

# A Case of Middle Ear Implantation with Vibroplasty Coupler at the Stapes

Jeon Mi Lee, Yun Suk Suh, Jae Young Choi, and Bo Gyung Kim

Department of Otorhinolaryngology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

## Clip-Coupler를 이용하여 등골에 시행한 인공중이이식술 1예

이전미 · 서연석 · 최재영 · 김보경

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

Received November 3, 2013

Revised December 23, 2013

Accepted January 2, 2014

Address for correspondence

Bo Gyung Kim, MD

Department of Otorhinolaryngology,

Yonsei University

College of Medicine,

50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu,

Seoul 120-752, Korea

Tel +82-2-2228-3624

Fax +82-2-393-0580

E-mail ally1118@yuhs.ac

Middle ear implantation is an effective treatment for sensorineural, conductive and mixed hearing loss. The active middle ear implant's floating mass transducer (FMT) is placed on the middle ear structure or coupled to the inner ear fluid. Since the device is not directly placed on the external auditory canal, patients are free from feedback phenomenon and occlusion effect resulting from hearing aids. A 66-year-old patient suffered from bilateral hearing loss. The patient had difficulties in adapting to a conventional hearing aid because of feedback phenomenon in the right ear. The patient underwent a middle ear implantation using a Clip-Coupler to connect stapes head and FMT in the left ear. To our knowledge, this is the first case reported in Korea on middle ear implantation with Clip-Coupler at the stapes, for which hearing results were successful at postoperative 7 months.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2014;57(5):344-7

**Key Words** Middle ear implant · Mixed hearing loss · Stapes.

## 서 론

인공중이이식술(middle ear implantation)은 중고도의 감음신경성, 전음성, 또는 혼합성 난청 환자를 치료하는 효과적인 방법이다. 인공중이이식술은 내부 임플란트(Vibrant Sound Bridge, VSB)의 수신 장치를 통해 들어온 소리가 전기 에너지로 변환되고 floating mass transducer(FMT)에 의해 직접 중이 구조를 자극함으로써 외이를 거치지 않고 기존 보청기의 한계를 극복하는 효과적인 청력 회복 방법이다. 전도성 난청 혹은 혼합성 난청에서 VSB의 적응증은 1) 골도청력이 500 Hz에서 45 dB, 1000 Hz에서 50 dB, 2000 Hz에서 65 dB, 4000 Hz에서 65 dB 이하의 난청에 적용되며, 2) FMT가 중이 구조에 연결 가능한 해부학적 구조를 갖추어야 하며, 3) 활동성 중이염이 없어야 한다.<sup>1)</sup> 처음 FMT는 침골의 장돌기에 직접 연결하여 자장에 의해 FMT와 연결된 이소골을 진동시키도록 개발

되었으나, 이후 중이 구조물의 상태에 따라 정원창, 등골, 혹은 난원창 등의 다른 구조에 연결하는 증례들이 보고되고 있다.<sup>1-3)</sup> 본 저자들은 국내에서 최초로 Clip-Coupler를 이용하여 등골에 시행한 인공중이이식술의 증례 보고를 통해 수술 방법 및 술 후 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

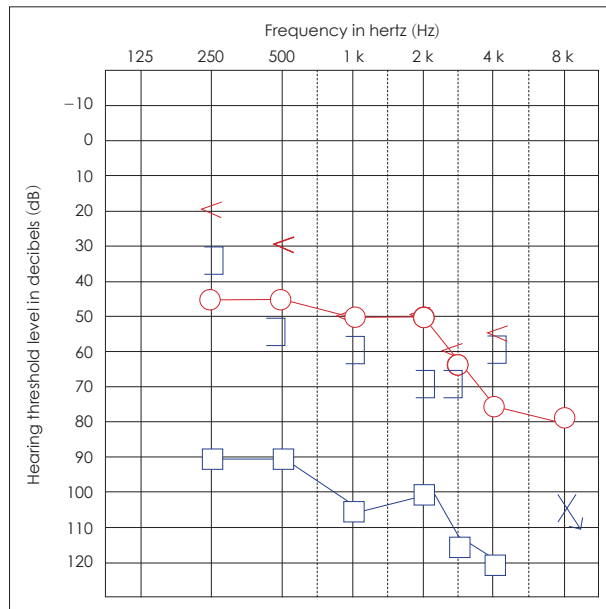
## 증 례

66세 여자 환자가 양측 난청을 주소로 내원하였다. 과거력에서 좌측은 어릴 때부터 잦은 중이염으로 우측 청력에 의존하였으며, 우측 청력도 1년 전부터 점차 저하된 상태였다. 환자는 우측에 보청기를 착용하고 있었으나 되울림 현상과 좌측의 난청으로 충분한 만족감을 얻을 수 없었다. 신체검사에서 양측 고막과 외이도의 이상 소견은 보이지 않았다. 순음청력 검사에서 우측은 55 dB의 감각신경성 난청 소견을 보였으며,

