

# A Study on the Artifact Reduction Method of Magnetic Resonance Imaging in Dental Implants and Prostheses

Woon-Jae Shin

Department of Radiological Technology, Dong-Eui Institute of Technology

Received: December 12, 2019. Revised: December 25, 2019. Accepted: December 31, 2019

## ABSTRACT

Although magnetic resonance imaging without linear hardening of CT is recognized as a method of obtaining high contrast of tissue and excellent resolution image in brain disease and head and neck examination, magnetic susceptibility artifact is generated in case of metal implants in the oral cavity, which is an obstacle to image diagnosis. Therefore, an effort was made in this thesis to find a method to reduce artifacts caused by dental implants and prosthesis in MRI. Implant-induced artifacts in magnetic resonance imaging showed that the signal size increased with shorter TE in GE technique and was inconsistent with water temperature change. In SE technique as well, the signal size of water was generally higher than that of air, but the signal to noise ratio (SNR) was not different by air and temperature. In EPI technique, images with fewer artifacts were obtained quantitatively and qualitatively when there was more water than air, and the signal to noise ratio was measured the highest, especially at water temperatures of 20° and 30°. In conclusion, when examining using the EPI technique rather than the SE or the GE technique, obtaining brain diffusion using a 20° and 30° water bag reduces the magnetic susceptibility artifacts caused by implants and prosthesis, suggesting that it may provide images with high diagnostic value.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging, Susceptibility artifact, Implant, Prostheses, Echo planar imaging

## I. INTRODUCTION

자기공명영상은 우수한 공간 분해능으로 방사선 피폭이 없으므로 진단과 치료 과정에서 주도적으로 검사를 시행하고 있다. 그러나 체내에 금속성 이식물이 있는 경우에는 자화율 차이로 발생하는 인공물의 영향으로 검사 시행 여부를 신중히 선택하여야 하며, 금속 물질이 체내에 존재하는 상황에서도 질환을 감별해야 할 경우가 많아지고 있다.<sup>[1]</sup> 구강 내 치아 금속물을 부착한 환자는 치아 임플란트와 치아 교정용 물질들은 자화율(magnetic susceptibility)의 차이로 인하여 발생하는 안전과 영상 왜곡의 문제가 발생되며,<sup>[2]</sup> 자장의 비균일성을 초래하는 금속 물질이 자화율 효과에 따라 인공물을 발생시켜 두경부 검사 시 목, 뇌 기저부 영상 진

단에 저해 요소가 되는 경우가 많다.<sup>[3]</sup> 자기공명영상의 왜곡은 진단적 가치를 저해하므로 정형외과 수술로 인해 몸에 삽입된 금속성 물질이 국소자장의 균질도를 왜곡하고 저하 시키는 문제점을 보완해주는 다양한 기법들이 발명 되었다.<sup>[4]</sup> 금속 인공물을 감소하기 위한 노력의 하나로 뇌 자기공명영상에서 가능한 gradient echo(GE) 기법보다 fast spin echo(FSE)을 이용한 PROFELLER 기법 이용을 권장하고 있으며, 또한 echo time을 짧게 하거나, 픽셀 크기를 줄여 대역폭(band width)을 크게 하는 방법과 자장의 세기(magnetic field strength), 화학적 구조, echo spacing 등을 변화하여 감소시킨다.<sup>[5-6]</sup>

자화율 인공물은 자기장의 세기와 비례하므로 3.0 T 자기공명영상장치에서는 발생 정도가 더욱 심하게 나타난다.<sup>[7]</sup> 고 자장에서 확산강조영상

(Diffusion Weighted Image)은 뇌혈관 질환으로 인한 초급성기 뇌경색을 진단하는데 매우 유용하게 사용되고 있다. 그러나 다른 영상기법과 달리 신호내의 위상 오류가 교정되지 못하고 더욱 가중되어 영상의 왜곡과 자화감수성 인공물, 즉 영상의 뒤틀림 왜곡과 영상신호 감소 현상을 일으키게 된다.<sup>[8]</sup> 제거할 수 없는 금속 이식물들이 있는 경우에는 심한 신호 소실 혹은 증가의 양상으로 영상의 불량을 초래함에도 불구하고 영상신호의 수집 시간이 가장 짧은 echo planar imaging(EPI) 기법을 적용한 신호를 수집하게 된다.<sup>[9]</sup>

