

불안 경감을 위한 MRI(자기공명영상) RF 헤드 코일 디자인 제안

형태재인 이론을 중심으로

RF Head Coil Design for Anxiety Reduction during Magnetic
Resonance Imaging

Based on Pattern-Recognition Theory

주 저 자 : 노연지 (Ro, Yun Ji)

국민대학교 디자인대학원 제품디자인과 석사

교 신 저 자 : 남원석 (Nam, Won Suk)

국민대학교 조형대학

name@kookmin.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2020.4.238>

접수일자 2020. 11. 2. / 심사완료일자 2020. 11. 10. / 게재확정일자 2020. 12. 24.

Abstract

Research from a design perspective on the anxiety that patients feel during MRI (Magnetic Resonance Device), a precision electronic medical device, is rare. This study aims at alleviating the anxiety that patients feel during MRI examination. As a visual part was assumed to be the biggest reason of anxiety, I changed the way that a patient visually perceives objects to solve the problem. First, based on the in-depth interview of the MRI expert group and the questionnaire survey of the non-expert group, the improvement direction was found and the level of anxiety was identified. As a result, According to the Pattern-Recognition theory, it was found that people recognized the RF coil for the head as a specific object. Also, It was found that the patient felt anxiety due to the visually narrow space and heavy noise during the MRI examination. Based on literature review and user research, RF coil for the head was improved with idea for decreasing the anxiety. I hope the improvement of the RF coil design for the head will help reduce anxiety of patients in the near future.

Keyword

Pattern-Recognition theory, MRI RF Coil Design, Anxiety Reduction

요약

정밀전자 의료기기인 자기공명영상(MRI) 검사시 환자가 느끼는 불안감에 대해 디자인적 관점의 연구는 드물다. 본 연구는 MRI검사시 불안감을 헤드용 RF코일 디자인의 개선을 통해 해결해보고자 한다. 시각적인 부분이 불안감을 유발하는 가장 큰 원인이라고 가정하였으며 시각적으로 사물을 인식하는 방법(형태재인 이론)을 바꾸어 문제점을 해결하고자 했다. 먼저, MRI전문가 집단의 심층 인터뷰와 비전문가 집단의 설문조사를 바탕으로 개선방향과 불안의 원인을 파악했다. 그 결과로, 환자들이 헤드용 RF코일을 형태재인 관점에서 특정 사물로 인지한다는 것을 알 수 있었다. 또한 MRI 검사시 시각적으로 좁은 공간과 심한 소음으로 인해 환자가 불안을 느낀다는 것을 알 수 있었다. 이론적 고찰과 사용자 리서치를 바탕으로 불안을 경감시키는 방향으로 헤드용 RF코일을 개선하였다. 향후, 헤드용 RF코일 디자인의 개선을 통해 환자의 불안경감에 도움이 될 수 있기를 기대한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구의 배경 및 목적
- 1-2. 연구의 범위 및 방법

2. 이론적 고찰

- 2-1. 불안이란?
- 2-2. MRI기기 현황
- 2-3. MRI기기 불안 선행연구
- 2-4. 형태재인이론의 적용

3. 사용자 리서치

- 3-1. 전문가 심층 인터뷰
- 3-2. 설문조사
- 3-3. 설문내용 분석

4. 헤드용 RF코일 디자인 제안

- 4-1. 컨셉 및 스케치
- 4-2. 프로토타입
- 4-3. 제작 과정 및 결과
- 4-4. 3D모델링 및 렌더링

5. 결론

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

급속한 고령화 사회로 인해 의료기기 시장은 점점 규모가 커지고 있으며 특히, 질병을 예방·진단 할 수 있는 영상의료기기의 시장이 가파르게 성장하고 있다.

식약처의 실적보고에 따르면 생산액 및 수출입을 기준으로 대한민국 2018년 의료기기 시장규모는 6조 8,179억원 규모로 전년 대비 약 10.0% 증가했다.¹⁾

건강하게 오래 살고 싶은 인간의 욕구가 의료기기 산업의 발전을 가져오고 있으며 질병을 정확하게 진단 하는 목적으로 사람들은 의료영상기기를 찾고 있다.

또한, 단순히 질병을 진단하고 예방하는 의료기기의 기술적 기능을 넘어 환자의 심리적인 부분을 케어할 수 있는 디자인의 방향이 요구되고 있다.

의료기기는 단순한 봉대부터 복잡한 정밀전자 의료 기기까지 다양한 종류가 있다. 그 중, 정밀전자 의료 기기에 해당하는 MRI(자기공명영상)는 환자를 진단하는 중요한 의료기기 중 하나다.

다만, MRI(자기공명영상)검사시 불안감을 느끼는 환자들이 많으며 이러한 불안을 감소시키기 위해 다양한 관점에서 해결책이 제시되고 있지만, 디자인적 관점의 연구는 드물다.