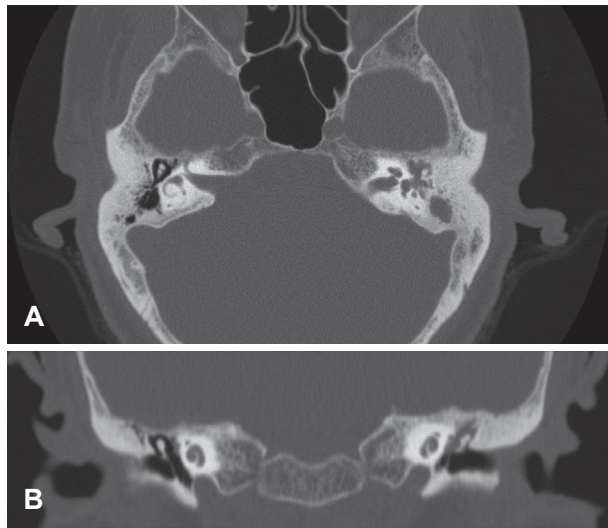
좌측은 기도청력 100 dB, 골도청력 60 dB의 혼합성 난청 소견을 보였다(Fig. 1). 우측 보청기 착용시 순음청력검사에서 35 dB까지 청력 이득이 있었으며, 어음명료도는 우측은 보청기 착용 전 84%, 보청기 착용 후 86%였다. 좌측의 어음명료도는 유의한 수준의 청력을 측정할 수 없었다. 수술 전 시행한 측두골 전산화단층촬영에서 우측 중이 및 내이 구조는 정상 소견을 보였으며, 좌측은 만성 잠재성 중이염 소견을 보였다(Fig. 2).

위의 결과를 토대로 본 의료진은 환자 및 보호자와 상의 후 인공중이이식술을 계획하였다.

술식은 기존의 인공와우이식술과 유사하며 후이개접근법으



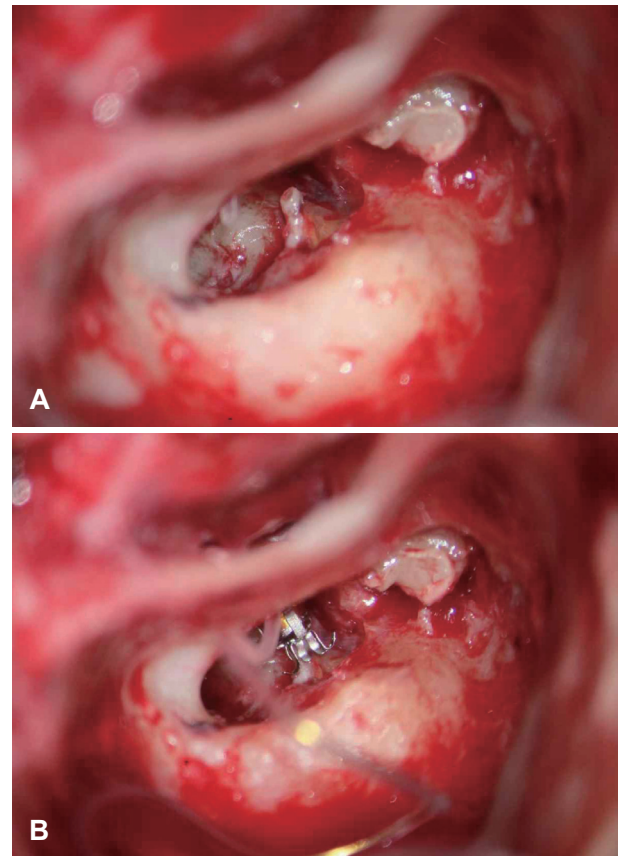
**Fig. 1.** Preoperative pure tone audiometry (PTA). PTA shows moderate sensorineural hearing loss in right ear and mixed hearing loss in left ear.



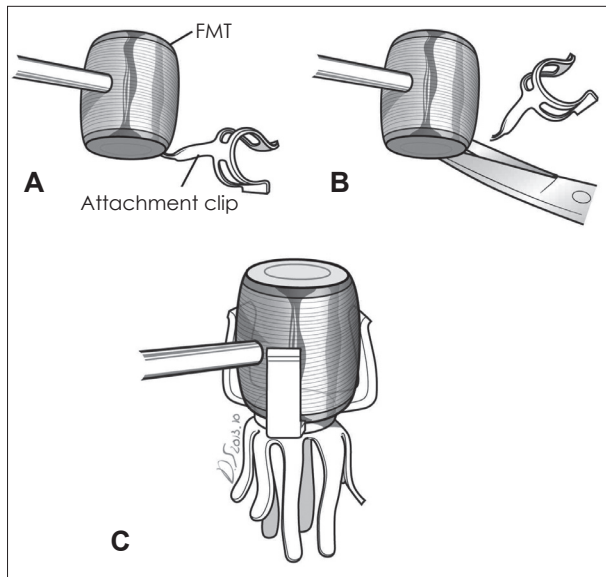
**Fig. 2.** Preoperative temporal bone CT image. CT image shows chronic otitis media in left ear. Axial view (A). Coronal view (B).