고자장의 3.0 T 자기공명영상장치에서 초급성기 뇌경색 환자가 치아 임플란트와 금속성 교정용 보철로 자화율의 인공물 발생이 예상되지만 다른 기법으로 대체할 수 없는 경우가 있다. 따라서 본 연구에서는 치아 임플란트와 금속성 교정용 보철에서 발생하는 자화율의 차이와 왜곡 현상을 감소시키는 방법을 강구하고자 임플란트 주변에 반자성체 성질의 물을 이용하여 자기공명영상의 유용성을 평가하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 실험 기기 및 팬텀 제작

본 연구에 사용된 MRI 장치는 병원에 설치되어 있는 3.0 T Phillips ACHIEVA X-series의 Head 코일을 사용하였으며, 임플란트는 강도가 높고 내식성이 좋은 순도 99%의 티타늄 합금의 임플란트를 치아 모형의 틀 좌측에 2개 우측에 2개씩 고정된 모형을 사용하였다. 추가적으로 치아 교정용 철사를 좌우 임플란트에 연결하였고, 중간에 시험관을 고정하여 물을 주입할 수 있도록 Fig 1(a)과 같이 제작하였다.

임플란트 모형을 플라스틱 용기 중앙에 고정된 후 인체의 피부 조직과 유사한 아가 젤을 채워 검사하면서 발생할 수 있는 흔들림 인공물 발생을 예방하면서 주변의 신호를 측정할 수 있도록 Fig. 1(b)과 같이 제작하여 Fig. 2와 같이 자기공명영상 장치의 head coil에 위치하여 영상을 획득하였다.

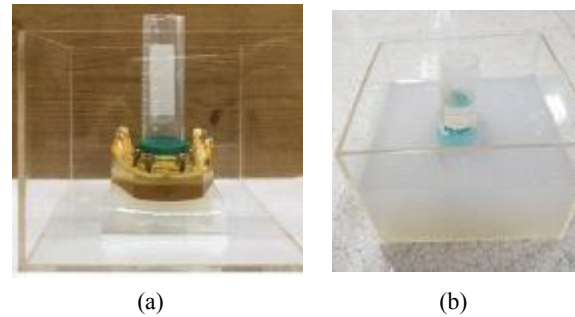


Fig. 1 The Phantom photo. (a) Fixing the implant in the tooth form. (b) Phantom picture filled with agazel.



Fig. 2. 3T Phantom is acquired from the head coil of 3.0T MRI Equipment.

### 2. 실험 방법

임플란트에서 발생하는 인공물의 다양한 형태를 분석하기 위하여 Table 1에서와 같이 GE 기법과 SE 기법, EPI 기법의 3가지 검사 조건으로 설정하였다.

Table 1. Scanning Parameters using SE T1WI, GE T2\*WI and EPI

Sequence	TR(ms)	TE(ms)	Matrix	FOV (cm)	Flip angle	NEX
GE	500	10-40	128×128	200	18	1
SE	300-600	10	128×128	200	90	1
EPI	3000	73	128×128	200	90	1

GE 기법에서는 반복시간(TR; Repetition Time)을 500 ms로 고정하고 에코시간(TE; Time Echo)을 10, 20, 30, 40 ms로 변화하였고, SE 기법에서는 TR을 300, 400, 500, 600 ms로 변화하고 TE를 10 ms로 고정하였다. EPI 기법에서는 임상에서 사용하는 TR 3,000 ms와 TE 73 ms의 조건으로 영상을 획득하여 비교 분석 하였다.

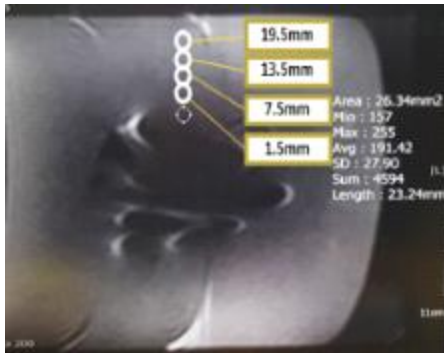
물의 온도는 NUCLEAR ASSOCIATES Digital Thermometer 07-402로 온도를 측정하였으며 검사 후에도 측정하여 온도변화를 확인하였다.

### 3. 영상 신호 강도 측정

GE 기법과 SE 기법에서 획득한 영상은 Fig. 3(a)에서 화살표로 나타낸 좌측과 우측 두 곳에서 신호강도(signal intensity; SI)를 측정하였고, EPI 기법의 영상은 Fig. 3(b)와 같이 중심에서 일정한 거리 1.5 mm, 7.5 mm, 13.5 mm, 19.5 mm 간격으로 신호강도를 측정하였다.



