

# 망간 전달 물질을 이용한 골전도 진동체의 음향 신호 전달 경로 검증 방법 연구

나승대\*, 석진완\*\*, 김도연\*\*, 강하림\*\*, 김명남\*\*\*

\*경북대학교칠곡병원 의공학센터

\*\*경북대학교 대학원 의용생체공학과

\*\*\*경북대학교 의과대학 의공학교실

e-mail : kimmn@knu.ac.kr

## Sound Signal Transmission Pathway Verification Study of Bone Conduction Actuator by Manganese Transmission Substance

S.D. Na\*, J.W. Seok\*\*, D.Y. Kim\*\*, H.R. Kang\*\*, M.N. Kim\*\*\*

\*Biomedical Eng., Center, Kyungpook National Chilgok University Hospital

\*Dept. of Medical & Biological Eng., Graduate School, Kyungpook National University

\*\*Dept. of Biomedical Eng., School of Medicine, Kyungpook National University

### 요 약

골전도 음향 전달 방법은 기존의 공기전도 방법에서 사용하는 전달 매질인 공기를 진동으로 변환하여 사용하는 방법이다. 이러한 진동 기반의 전달 방법은 외부의 강인한 잡음 환경에서도 효과적으로 원하는 신호를 전달할 수 있는 장점이 있다. 그러나 아직 명확한 청각 전달 경로에 대한 규명이 이루어지고 있지는 않다. 본 논문에서는 이러한 골전도 신호 전달 방법의 전달 경로 규명 및 이의 효율에 대한 실험을 진행하였다. 실험은 망간 전달 물질을 이용하여 MRI에서 발생하는 청각 반응을 제한한 프로토콜을 이용하여 검증하였다. 실험 결과를 기반으로 골전도 전달 방법에 대한 유효성을 확인하였으며, 추가적인 연구를 통하여 전달 경로의 명확한 규명이 가능할 것으로 예상된다.

### 1. 연구배경

골전도는 기존의 공기전도 방법에서 사용하는 전달 경로인 공기를 진동으로 변환하여 음성 신호를 전달하는 방법이다. 기존의 소리 신호가 전달되는 전달 경로의 차이로 인하여 외부 잡음 신호에 대하여 강인한 특성을 지니고 있으며, 이러한 특성을 기반으로 잡음이 강한 환경에서 사용이 용이한 장점이 있다. 이러한 골전도 전달 방법을 이용하여 음성을 효과적으로 전달하기 위해서는 측두골과 유양돌기 등에서 발생하는 진동의 효율을 향상시키는 것이 중요하게 작용하게 된다. 그러나 기존의 진동 발생장치의 측정 방법으로는 공기전도 방법의 유효성 및 효과를 검증하는 방법으로서 골전도 방법의 진동력을 측정하기에는 어려움이 있다.

MeMRI(Manganese Enhancement MRI)는 망간 전달 물질을 이용한 조영기법이 적용된 MRI촬영 기법으로서, 다양한 외부 자극에 대하여 신경전달 경로를 확인할 수 있는 유용한 방법이다. MeMRI의 가장 큰 장점으로는 외부 자극에 대하여 시간차이를 두고 확인이 가능하여 MRI 내부에서 실시간으로 촬영을 하지 않아도 외부 자극에 대한 신경 반응 정도를 확인할 수 있는 것이다. 진동 발생을 기반으로 음성을 전달하는 골전도 방식은 주로 전자기장

방법을 이용한 전달 방법을 사용하고 있다. 이러한 전자기형 진동체는 자석과 코일에서 발생하는 유도기전력 기반의 전자장을 기반으로 진동을 발생시키게 되며, 이러한 방법은 MRI의 자장에서 사용하며 진동을 전달하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 MeMRI의 신경 전달 반응의 시간차이를 이용하여 사전에 진동에 대한 음성 전달을 외부에서 일정시간 간격으로 인가한 후, 골전도 음성 전달 방법의 효율에 대하여 MRI 측정을 시도해보았다.

### 2. 연구방법

MeMRI는 망간 전달 물질을 매개로하여 신경 전달 경로의 혼선을 주어 망간을 신경 전달 매개체로 인지하게 만들어 망간을 추적 인자로서 활용하는 방법이다. 망간을 이용하여 청신경 전달 경로를 확인하기 위하여 실험동물인 SD Rat 기반으로 청신경 전달 경로의 확인이 가장 유용한 고막(Tympanic Membrane)에 망간을 IT(Injection T.M.) 방법으로 주입하였다. 그림 1은 골전도 음향 신호에 대한 신경 전달 경로를 확인하기 위한 실험 방법을 보이고 있다. 그림 1 (a)와 (b)는 실험에 사용된 골전도 진동 발생 장치와 SD Rat의 정수리에 부착된 진동체를 나타내고 있다. 그림과 같이 골전도 전달을 위하여 동물의

정수리 부분에 진동체를 부착하여 음향 신호를 인가하였다. (c)는 실험에 사용된 MeMRI의 시간 간격과 영상 획득에 대한 실험 프로토콜을 보이고 있다. 실험은 동일한 외부 자극에 대하여 시간 간격을 달리하여 3개의 비교군을 형성하였으며, 3, 6, 9, 12시간의 간격을 기반으로 영상 획득을 시도하였다.