MRI(자기공명영상)검사는 자기장을 발생하는 커다란 통속(직경 55cm)에 인체를 들어가게 하여 고주파를 발생시켜 신체부위에 있는 수소원자핵을 공명시켜 그 원자핵의 분포와 원자핵을 함유하는 각종 조직들의 고유한 물리, 화학적 특성을 컴퓨터를 이용하여 영상화 하는 검사를 말한다.(Bloch, Purcell 1946)

MRI(자기공명영상)의 특징은 자장과 비 전리 방사선인 라디오파를 이용하여 체내의 수소원자핵에 핵자기 공명현상을 일으켜 원자핵의 밀도 및 물리화학적 특성을 영상화한 것이다. 다른 검사인 X-ray검사나 CT검사와 비교하면 방사선에 노출될 위험이 없고, 인체에 해가 없으며, CT검사에 비해 조영제 없이 몸속 연부조직

1)손락훈 기자, 국내의료기기 60%이상수입의존, 메디포뉴스 (2020.03.28)

참고문헌

의 대조도가 우수하다는 점이 장점이다. 또한, 수소원자핵을 함유한 조직의 생화학적 특성에 관한 정보도 얻을 수 있고 환자의 자세 변화 없이 다양한 방향으로 검사 영상을 얻을 수 있다는 점도 MRI(자기공명영상)의 강점이다.²⁾

단점은 다소 긴 검사시간(15~60분)과, 열차가 통과하는 정류장에서 발생하는 큰 소음(60~ 100dB 정도)이 발생하며 폐쇄공포증이 있는 환자들이 검사를 받기에는 힘들다는 점이 있다.(김중봉, 2005)

MRI검사시 영상신호를 보내고 받는 안테나처럼 역할을 하는 것이 바로 RF코일이다. 그렇기에 MRI영상의 품질에 RF코일이 많은 영향을 끼친다.³⁾

특히, 여러 코일 중 환자 머리에 착용하는 헤드용 RF코일은 불안을 발생시키는 주요인 중 하나다.

본 연구는 MRI(자기공명영상)검사시 헤드용 RF코일 디자인의 개선이 환자의 심리적인 불안 경감에 도움을 줄 수 있다는 것을 알아보고자 한다.

1-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 MRI에 관련된 사람들을 표 1과 같이 3가지 집단으로 나누어 정하고자 한다. 이들을 조사 및 분석하여 해결방안을 도출하려고 한다.

[표 1] 연구의 범위

대상	연구 방법	연구 방향
MRI관련 종사자	심층인터뷰	MRI 검사시 느끼는 불안 정도 및 코일 디자인 개선 방안 도출
MRI검사 유경험자	설문조사	
MRI검사 무경험자		

2) 이영균, 자기공명영상(MRI)실 내원 환자들의 불안수준에 영향을 미치는 요인, 가야대학교 행정대학원, 2016 (p.19)

3) 조창희, 초고자장 (7.0T) MRI 시스템의 성능 향상 및 생체 기능 관련 연구, 교육과학기술부, 2012 (뇌영상용초고자장(7.0T)MRI연구개발사업) <http://rnd.nrf.re.kr/web/openRnd/introduceDocView.do?rschOtcNo=9354>

진행 순서와 방법은 아래 흐름도에 따라 연구하였다.

[표 2] 연구 흐름도



2. 이론적 고찰

2-1. 불안이란?

환자들의 불안을 경감시켜주는 MRI 헤드용 코일을 디자인하기 위해 불안은 어떠한 특징을 나타내는지 살펴보고자 한다.

불안이란 심리적 갈등이 있음을 알려주는 신호로서 알지 못하거나 경험이 없는 새로운 상황이나 환경에 직면 시 발생하는 막연한 불편함을 말하며 크게 2가지 종류가 있다.⁴⁾

4) 박명철, MRI 검사 환자의 불안 및 불편감에 대한 영화(애니메이션)감상의 효과 분석, 건양대학교, 2009 (p.4)

[표 3] 불안의 종류

구분	특징
상태불안	일시적인 불안상태: 특수한 상황
기질(특성)불안	연구적인 불안상태: 특수하지 않은 상황

상태불안이란 긴박한 상황에 대한 일시적인 반응으로서의 불안을 말하며 시간의 경과에 따라 불안의 강도가 주관적으로 변화하는 정서상태이다.(정채기,1991)

주어진 어떤 환경을 위협적인 것으로 지각하면 상태불안은 높아지고 긴장이나 위협이 내재되어 있는 환경이라도 개인이 그 상황을 위협적으로 지각하지 않을 때에는 상태불안의 정도가 높지 않다. 기질불안(특성불안)은 개인에게 비교적 일정하게 지속되는 불안 경향으로서 특정상황에서 스트레스와 연관되어 반응할 때까지 잠재적으로 내재되어 있는 불안양상이며 만약 어떤 사람을 가리켜 불안을 많이 느끼는 사람이라고 말할 때 적용되는 불안이다.⁵⁾

2-2 MRI기기 현황

다음 코일들은 지멘스 헬스케어에서 실제로 사용하는 제품들이다. 여러 종류의 MRI RF코일을 보며 어떤 디자인 형태로 제작되었는지 살펴본다.