(a) Signal intensity measurement position of images acquired by GE and SE techniques.



(b) Signal intensity measurement position of images acquired by EPI techniques.

Fig. 3. Artifacts signal intensity measurement.

영상의 분석은 팬텀 내의 시험관에 공기가 있을 때와 물을 주입하여 물 온도를 10, 20, 30, 40°로 구분하여 획득한 영상을 Dicom 파일로 저장하여 별도의 장소에 설치되어 있는 INFINITT PACS(Picture Achieving Communication System) 프로그램에서 Data를 비교 분석하였다.

각 기법마다 동일하게 횡단면 두께와 간격으로 설정하여 획득한 영상의 동일한 slice에서 신호크기의 평균값과 표준편차를 구하여 노이즈 값으로 Eq. (1)의 공식에 대입하여 Fig. 4와 같이 대조도 대 잡음비를 구하였다.

$$SNR_{ROI} = \frac{SI_{ROI}}{SD_{background\_noise}} \quad (1)$$

## III. RESULT

### 1. 자기공명영상 조건 선정 및 영상

자기공명영상의 팬텀에서 GE 기법과 SE 기법, EPI 기법으로 Fig. 4(a-f)와 같이 공기와 물에 의한 영향을 비교 분석할 수 있는 영상을 획득하였다.

금속과 공기 등에서 크게 인공물이 발생하는 GE 기법의 검사조건을 TR을 고정하고 TE을 10, 20, 30, 40 ms로 변화하여 획득한 T2\*강조영상에서 TE가 길어질수록 신호강도가 감소되는 결과를 Fig 4에서 확인하고 TE 10ms 영상에서 좌측과 우측의 일정한 위치에서 일정한 크기의 원형 ROI를 설정하여 분석할 수 있었다. 원형 시험관에 공기가 있는 Fig. 4(a)은 신호가 검게 나타났으며, 물은 Fig. 4(b)에서 원형의 시험관에 원인을 알 수 없는 인공물이 발생되었지만 전체적으로 밝게 보였고, 또한 물 온도 변화에 의한 신호크기를 분석할 수 있었다. SE 기법은 TE을 10 ms로 고정하고 TR을 300, 400, 500, 600 ms로 변화하여 획득한 T1 강조영상에서 TR을 500 ms로 공기의 Fig. 4(c)와 물의 Fig. 4(d) 영상을 획득하여 분석하였다. EPI 기법은 공기가 있는 Fig. 4(e)와 물이 있는 Fig. 4(f) 영상에서 상대적으로 팬텀의 임플란트 주변과 팬텀 전체가 상대적으로 영상의 왜곡과 신호 소실이 크게 발생되

어 나타났다. Fig. 5는 GE 기법의 T2\*강조영상에서 TE 변화에 대한 신호크기를 그래프로 나타내었다.

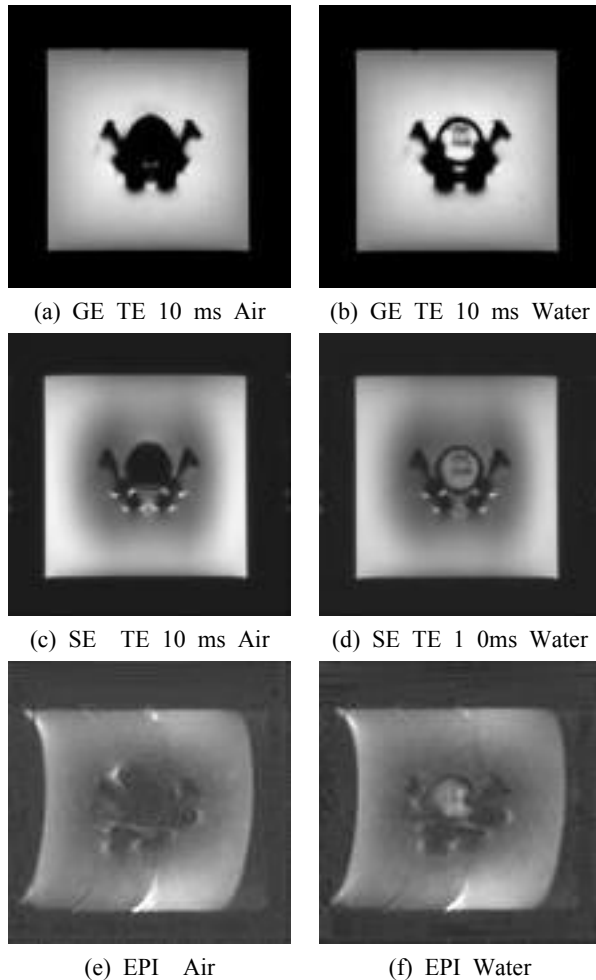


Fig. 4. Images of GE, SE and EPI techniques implant phantoms with air and water.