로 유양동삭개술 이후 FMT가 들어가서 진동할 수 있도록 안면신경와를 넓게 개방하였다. 중이 내 점막 상태는 비교적 양호하였고 이소골은 손상 없이 유지되어 있었으나, 침골-등골 고정으로 운동성이 없어 침골을 제거하였다(Fig. 3). 침골 제거 후 등골의 운동성은 양호한 상태였다. 인공중이수술은 MED-EL VSB(MED-EL, Innsbruck, Austria)를 사용하였고 음성 처리기는 AMADE를 이용하였다. 먼저 FMT의 attachment clip을 가위로 자른 후 CliP-Coupler에 FMT를 끼워넣었다. 이후 합체된 CliP-Coupler-FMT를 등골 머리에 연결하였다(Fig. 4). 귀연골(conchal cartilage)을 이식하고 고막을 지지하도록 FMT와 고막 사이에 연골을 끼워넣은 후 수술을 종료하였다. 술 후 2일에 합병증 없이 환자는 퇴원하였다.

술 후 6주에 시행한 순음청력검사에서 인공중이이식술을 시행한 좌측의 청력이 평균 35 dB까지 호전된 소견을 보였다(Fig. 5A). 좌측의 어음명료도도 술 전에는 측정할 수 없었으나 인공중이이식술 시행 후 10주째 54%, 7개월째 90%로 호전되었다. 환자는 우측 보청기와 좌측 인공중이의 양이 착용으로 청력 개선을 보였다. 좌측 인공와우 미착용시 기도청력은 수술 전 기도청력보다 35 dB 청력 호전을 보이며 이는 CliP-Cou-



**Fig. 3.** Middle ear implantation using CliP-Coupler. Incus was removed due to the fixation of I-S joint (A). CliP-Coupler-floating mass transducer assembly connected with stapes head (B).



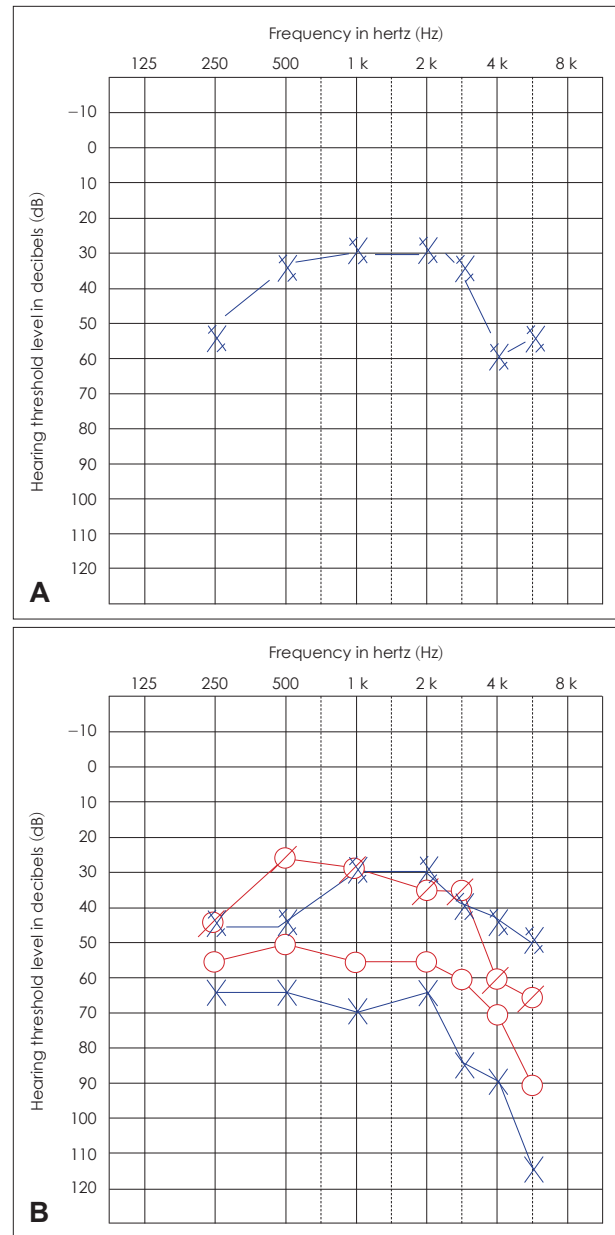
**Fig. 4.** The procedure of assembling CliP-Coupler-floating mass transducer (FMT). FMT (A). Attachment clip was removed by scissor (B). FMT was inserted in CliP-Coupler (C). The figure was created by Mr. Dong-Su Jang.