[표 4] 지멘스 헬스케어의 MRI 코일 종류⁶⁾

부위	사이즈	사진
	코일 이름	
머리	435mm*395mm*350mm	
	Head/Neck 64	
몸	385mm*590mm*63mm	
	BioMatrix Body 12	

5) 조미영, 중학생의 자기효능감, 내외통제성 및 불안이 진로태도성숙에 미치는 영향, 충남대학교 교육대학원, 2007(p.12)

6) 지멘스 홈페이지 (<https://www.siemens-healthineers.com>)

어깨	L:200mm S:165mm	
	Shoulder L/S 16	
발 / 발목	410mm*330mm* 390mm	
	Foot/ Ankle 16	
척추	965mm*38in	
	Body Spine Array Coil M	

본 연구에서는 환자의 머리에 착용하는 헤드용 RF 코일을 집중적으로 살펴보고자 한다. 다음 그림은 대표적으로 사용되는 헤드용 RF코일들이다.

[표 5] 헤드용 MRI RF코일7)

제조사	전체적인 형태(모양)		사진
	특징	색상	
지멘스	원기둥 형태, 버드케이시형(새장형), 시야 개방형, 분리형, 거울 부착	화이트 색상	
	원기둥 형태, 버드케이시형(새장형), 시야 개방형, 일체형, 슬라이딩 방식, 거울 부착		
GE 헬스케어	원기둥 형태, 버드케이시형(새장형), 시야 개방형, 일체형, 슬라이딩 방식, 거울 부착	화이트, 그레이 색상	
	원기둥 형태, 버드케이시형(새장형), 시야 개방형, 일체형, 슬라이딩 방식, 거울 부착		
필립스	원기둥 형태, 버드케이시형(새장형), 시야 개방형, 일체형, 슬라이딩 방식, 거울 부착	그레이, 아이보리 색상	
	원기둥 형태, 버드케이시형(새장형), 시야 개방형, 일체형, 슬라이딩 방식, 거울 부착		

제조사별 헤드용 RF코일 디자인을 살펴본 결과, 공통

7) 지멘스, GE헬스케어, 필립스
<https://www.siemens-healthineers.com>
<http://mrinstruments.com/head-coils>
<https://www.usa.philips.com>

적으로 원기둥 형태의 디자인, 버드케이시형(새장형)으로 제작된다는 사실을 알 수 있었다. 또한, 헤드용 RF코일에 쓰여지는 거울은 환자들의 시야확보 거울이 아니라 fMRI검사시에 환자들의 머리쪽에 있는 화면을 통해서 시각자극을 주는 용도라는 사실을 알 수 있었다.

2-3. MRI불안 선행연구

선행연구를 통해 MRI 사용시 느끼는 불안에 대해 살펴보고 어떠한 방법으로 해결을 했는지 살펴보았다.

[표 6] MRI와 불안에 관한 선행연구

저자	논문제목	요약
박명철 2009	MRI 검사 환자의 불안 및 불편감에 대한 영화(애니메이션)감상 효과 분석	영상매체의 사용이 MRI촬영시 환자의 심리적인 긴장을 완화, 안정감을 준다.
박진영 2016	담요제공이 Brain MRI 검사를 받는 환자의 불안에 미치는 효과	담요제공이 헤드용MRI 검사를 받는 동안 심리적 안정감을 준다.
이영균 2016	자기공명영상(MRI)실내원 환자들의 불안수준에 영향을 미치는 요인	검사과정의 충분한 설명이 긴장을 줄여준다.
고성필 2010	자기공명영상 검사시 음악청취가 환자의 불안 및 활력징후에 미치는 효과	MRI검사 중 음악청취가 환자의 불안경감에 도움을 준다.
윤용학 2014	MRI 검사 시 음악요법을 동반한 의사소통이 환자의 불안에 미치는 영향	음악요법을 동반한 의사소통은 환자의 불안경감 효과를 높여 준다.
김재천 2013	자기공명영상 검사 시 환자의 심리적 불안감이 폐쇄공포 및 활력징후에 미치는 영향	불안감이 높은 환자에게서 폐쇄공포를 유발할 수 있으며 소음은 불안을 가중시킨다.

위와 같은 모든 선행연구에서는 상태불안이 감소한다는 결과가 도출되었다. MRI검사시 발생하는 불안은 상태불안에 해당하며 그러므로 개선의 가능성이 있다는 것을 알 수 있었다.

2-4. 형태재인 이론의 적용

2-4.1 형태재인 이론

대상인식 과정이라고도 하는 형태재인(pattern recognition)과정은 지각 과정의 한 하위 과정이다. 사람의 얼굴을 인식한다든지, 글자를 인식한다든지, 말의 내용

을 인식한다든지 하는 대상의 정체를 파악하는 과정이 형태재인 과정이며 시각적 표상에 의미를 부여하는 과정이다. 일상생활에서 쉽게 경험하거나 관찰 할 수 있는 이러한 일들은 공통적으로 외부의 정보들을 받아들여 어떠한 방식으로든 이를 내부적으로 다시 재현하고 (represent Z표상), 이들 표상들을 우리의 뇌나 혹은 특정 시스템의 기억장치들에 저장되어 있는 시각적 사물들에 대한 기존의 표상들과 대조하는 과정이라는 형태재인 과정이 있어야 가능하다.⁸⁾

형태재인 이론의 종류는 다음 4가지로 분류된다.