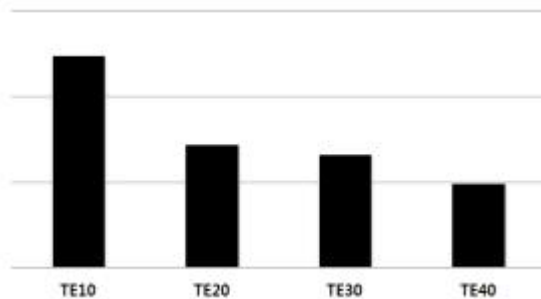


Fig. 5. Signal intensity graph by change echo time of GE technique.

## 2. 인공물 평가

### 2.1 GE 기법과 SE 기법의 인공물 평가

Table 2는 GE 기법과 SE 기법에서 공기와 물 온도에 대한 임플란트 근처의 두 곳에서 측정된 신호 크기의 표이다. GE 기법에서의 임플란트 왼쪽은 공기가 2145±72, 오른쪽은 2250±31, 왼쪽에서 물 온도 10°는 2265±28, 20°는 2283±35, 30°는 2294±34, 40°는 2301±45, 50°는 2291±49로 나타났다. 오른쪽은 물 온도 10°는 2250±31, 20°는 2257±31, 30°는 2295±31, 40°는 2296±36, 50°는 2282±59로 나타났다. 공기보다는 전반적으로 높았지만 물 온도에 따른 차이는 없었다. SE 기법에서의 임플란트 왼쪽은 공기의 인공물이 487±18, 오른쪽은 608±27, 왼쪽에서 물 온도 10°는 486±25, 20°는 494±27, 30°는 501±26, 40°는 502±32, 50°는 506±26로 나타났다. 오른쪽은 물 온도 10°는 598±31, 20°는 600±30, 30°는 601±32, 40°는 603±32, 50°는 609±33로 나타났다. 공기와 물 온도에 따른 변화는 일관성이 없었다.

Table 2. Results of the signal intensity of the air and water temperature in the images of EPI techniques

		Left Signal Intensity (Average)		Right Signal Intensity (Average)	
		SD	SD	SD	SD
GE	Air	2145	72	2122	76
	W 10°	2265	28	2250	31
	W 20°	2283	35	2257	31
	W 30°	2294	34	2295	31
	W 40°	2301	45	2296	36
	W 50°	2291	49	2282	59
SE	Air	487	18	608	27
	W 10°	486	25	598	31
	W 20°	494	27	600	30
	W 30°	501	26	601	32
	W 40°	502	32	603	32
	W 50°	506	26	609	33

### 2.2 GE 기법과 SE 기법의 SNR 평가

Fig. 6은 공기와 물 온도에 따른 신호 대 잡음비를 좌측과 우측을 평균하여 그래프로 나타내었다.

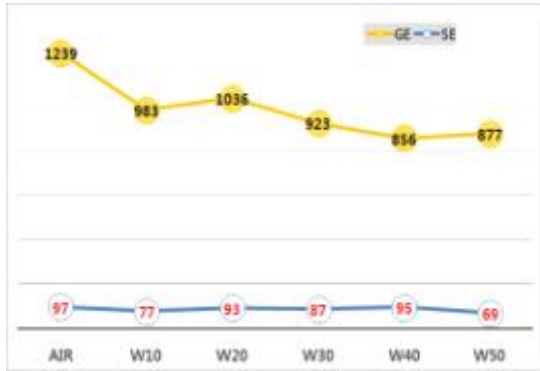


Fig. 6. Results of signal to noise ratios of GE and SE techniques versus air and water temperature.

