-94, 2020. <http://dx.doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.11.089>
- [10] H. J. Choo, S. J. Lee, Y. H. Lee, "Metallic Artifacts on MR Imaging and Methods for Their Reduction", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 81, No. 1, pp. 41-57, 2020. <https://doi.org/10.3348/jksr.2020.81.1.41>
- [11] Korean Society of Magnetic Resonance Imaging, *TEXTBOOK of MAGNETIC RESONANCE IMAGING*, 5th Ed., Chung-Ku Publisher, pp. 346-354, 2022.
- [12] H. J. Kim, S. H. Kim, *Magnetic Resonance Imaging*, Bookshell, pp. 167-169, 2023.
- [13] Korean Society of Magnetic Resonance in Medicine, *Clinical Magnetic Resonance Imaging*, Ilchokak, pp. 50-53, 2015.
- [14] V. A. Stenger, F. E. Boada, D. C. Noll, "Three-dimensional tailored RF pulses for the reduction of susceptibility artifacts in T2*-weighted functional MRI", *Magnetic resonance in medicine*, Vol. 44, No. 4, pp. 525-531, 2000. [https://doi.org/10.1002/1522-2594\(200010\)44:4%3C525::AID-MRM5%3E3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1522-2594(200010)44:4%3C525::AID-MRM5%3E3.0.CO;2-L)
- [15] K. W. Choi, "A Simulation Study of Metallic Mesh Saturation Band in Aliasing Artifact Removal", *Journal of the Korean Society of MR Technology*, Vol. 32, No. 2, pp. 17-24, 2022. <http://dx.doi.org/10.31159/ksmrt.2022.32.2.17>
- [16] J. T. McFadden, "Magnetic resonance imaging and aneurysm clips : A review", *Journal of Neurosurgery*, Vol. 117, No. 1, pp. 1-11, 2012. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1990.72.1.0155>

자체 제작한 RF 차폐체의 성능평가에 관한 연구

이진희¹, 전민철^{2,*}

¹건양대학교병원 영상의학과

²대전보건대학교 방사선학과

요 약

본 연구에서는 자기장에 영향을 미치지 않으면서 쉽게 구할 수 있는 알루미늄 호일(Aluminum foil)을 이용하여 제작한 RF 차폐 기구의 성능을 팬텀 실험을 통하여 확인하였다. 차폐 기구를 사용하지 않은 경우, over-sampling을 사용한 경우, 차폐 기구를 사용한 경우로 나누어 실험한 후 각각의 결과를 비교평가 하였다. 또한 자기장 균일성에 영향을 크게 받는 지방소거기법을 이용하여 차폐 기구가 자기장 균일성에 미치는 영향을 평가하였다. 연구 결과 차폐 기구를 사용한 경우에서도 over-sampling을 사용한 경우와 동일하게 인공물이 감소되어 RF 차폐 성능이 있는 것으로 나타났다. 또한 차폐 기구를 사용하여도 균일하게 지방신호가 소거되어 자기장 균일성에 미치는 영향이 없는 것으로 나타났다. 결론적으로 알루미늄 호일로 제작한 차폐 기구를 이용하면 자기장 균일성이 저해되지 않으며 둘러겹침 인공물을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이다. 더불어 저렴한 가격과 주위에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 이용하여 차폐 기구를 만들었다는 점에서 실제 임상에서의 활용 가치가 높을 것으로 생각된다.

중심단어: 자기공명영상, 고주파 차폐, 자기장 균일성, 둘러겹침 인공물

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	이진희	건양대학교병원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	전민철	대전보건대학교 방사선학과	조교수