- ① 형판맞추기모형(template-matching)
- ② 원형모형(prototype theory)
- ③ 세부특징분석모형(feature analysis)
- ④ RBC이론 (Biederman의 요소에 의한 재인이론)

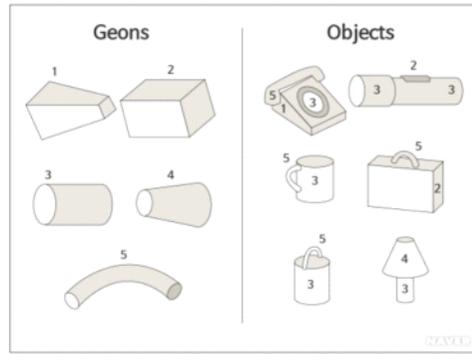
2-4.2 RBC 이론

2차원 영상들을 대상으로 하는 다른 이론들과는 다르게 RBC이론은 3차원대상을 인식하는 과정임으로 MRI 헤드코일 개선에 적합하다고 판단하였다.

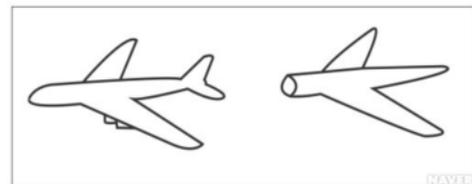
RBC이론은 3차원 대상을 재인하는 과정을 설명하기 위해 만들어졌다. 세부 특징 분석 모형과 유사하게 RBC모형의 기본 가정은 3차원 대상들도 기본적인 구성 요소로 묘사될 수 있다는 것이다.(Biederman, 1987)

세부특징 분석모형이 선이나 선들 사이의 각도 등을 구성 요소로 여기는 반면, RBC모형은 원기둥, 원뿔, 사각 기둥 등과 같은 부피가 있는 3차원의 기하학적 형태들이 기본적인 구성 요소라고 가정한다. 비더만은 이를 기하학적 이온(geometric ion), 또는 이를 줄여서 지온(geon)이라고 불렀다. RBC모형은 대략 35개의 지온들로 세상의 모든 물체를 묘사할 수 있으며, 사물이 가진 지온들을 복구하고 지각함으로써 그 대상을 재인할 수 있다고 가정한다.

그림 1는 대표적인 지온 다섯 개와, 이 지온들로 묘사할 수 있는 물체들을 제시한다. 한글이나 영어 알파벳에서 같은 날자들의 조합이라도 그 날자들의 공간상 위치에 따라 모양이나 뜻이 달라지듯이, 같은 지온들의 조합이라도 공간적 배열이 달라짐에 따라 다른 의미를 지닌 사물이 될 수 있다.⁹⁾



[그림 1] 지온들과 지온들로 묘사되는 물체들¹⁰⁾



[그림 2] 왼쪽: 9개의 지온으로 구성된 비행기, 오른쪽: 3개의 지온으로 구성된 비행기¹¹⁾

예를 들어, 왼쪽의 비행기는 총 9개의 지온으로 구성되어 있지만, 오른쪽처럼 3개의 지온으로 구성되더라도 78%의 사람들이 이를 비행기로 알아보았으며, 6개의 지온으로 늘리면 약 96%의 사람들이 비행기로 인식한다는 것을 알아냈다. 즉, 지온의 개수가 줄어들어도 사람들의 인식이 현저하게 떨어지거나 미인식으로 간주되지는 않는다는 것을 보여준다.

2-4.3 헤드용 MRI 코일의 형태재인 이론 적용

RBC이론을 MRI헤드용 코일에 적용시키면 코일의 형태는 새장의 형태와 비슷한 지온들로 구성되며, 환자가 헤드용 MRI코일을 착용할때 환자는 코일의 디자인 (새장형) 때문에 마치 새장에 갇힌 새처럼 갑갑함과 불안을 느낄것이다. 따라서 새장 형태가 아닌 다른 디자인으로 개선하여 환자로 하여금 새장의 느낌을 느끼지 않도록 만들 수 있다면 환자들의 불안이 경감될 것이라고 가정했다.

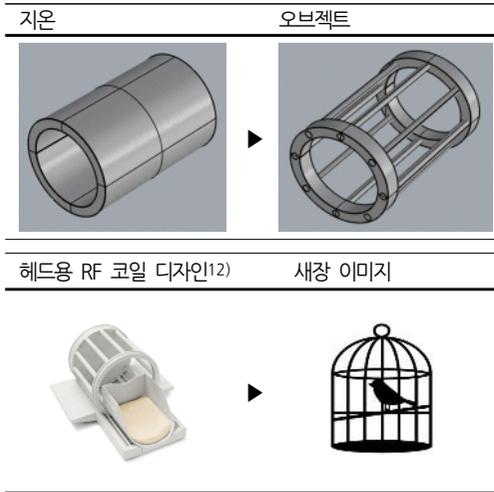
8) 이정모, 인지심리학, 학지사, 2017(p.43-44, p.109)

9) 네이버 지식백과 형태 재인, 2014.
<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2094219&id=41991&categoryId=41991>

10) <http://www1.appstate.edu/~kms/classes/psy3203/ObjectRecognition/Geon.htm>

11) 네이버 심리학 용어사전: 상향 처리와 하향처리

[표 7] MRI 헤드용 코일의 지온과 오브젝트



3. 사용자 리서치

3-1. 전문가 심층 인터뷰

환자가 MRI검사시 느끼는 불안과 불편감에 대해 살피고자 위해 MRI기기를 전문적으로 사용하는 전문가들을 대상으로 설문조사 및 심층 인터뷰를 진행하였다.