GE 기법은 공기가 1239로 가장 높았으며, 물 온도 10°는 983, 20°는 1036, 30°는 923, 40°는 856, 50°는 877로 나타났다. SE 기법은 공기가 97이며 물 온도 10°는 77, 20°는 93, 30°는 87, 40°는 95, 50°는 69로 나타났다. GE 기법의 신호 대 잡음비가 높게 나타났다. 3.0 T 확산강조영상에서 공기와 물 온도에 따른 인공물을 거리에 따른 신호크기를 Table 3과 같이 표시하였다.

Fig. 7은 확산강조영상의 인공물 중심에서 일정한 거리 1.5 mm, 7.5 mm, 13.5 mm, 19.5 mm 간격으로 공기와 물 온도에 대한 신호강도를 그래프로 나타내었다.

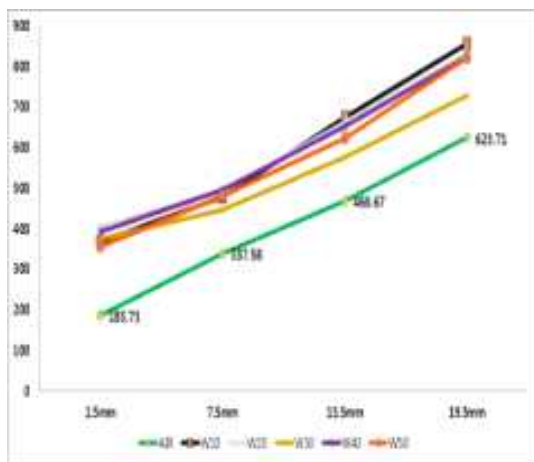


Fig. 7. Graph of signal intensity of air and water temperature of distance change in diffusion image of EPI technique.

Table 3. Results of the signal intensity of air and water temperature by distance in diffusion images of EPI techniques

	mm	AVG	SD
AIR	1.5mm	185.73	29.22
	7.5mm	337.58	40.23
	13.5mm	468.67	41.23
	19.5mm	623.71	50.8
W 10°	1.5mm	367.87	33.97
	7.5mm	477.31	38.39
	13.5mm	673.28	49.36
	19.5mm	855.33	46.43
W 20°	1.5mm	403.36	36.73
	7.5mm	493.44	38.8
	13.5mm	662.87	64.15
	19.5mm	830.19	43.39
W 30°	1.5mm	373.88	29.22
	7.5mm	446.9	22.44
	13.5mm	575.13	29.01
	19.5mm	727.86	51.66
W 40°	1.5mm	391.18	25.89
	7.5mm	494.28	31.62
	13.5mm	652.39	53.71
	19.5mm	823.75	42.13
W 50°	1.5mm	355.14	46.51
	7.5mm	480.75	38.31
	13.5mm	622.58	50.24
	19.5mm	821.77	48.65

1.4 EPI 기법의 SNR 평가

Fig. 8은 확산강조영상에서 공기와 물 온도에 따른 신호 대 잡음비를 좌측과 우측을 평균하여 그래프로 나타내었다. 공기에서 신호 대 잡음비가 15로 가장 낮았으며 물 온도 20°와 30°에서 22로 높았다가 40° 19, 50° 17로 감소하였다.

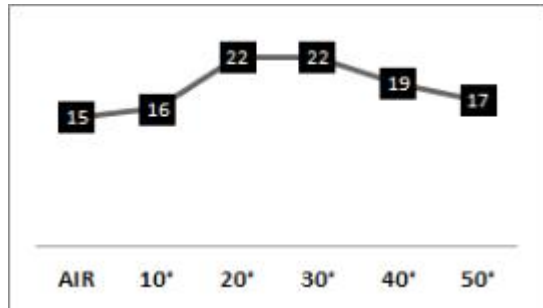


Fig. 8. Graph of signal to noise ratio of air and water temperature in diffusion image of EPI technique.