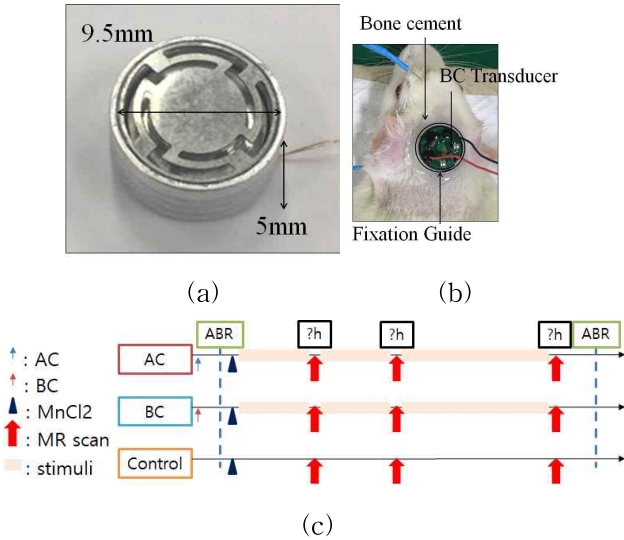
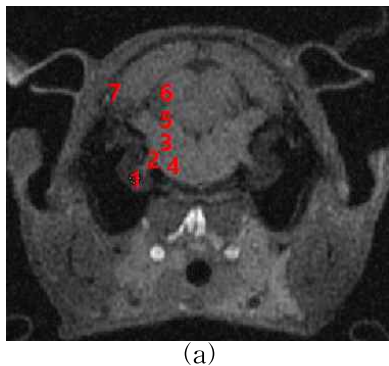


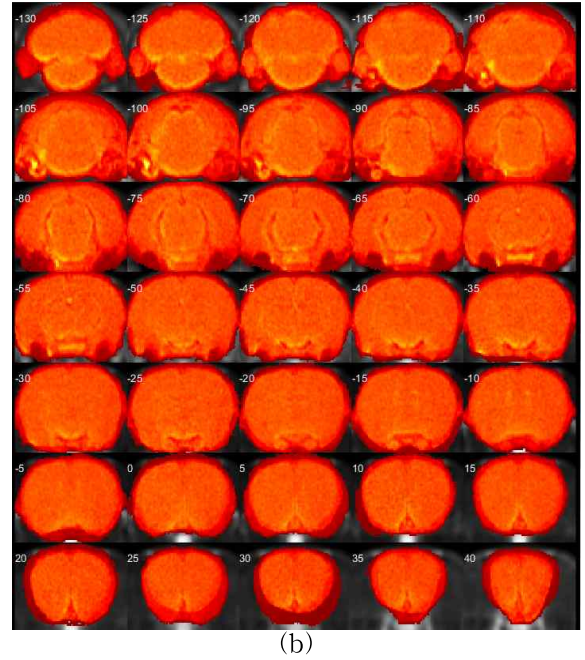
그림 1. MeMRI의 실험 프로토콜

### 3. 연구결과

그림 2는 MeMRI의 실험 결과를 보이고 있다. 그림 (a)는 망간 전달 매체를 이용한 MRI결과를 보이고 있다. 동물 모델에 대한 전체 MRI영상 중 청신경 자극 반응에 활성화를 청각경로 영역에서 보이고 있다. 그림 (b)는 외부에서 인가되는 골전도 신호에 대한 청신경 전달 경로의 전달 순서를 보이고 있다. 그림과 같이 순서대로 달팽이관(Cochleate)은 시작으로 청각인지피질(Auditory Cortex)까지의 순서대로 청각 신호가 전달되게 된다. (c)와 (d)는 실험에 사용된 SD Rat의 좌/우의 청각 신호 전달에 대한 반응 정도를 확인할 수 있는 실험 결과이다. 공기전도와 동일하게 골전도 방식으로 외부 청각 자극에 대하여 뇌신경의 활성화가 효과적으로 이루어지는 것을 확인할 수 있다. MRI 결과에서도 효과적으로 외부 자극에 대하여 청각 신경이 반응하는 것을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

그림 2. 제안한 골전도 진동체에 대한 실험 결과, (a) 청각 신경 전달 경로, (b) MeMRI 실험 결과

### 5. 결론

골전도 전달 방법은 공기전도 전달 방법과 다르게 외부 신호에 대하여 강인한 특징으로 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 골전도 전달 방법은 청신경을 활성화 시키는 전달 메커니즘과 효율적인 진동의 기준이 마련되어 있지 않다. 이러한 골전도 전달 방법의 효율을 검증하기 위하여 골전도 진동체를 제작하고, 제작한 진동체를 동물 모델에 적용하여 MeMRI를 이용하여 전달 경로와 효율을 검증하는 방법에 대하여 연구를 수행하였다. 실험 결과를 통하여 골전도 진동체는 청신경 전달이 효과적으로 진행되며 기존의 공기전도와 유사한 효율을 나타내는 것을 확인할 수 있으며, 청신경 전달 경로의 단계별 실험을 통하여 전달 경로 규명 연구에 유용하게 사용될 것으로 예상된다.

### Acknowledgements

This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. 2017M3A9E2065284, 2018R1A2B2001434, 2019R1C1C1009013).

### 참고문헌

- [1] G.H. Lee, S.W. Lee, and T.W. Kang, "Study on New Design of Rechargeable Hearing-Aid," *Proceeding of Korea Production and Manufacturing Institute in Fall Conference*, pp. 228-228, 2017.
- [2] H. Taghavi, *A Novel Bone Conduction System*, Master of Thesis Chalmers University of Technology, 2012.