3-1.1 리서치 개요

[표 8] 리서치 계획

구분	내용			
일시	2020.07.04.~2020.07.07.(4일간)			
대상	경력별 MRI기기 관련 종사자			
세부 대상	경력	0~2년	~10년	~30년
	인원수	3명	2명	2명
방법	인터뷰(대면, 전화)			
내용	설문	1) MRI촬영시 예상되는 시나리오 준비 2) MRI촬영시 사용되는 RF 코일에 관한 설문지 준비		
	인터뷰	1) 기존 헤드용 RF코일에 대한 문제점 및 개선점 2) 인터뷰 내용 정리 및 결과 분석		

12) 필립스 홈페이지
(<https://www.usa.philips.com/healthcare/solutions/magnetic-resonance/coils-overview>)

3-1.2 전문가 설문조사

설문지는 10개의 문항으로 구성되며 MRI검사시 어떤 검사 단계에서 환자들이 불안을 느끼는지 확인하였다.

[표 8] MRI검사 단계별 설문조사 내용¹³⁾

단계	사진
의료진의 MRI설명	
검사 준비	
헤드용 MRI코일 착용	
30~60분 검사	
의료진의 실시간 영상 판독	
검사 결과 확인	

13) 서울아산병원, MR검사안내, 2015,
(<https://youtu.be/WHQqFckPLsA>)

[표 9] MRI검사 단계별 설문조사 결과

구분	0~2년	~10년	~30년
의료진의 MRI설명	✓	✓ ✓	
검사 준비	✓ ✓	✓	✓ ✓
헤드용 MRI코일 착용	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
30~60분 검사	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
의료진의 실시간 영상판독			✓
검사 결과 확인			

검사결과 7명 전원 ‘헤드용 MRI코일 착용’ 과 ‘30~60분 검사’에서 환자들이 불안을 느끼는 것으로 응답했다.

3-1.3 전문가 심층인터뷰

심층인터뷰는 설문조사 직후 이루어졌으며 1:1방식으로 진행하였다.



[그림 3] 심층 인터뷰 모습

심층인터뷰 결과로 전문가들이 선정한 불안요소는 검사(환경, 소음, 부동자세, 숨참기, 비좁은 공간 등)였다. 인터뷰를 통해 좁은 공간이라는 것만으로도 환자들이 불안과 압박감을 느낀다는 것을 알 수 있었으며 고 해상도의 검사 이미지를 얻기 위해서는 환자들이 움직일 수 없어 느끼는 시각적인 불안이 가장 큰 불안요소라고 응답했다.

특히, 헤드용 MRI 코일착용 단계에서 환자의 시야와 움직임이 크게 제한되어 환자가 가장 불안을 느끼는 것으로 나타났다.

또한 방음용 헤드셋을 환자가 착용하게 되지만 소음 제거에는 큰 효과가 없다는 사실도 발견했다.

드물지만 폐쇄공포증이 있는 환자들이 검사 도중 중단을 요청하는 경우도 있으며 어린이는 정상적인 검사 진행을 위해 보통 수면마취 상태로 검사를 진행 한다는 사실도 알 수 있었다.

3-2. 설문조사

3-2.1 조사개요

전문가의 의견 외에 비전문가를 대상으로 6일간 온라인 설문조사를 실시 하였다. 불안 경감을 위해 MRI RF코일 디자인의 개선요소를 파악하고 이를 토대로 디자인 가이드라인을 도출하기 위해서 16문항으로 구성된 설문지를 제작하였으며 총163명이 응답하였다.

[표 9] 설문조사 계획

구분	세부내용	
목적	불안경감을 위한 MRI(자기공명영상) RF 코일 디자인의 개선방안 도출	
대상	MRI검사 유경험자	MRI검사 무경험자
일시	2020년 10월 11일~16일 (6일간)	
방법	온라인 설문지 URL 배포	
인원	82명	81명
총	163명	

3-3. 설문내용 분석

남녀 비율은 총 163명 중 '남' 69명(42.33%), '여' 94명(57.67%)로 남녀 골고루 설문조사에 응하였으며 응답자 연령은 '20대'부터 '60대 이상'까지 전연령에 걸쳐 빠짐없이 응답하였다. 또한, 40대 이상이 76명(46.6%)으로 응답자의 절반가량을 차지하였다.

'좁은 공간에 대한 두려움 유무'에 대해서는 '아니오' 97명(59.5%), '예' 66명(40.5%)으로 좁은 공간에 들어갈 때 사람들은 불안을 느끼지 않는다고 인지하고 있음을 알 수 있었다.

또한 폐소공포증 답변에서 '없다' 136명(83.4%), '있다' 27명(16.6%)으로 MRI에 관하여 공포를 느끼지 않는다고 인지하고 있음을 알 수 있었다.