#### IV. DISCUSSION

본 연구에서는 임플란트가 삽입된 팬텀으로 주변에 발생하는 신호소실 및 왜곡에 의한 영상의 화질을 개선하고자 SNR을 측정하여 감소 방안을 강구하고자 분석하였다. 생체 의학 이식 재료로 사용되는 금속 합금 물질이 체내에 존재하는 상황에서 질환을 감별해야 할 경우가 많아지고 있다.<sup>[10]</sup> 최근에 치과에서 임플란트를 시술하는 경우가 증가하고 있는 추세이며, 인공물 주변의 신호소실을 줄이고자 반자성체 물질의 구리(Cu), 아연(Zn), 비스무트(Bi)를 이용한 연구 등이 이루어지고 있다.<sup>[11]</sup> 고자장에서 더욱 증가되는 인공물이 구강 내에 임플란트 주변의 공간에 공기에 의한 자화감수성 인공물이 더욱 증폭시키는 경향이 있어 반자성 물질의 물(water)을 공간에 채워 자기공명영상의 가장 기본이 되는 SE 기법과 GE 기법의 영상을 3.0 T에서 비교하였다. EPI 기법으로 검사하는 확산강조영상은 세포 내·외 공간에서 물 분자의 이동을 영상화하는 기법으로 병변이 있을 때 신호 강도 변화를 조기에 진단할 수 있어 여러 부위 검사에 널리 활용되고 있다.<sup>[12]</sup> 확산강조영상은 조직의 자화율이 다른 물과 공기 경계면에서는 자화율의 차이로 인하여 국소자장이 왜곡되어 세차주파수와 위상의 차이를 유발시켜 자장 세기의 기하학적 변형으로 인하여 영상의 모양을 찌그러뜨리기도 하고, 영상의 위치에도 오차가 생기게 한다.

GE 기법의 T2\*강조영상과 SE 기법의 T1강조영

상에서 정성적인 차이는 없었지만 EPI 영상에서는 뚜렷하게 차이가 있음을 볼 수 있었다. 정량적인 분석에서 GE 기법에서 임플란트 주변에 공기가 있을 때 왼쪽이  $2145 \pm 72$ , 오른쪽이  $2250 \pm 31$ 로 인공물이 주파수 방향으로 발생하는 특성을 고려하면 차이가 적은 것으로 나타났다. 공간에 물을 채운 왼쪽에서 물 온도를 달리하여 분석할 때 10°는  $2265 \pm 28$ , 20°는  $2283 \pm 35$ , 30°는  $2294 \pm 34$ , 40°는  $2301 \pm 45$ 로 증가하다가 50°에서  $2291 \pm 49$ 로 감소하였고, 오른쪽도 10°에서 40°까지는 약간씩 증가하다가 50°에서 감소되어 나타났다. 공기보다는 물이 전반적으로 높았지만 물 온도에 따른 차이는 없게 나타났다. GE 기법의 SNR은 공기가 1,239로 가장 높았으며, 물 온도 10°는 983, 20°는 1036, 30°는 923, 40°는 856, 50°는 877로 20°가 가장 높게 나타났다.

SE 기법에서 공기가 있는 경우에 왼쪽 인공물이  $487 \pm 18$ , 오른쪽은  $608 \pm 27$ 로 차이가 있게 나타났다. 물로 채워진 왼쪽에서 물 온도 10°는  $486 \pm 25$ , 20°는  $494 \pm 27$ , 30°는  $501 \pm 26$ , 40°는  $502 \pm 32$ , 50°는  $506 \pm 26$ 로 온도가 높아질수록 증가하여 나타났다. 오른쪽은 물 온도 10°는  $598 \pm 31$ , 20°는  $600 \pm 30$ , 30°는  $601 \pm 32$ , 40°는  $603 \pm 32$ , 50°는  $609 \pm 33$ 로 왼쪽과 동일한 양상으로 나타났다. SNR은 SE 기법에서 공기가 97, 물 온도 10°는 77, 20°는 93, 30°는 87, 40°는 95, 50°는 69로 공기보다 낮았으며 온도에 영향은 나타나지 않았고 GE 기법의 SNR 보다 낮게 나타났다.

반면에 EPI 기법의 자기공명영상은 팬텀의 중심부와 가장자리까지 인공물이 다양하게 발생되어 나타났다. 정량적으로도 공기가 있을 때가 물이 있을 때 보다 신호 소실 및 왜곡이 아주 많이 증가되어 나타났다. 인공물 중심에서 일정한 거리 1.5 mm, 7.5 mm, 13.5 mm, 19.5 mm 간격으로 측정했을 때 공기에서 신호 대 잡음비가 15로 가장 낮았으며 물 온도 20°와 30°에서 22로 가장 높았다가 40° 19, 50° 17로 감소되어 나타났다.