[표 10] 응답자 기본정보 (문항 1번~5번)

구분	항목	응답 수(명)	비율(%)
성별	남	69	42.33
	여	94	57.67
연령대	20대	47	28.83
	30대	40	24.54
	40대	25	15.34
	50대	32	19.63
	60대 이상	19	11.66
좁은 공간에 대한 두려움 유무	아니오	97	59.51
	예	66	40.49
폐소공포증 유무	없다.	136	83.44
	있다	27	16.56
MRI경험 유무	아니오	81	49.69
	예	82	50.31

MRI검사 경험이 있는 응답자 총 82명 중 '뇌/목

MRI'검사를 경험한 사람이 37명이며, 검사를 받은 응답자 중 50%가 넘는 응답자가 불안함과 두려움, 그리고 초조함을 느끼는 것으로 나타났다. 또한 MRI검사 중에는 갑갑함과 불안함을 느끼는 응답자가 많았으며 이러한 느낌의 정도가 보통 이상으로 느낀다고 응답한 수가 59명(71.9%)로 상당하였다.

[표 11] MRI경험이 있는 응답자 분석 (문항 6번~10번) (응답자: 82명)

구분	항목	응답 수 (복수 선택)	비율 (%)
MRI 검사경험	뇌/목MRI	37	45.12
	허리MRI	21	25.61
	어깨MRI	9	10.98
	척추MRI	12	14.63
	무릎MRI	16	19.51
	기타	14	17.07
MRI 시각적 인식	불안함	49	59.76
	두려움	46	56.10
	초조함	38	46.34
	지루함	33	40.24
	피곤함	30	36.59
	스트레스 받음	21	25.61
	기타	16	19.51
	혼란스러움	11	13.41
	화가남	1	1.22
	짜증남	1	1.22
	슬픔	0	0
MRI 검사시 느낌	갑갑함을 느낌	42	51.22
	불안함을 느낌	34	41.46
	두려움을 느낌	22	26.83
	지루함을 느낌	22	26.83
	기타	11	13.41
MRI 검사시 느낌의 강도	보통	37	45.12
	많이 느낌	22	26.83
	조금 느낌	11	13.41
	전혀 느끼지 않음	7	8.54
	매우 많이 느낌	5	6.10

MRI검사 시간은 어느 정도가 적당한지 답변하는 질문에는 '10분이하' 54명(65.9%), '20분이하' 15명(18.3%), '30분이하' 11명(13.4%), '1시간이하' 2명(2.4%)로 10분이하로 시간이 줄었으면 적당하다고 생각하는 것을 통해 응답자의 절반 이상이 불안함과 두려움, 초조함을 느끼는 검사 시간의 길이를 최소화 하고 싶어 한다는 것을 알 수 있다.

[표 12] MRI검사 시간에 대한 응답자 분석 (문항 11번 ~ 13번)(응답자: 82명)

구분	항목	응답 수 (명)	비율 (%)
MRI검사 진행시간 인식	10분~20분	24	29.27
	20분~30분	19	23.17
	0분~10분	18	21.95
	30분~1시간	16	19.51
	1시간 이상	5	6.10
MRI 검사진행 시간에 대한 느낌 의 강도	조금 길게 느껴짐	35	42.68
	보통	25	30.49
	매우 길게 느껴짐	15	18.29
	조금 짧게 느껴짐	4	4.88
	매우 짧게 느껴짐	3	3.66
응답자가 느끼는 적당한 MRI시간	10분 이하	54	65.85
	20분 이하	15	18.29
	30분 이하	11	13.41
	1시간 이하	2	2.44

MRI검사 장비에 대해 가장 개선이 되었으면 좋을 것 요소를 선택하는 문항에서는 응답자 82명중 51명이 MRI경험을 청각적으로 개선하기를 희망하였으며, 시야를 더 넓게 확보하여 시각적으로 개선하기를 희망하는 응답이 그 뒤를 따랐다.

[표 13] MRI검사 장비의 개선 사항에 관한 응답자 분석 (문항 14번)(응답자: 82명)

항목	응답 수 (복수선택)	비율(%)
검사시 환자가 느끼는 시끄러운 기계음(소음)의 감소	51	62.20%
검사시 환자의 시야를 더 넓게 확보	30	36.59%
환자에게 안정감을 주는 소재, 모양으로 MRI 디자인변경	29	35.37%
검사시 환자에게 실시간으로 검사 진행상황 알림 (시각적, 청각적)	23	28.05%
기타	2	2.44%

응답자 MRI불안 연상 경험에 관한 설문지 응답은 MRI검사 경험 여부와 상관없이 전체 응답자 162명이 모두 설문에 참여하였다.

설문에서 MRI검사 도중 환자의 1인칭 시점에서의 시야를 보여주자 과반수 이상이 '불안함'(103개), '초조함'(98개), '두려움'(96개)을 연상하는 것으로 응답하였으며, 특히 뇌/목MRI에 사용되는 MRI 헤드용 코일에 대해 응답자의 약 81%에 해당하는 132명이 '새장'을 연상하는 것으로 응답했다.

[표 14] MRI불안 연상 경험 (문항 15번)(응답자: 162명)

항목	응답 수 (복수선택/개)	비율(%)
불안함	103	63.19%
초조함	98	60.12%
두려움	96	58.90%
지루함	59	36.20%
스트레스 받음	45	27.61%
피곤함	35	21.47%
혼란스러움	29	17.79%
기타	20	12.27%
슬픔	6	3.68%
짜증남	6	3.68%
화가남	2	1.23%

[표 15] MRI불안 연상 경험 (문항 16번)(응답자: 162명)

항목	응답 수	비율(%)
새장	132	80.98
자동차	11	6.75
책상	10	6.13
의자	5	3.07
핸드폰	4	2.45
컴퓨터	1	0.61
합계	162	100.00

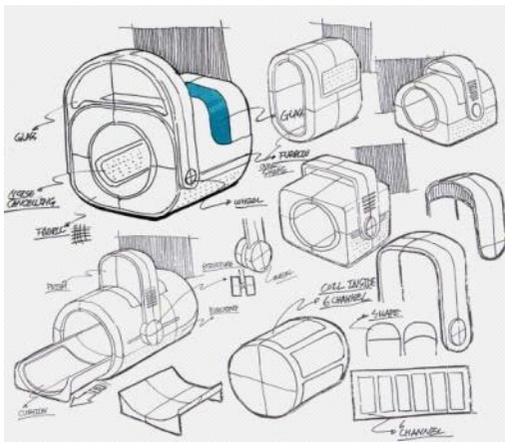
4. 헤드용 RF코일 디자인 제안

4-1. 컨셉 및 스케치

문헌연구와 사용자 리서치를 통해서 도출한 문제점과 개선방안을 토대로 컨셉을 도출하였다.

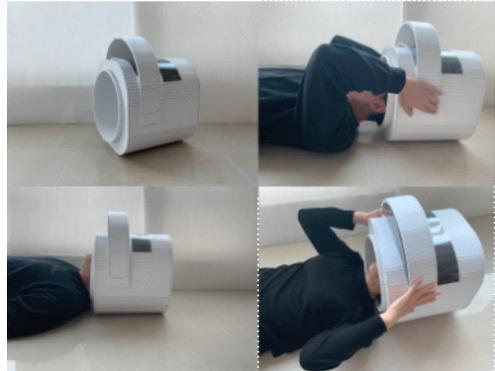
첫째, 시각적인 제한을 해결할 수 있는 방안으로 환자의 시야확보를 위해 검사 중에도 검사장비 밖을 볼 수 있도록 프리즘 기능을 적용하였다.

둘째, 소음에 대한 불안을 해결할 수 있는 방법을 제시하였다. MRI검사시 소음의 크기를 줄이기 위해 헤드용 RF코일 내부에 소음 차단 기능을 적용하였다.



[그림 4] 컨셉 스케치

4-2. 프로토타입



[그림 5] 페이퍼 프로토타입

환자의 불안을 경감시키는 RF코일 디자인 제안을 목표로 하였으며 MRI검사 유경험자, 무경험자 모두의 의견을 수렴해야 한다고 판단하였다. 또한, 전체적인 형태, 재질, 구조를 파악하기 위해 페이퍼 프로토타입 목업을 제작하였다. 이후 MRI검사 유경험자 5명, MRI 검사 무경험자 5명을 대상으로 사용성을 테스트하였다.

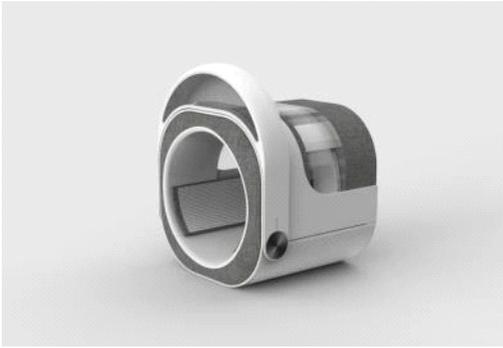
4-3. 제작과정 및 결과

프로토타입 사용성 테스트에서 ‘환자의 머리가 들어가는 부분이 일체형으로 만들어져 답답하다’라는 의견이 있었으며, 또한 ‘일체형이 아니라 슬라이딩 방식이라면 편할 것 같다’는 의견도 있었다. 시야를 더 확보할 수 있도록 ‘안면부의 유리 부분이 더 넓었으면 좋겠다’라는 의견도 있었다. 또한, 환자들이 친근하게 느낄 수 있도록 ‘플라스틱 소재보다는 따뜻한 느낌을 주는 소재로 만들었으면 좋겠다’라는 의견이 있었다.

‘페이퍼 프로토타입으로 환자의 두부가 들어가는 부분이 일체형이 아닌 분리되는 방식으로 제작되어졌으면 좋겠다’라는 의견이 많았으며, 유리부분과 프리즘 기능으로 인해서 MRI검사실에 있어도 어느정도 시야가 확보되는 것에 대해 긍정적인 반응을 얻었다.

4-4. 3D모델링 및 렌더링

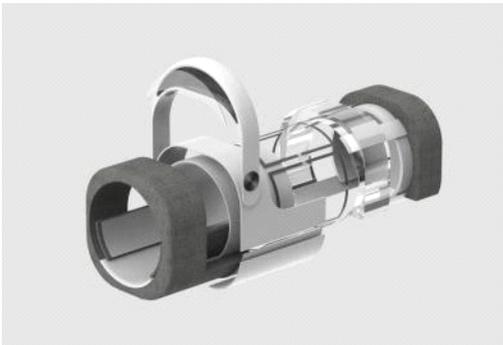
헤드용 RF코일 디자인은 기능적으로 크게 3개로 나누어진다. 슬라이딩 기능, 프리즘 기능, 소음제거 기능이다.