고 자장의 3.0 T 자기공명영상장치가 저 자장 보다 영상의 해상도를 높게 조절할 수 있다는 장점을 가지고 있다.<sup>[13]</sup> 특히 확산강조영상은 3.0 T 자기공

명영상장치에서는 짧은 시간에 높은 해상도 영상을 획득할 수 있지만, 자기장의 차이로 인하여 발생하는 다양한 인공물들이 유발되어 진단적 정보가 떨어지게 된다.<sup>[14]</sup> 본 실험에서 공기만 있을 때보다 물이 채워져 있을 때 인공물이 감소되어 나타나므로 임상에 적용하여 연구가 요구된다고 생각되어진다. 시험관의 물 온도가 GE 기법과 SE 기법과는 다르게 EPI 기법에서는 일정하게 변화를 관찰할 수 있었다. 인공물에 의한 신호 소실이 감소되었을 뿐만 아니라 영상의 왜곡도 공기보다 매우 개선되었다고 판단된다.

임상에서 뇌졸중 등의 진단에 확산강조영상을 이용함에 특히 1.5 T 이상의 고 자장 자기공명영상 장치를 사용하는 경우, 접형동의 함기화가 잘 되어 있는 환자에서 뇌교를 중심으로 해부학적 구조의 변형 또는 고신호강도가 관찰될 때 자기화를 인공 음영과의 감별에 유의해야 한다.<sup>[15]</sup> 본 연구의 제한점으로는 환자를 대상으로 실험하지 못한 점과 저자장과 비교하지 못한 점 그리고 첫째, 환자 상태가 침 삼킴으로 인한 움직임 Artifact 등을 적용하지 못한 점.<sup>[16]</sup> 둘째, 정성적으로 확연하게 차이를 구분할 수 있는 영상이었지만 데이터를 통한 정량적인 통계 처리를 하지 않은 점이다. 향후에 임상에서 환자를 대상으로 추가적인 연구가 요구된다.

## V. CONCLUSION

본 연구 결과 임플란트에 의한 자화감수성 인공물은 기본적인 T1강조영상과 T2\*강조영상에서 개선된 점이 없었다. 고 자장에서 뇌졸중 등의 진단에 이용되는 확산강조영상은 입안에 공기가 있을 때 보다 반자성 성질의 물을 이용하여 영상을 획득하면 현저히 개선된 영상을 획득할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 물을 입안에 머금고 있는 것 보다는 적당한 크기의 물주머니를 제작하여 20°와 30°의 물을 사용하여 공기가 있는 공간을 제거하여 영상을 획득하는 것을 권장한다. 이에 본 저자는 임플란트와 고정용 철사 등 금속성 물질이 있는 환자가 확산강조영상을 통하여 급성 뇌경색 진단을 할 때에 자화율에 의한 금속성 인공물을 감소시키는 방안을 모색하는 연구자들에게 기초자료가 되었으

면 한다.

## Reference

- [1] F. G. Shellock, S. Morisoli, E. Kanal, "MR procedures and biomedical implants, materials, and devices. : 1993 updates," *Journal of Radiology*, Vol. 189, pp. 587-599, 1993.
- [2] Z. Starčuk, K. Bartušek, H. Hubálková, T. Bachorec, J. Starcukova, P. Krupa, "Evaluation of MRI artifacts caused by metallic dental implants and classification of the dental materials in use," *Measurement Science Review*, Vol. 6, Section 2, 2006.
- [3] Jana Starcukova, Zenon Starcuk Jr, Hana Hubalkova. "Magnetic susceptibility and electrical conductivity of metallic dental materials and their impact on MR imaging artifacts," *Dental materials*, Vol. 24, No. 6, pp. 715-723, 2008.
- [4] K. B. Pauly, G. E. Gold, Correction of slice profile distortions from metallic devices, *Proceedings of the 14th Annual Meeting of ISMRM*, Seattle, pp. 2380, 2006.
- [5] Forbes K. P., Pipe J. G., Karis J. P., Heiserman J. E., "Improved image quality and detection acute cerebral infarction with PROPELLER diffusion-weighted MR imaging," *Journal of Radiology*, Vol. 225. pp. 551-555, 2002.
- [6] M. Dujovny, N. Kossovsky, Ram, R Valdivia, JS Suk, et al. "Aneurysm clip motion during magnetic resonance imaging(In vivo experimental study with metallurgical factor analysis)," *Journal of Neurosurgery*, Vol. 17. pp. 543-548, 1985.
- [7] Frayne R., Goodyear B. G., Dickhoff P., Lauzon M. L., Sevic R. J., "Magnetic Resonance Imaging at 3.0 Tesla: challenges and advantages in clinical neurological imaging," *Journal of Investigative Radiology*, Vol. 38, pp. 385-402, 2003.
- [8] Bammer, R "Basic principles of diffusion-weighted imaging," *European journal of radiology*, Vol. 45, No.3, pp.169-184, 2003.
- [9] Josephs, O, Deichmann, R, Turner, R "Trajectory measurement and generalized reconstruction in rectilinear EPI," *Journal of Neuroimage*, Vol. 11, No .5, S543, 2000.