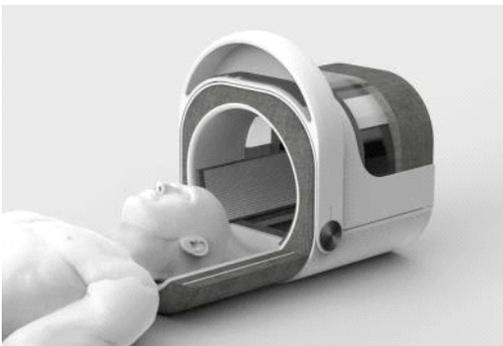
[그림 6] 3D모델링 전체 모습



[그림 7] 프리즘 기능이 들어간 부분



[그림 8] 분해도



[그림 9] 환자 착용 장면

프로토타입에서 일체형으로 제작되어진 환자의 두부가 들어가는 부분은 슬라이딩 방식으로 제작하여 환자가 보다 편하게 누워서 사용할 수 있고 헤드용 RF코일을 천천히 착용함으로써 불안을 더욱 경감시킬 수 있다.

헤드용 RF코일 디자인 상단부분에 상하로 이동이 가능한 프리즘 안경은 환자가 슬라이딩 방식으로 헤드용 RF코일을 착용 후 프리즘 비전 기능으로 직접 자신의 편의에 따라 위치 조절이 가능하며 환자들은 누워 있을 때에 MRI천장이 보이는 것이 아니라 자신의 발끝까지 시야 확보가 가능하고 MRI검사실이 보임으로써 불안감을 덜 느낀다.

또한, 헤드용 RF코일 내부에 있는 소음 제거기능으로 환자들은 MRI검사시 소음이 줄어들어 스트레스와 불안감을 덜 느낀다.

5. 결론

연구를 진행하면서 MRI검사시 다양한 디자인개선을 시도했었고 헤드용 MRI코일디자인의 개선이 환자의 불안을 완화시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 형태재인적 관점에서 RF코일 디자인을 개선하는 것이 가장 효과적이라고 생각하였다. 따라서 환자가 갇힌 느낌을 받는 기존의 새장형 원기둥 형태가 아닌 창살이 없는 사각기둥 형태로 제안하여 차별성을 주었다.

사용자 리서치의 결과를 바탕으로 시각, 청각적 불안을 해결했다. 또한, 의료기기에 대한 거부감을 줄이기 위해 기존 의료기기에 많이 사용하는 플라스틱과 친근감을 줄 수 있는 패브릭을 사용해 RF코일 디자인을 제안하였다.

본 연구는 디자인 개선 연구로서 실제 양산 제작까지의 엔지니어적 측면이 고려되어 있지 않다는 한계가 있다. 하지만 MRI 헤드용 RF코일의 디자인적인 개선을 통해 환자의 불안경감에 도움을 줄 수 있다는 것을 시사한다. 향후, 디자인이 개선된 헤드용 MRI 코일의 양산을 통해 검사를 진행하는 환자들의 불안 경감에 조금이나마 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

1. 이정모 외 15명, 인지심리학, 학지사, 2017
2. 조장희, 초고자장 (7.0T) MRI 시스템의 성능 향상 및 생체 기능 관련 연구, 교육과학기술부, 2012 (뇌영상용초고자장(7.0T)MRI연구개발사업)
3. 박명철, MRI 검사 환자의 불안 및 불편감에 대한 영화(애니메이션)감상의 효과 분석, 건양대학교, 2009
4. 이영근, 자기공명영상(MRI)실 내원 환자들의 불안수준에 영향을 미치는 요인, 가야대학교 행정대학원, 2016
5. 조미영, 중학생의 자기효능감, 내외통제성 및 불안이 진로태도성숙에 미치는 영향, 충남대학교 교육대학원, 2007
6. 손락훈 기자, 국내의료기기 60%이상수입의존, 메디포뉴스 (2020.03.28)
7. 네이버 지식백과(심리학용어사전), 형태 재인, 2014
8. 네이버 지식백과(심리학용어사전), 상향 처리와 하향 처리, 2014
9. 서울아산병원, MR검사안내, 2015, (<https://youtu.be/WHQqFckPLsA>)
10. 지멘스 코일 (<https://www.siemens-healthineers.com/magnetic-resonance-imaging/options-and-upgrades/coils>)
11. 지멘스, GE헬스케어, 필립스 (<https://www.siemens-healthineers.com/en-us/magnetic-resonance-imaging/options-and-upgrades/coils/tx-rx-cp-head-coil>) (<http://mrinstruments.com/head-coils/>) (<https://www.usa.philips.com/healthcare/solutions/magnetic-resonance/coils-overview>)
12. 필립스 홈페이지 (<https://www.usa.philips.com/healthcare/solutions/magnetic-resonance/coils-overview>)
13. <http://www1.appstate.edu/~kms/classes/psy3203/ObjectRecognition/Geon.htm>