- [10] R. L. Becker, J. F. Norfray, G. P. Teitelbaum, W. G. Bradley, L. Wacaser, et al., "MR imaging in patients with intracranial aneurysm clips," *AJNR*, Vol 9, No. 5, pp.885-889, 1988.
- [11] Woo Jeon Choi, Dong Hyun Kim. "Reduction of Artifacts in Magnetic Resonance Imaging with diamagnetic Substance," *Journal of Society Radiology*, Vol. 13, No. 4, pp. 581-588, 2019.
- [12] E. Mohamed, El. Ghar. Abou, El. Assmy. Ahmed, "Bladder Cancer: Diagnosis with Diffusion-weighted MR Imaging in Patients with Gross Hematuria," *Journal of Radiology*, Vol. 251, No. 2, pp. 415-421, 2009.
- [13] T. Masakatsu, C. S. Richard, Z. Mauricio, E J. Jorge, A. Ersan, P. Ertan, S. Kazuro, "Quantitative and qualitative comparison of 3.0 T and 1.5 T MR imaging of the liver in patients with diffuse parenchymal liver disease," *European journal of Radiology*, Vol. 72. No. 2. pp. 314-320, 2009.
- [14] X. Q. Xu, H. Hu, H. Liu, J. F. Wu, P. Cao, H. B. Shi, F. Y. Wu, "Benign and malignant orbital lymphoproliferative disorders: Differentiating using multiparametric MRI at 3.0T," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 45. No. 1. pp. 167-176, 2017.
- [15] Chul-Ho Sohn, In-Soo Kim, "PROPELLER (periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction) and EPI Diffusion-weighted MR Imaging at 3.0 T: Pontine Magnetic Susceptibility Artifacts Depend on Pneumatization of the Sphenoid Sinus," *Journal of Korean Society Radiology*, Vol. 55, pp. 321-326, 2006.
- [16] J. H. Lee, Y. S. Yu, J. S. Lee, I. C. Im, "Application of the Orally Inserted Guiding Device for the Improved Motion Artifacts of the Cervical Spine MRI," *Journal of Korean Society Radiology*, Vol. 8. No. 6, 2014.



# 치아 임플란트와 보철에서 발생하는 자기공명영상의 인공물 감소방안 연구

신운재

동의과학대학교 방사선과

## 요 약

뇌 질환과 두경부 검사에서 전산화단층촬영의 선속 경화현상이 없는 자기공명영상이 조직의 높은 대조도와 우수한 분해능의 영상을 획득하는 검사 방법으로 인식되고 있지만 구강 내 금속 이식물이 있는 경우는 자화율 인공물(magnetic susceptibility artifact)이 발생되어 영상 진단에 장애 요소가 된다. 따라서 본 연구는 자기공명영상에서 치아 임플란트와 보철에 의한 인공물 감소 방안을 강구하고자 한다. 자기공명영상에서 임플란트에 의한 인공물 발생은 GE 기법에서 TE가 짧을수록 신호 크기가 증가하였고, 물의 온도 변화에서는 일관성이 없게 나타났다. SE 기법에서도 공기보다 물의 신호 크기가 전반적으로 높았지만, 신호 대 잡음비는 공기와 온도에 의한 차이가 없었다. EPI 기법에서는 공기보다 물이 있을 때 정량적, 정성적으로 인공물이 적게 발생한 영상을 얻을 수 있었고, 특히 물 온도 20°와 30°에서 신호 대 잡음비가 가장 높게 측정되었다. 결론적으로 EPI 기법에서 물 온도 20°와 30°의 물주머니를 이용하여 뇌 확산강조영상을 획득하면 임플란트와 보철물에 의한 자화율인공물이 감소되어 보다 진단적 가치가 있는 영상을 획득할 수 있을 것으로 사료된다.

중심단어: 자기공명영상, 자화율 인공물, 임플란트, 보철, EPIA Study on the Artifact Reduction Method of Magnetic

## 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	신운재	동의과학대학교 방사선과	교수