pler-FMT가 partial ossicular replacement prosthesis(PORP)의 역할을 하면서 기도골도차(air-bone gap)가 좁혀진 것으로 보인다(Fig. 5B). 현재 술 후 6개월 경과하였으며 인공중이 착용 상태의 음장(sound field) 순음역치는 500 Hz에서 3000 Hz 사이에서 30~35 dB이고 미착용 순음청력검사에서 골도 역치는 변동 없이 보존되고 있다. 현재 보청기와 인공중이를 통한 양이 청력 재활 및 추적 관찰 중이다.

## 고 찰

VSB는 1996년 감각신경성 난청 환자에게 도입되었으며,<sup>4)</sup> 2006년 이후에는 전도성 난청 및 혼합성 난청 환자에게도 성공적으로 사용되고 있다.<sup>5)</sup> 인공중이는 고주파수 청력 이득에 효과적이며 소리의 정확도나 어음의 변별력에서 기존의 보청기보다도 좋은 결과를 보인다.<sup>6-8)</sup> 또한 보청기가 외이도를 폐쇄하면서 생길 수 있는 외이의 감염, 이구, 폐쇄 효과 및 되울림 등 각종 부작용을 피할 수 있다. Truy 등<sup>7)</sup>에 의하면 고주파수 난청 환자에서 인공중이와 보청기 사용을 비교한 결과, 인공중이가 언어 수행력에서 더 우수한 결과를 보였다. 또한 Baumgartner 등<sup>9)</sup>과 Luers 등<sup>9)</sup>은 혼합성 난청과 전도성 난청에서 인공중이가 보청기를 대신할 안전하고 효과적인 방법임을 보고한 바 있다.

인공중이이식술은 중이의 이소골에 연결된 FMT가 진동을 일으켜 소리를 증폭하여 내이로 전달하는 술식이다. FMT는 처음 개발 당시 침골의 장돌기에 연결하도록 개발되었으나 현



**Fig. 5.** Postoperative pure tone audiometry (PTA). Middle ear implant-aided pure tone audiogram at 6 weeks after middle ear implantation (A). Binaural hearing improvement using middle ear implant (left) and hearing aid (right) at 7 months after middle ear implantation (B).

재는 침골, 등골, 난원창 및 정원창에도 연결할 수 있다. 본 증례의 경우 CliP-Coupler를 이용하여 등골 머리에 CliP-Coupler-FMT를 연결하여 인공중이이식술을 시행하였다. 이것은 PORP와 VSB의 FMT를 결합한 형태와 유사하다. 2006년 Huber 등<sup>1)</sup>은 PORP와 FMT가 결합된 인공중이이식의 가능성을 측두골을 통해 제시한 바 있다. 이후 2011년 Hüttenbrink<sup>10)</sup>가 최초로 본 증례에서와 같은 형태의 CliP-Coupler를 이용하여 Clip-Coupler-Vibroplasty를 등골 머리에 시행하였으



며, Beleites 등<sup>11)</sup>도 5예에서 Clip-Coupler-Vibroplasty가 우수한 청력 결과를 보임을 발표하였다. 이외 Huber 등<sup>12)</sup>은 전도성 및 혼합성 난청에서 기존의 PORP, total ossicular replacement prosthesis 제품을 임의로 변형하여 연결기로 사용한 4예를 보고하였다. 본 증례에서도 Clip-Coupler-FMT를 등골 머리에 연결함으로써 PORP와 VSB의 장점을 합쳐 보청기 착용에 비해 효과적인 청력 개선을 보였다. 인공중이 이식술을 시행한 귀가 청력이 더 좋지 않음에도, VSB로 인한 이득이 고주파영역에서 반대측 보청기 착용시 이득보다 더 크며 어음명료도도 인공중이이식술 이후 90%로 호전되었으며 보청기로는 기대할 수 없는 우수한 청력 개선 결과를 보였다. 또한 인공중이이식술 이후 수술한 귀의 기도청력이 수술 전 기도청력보다 35 dB 청력 호전을 보이는데 이는 Clip-Coupler-FMT가 PORP의 역할을 하면서 기도골도차(air-bone gap)가 좁혀진 것으로 보인다.

본 증례에서는 등골 머리에 Clip-Coupler를 이용하여 인공중이이식술을 시행하였으나, Coupler를 이용하여 FMT를 정원창에 연결하는 방법도 가능하다. 실제 Colletti 등<sup>2)</sup>과 Kiefer 등<sup>13)</sup>은 FMT를 정원창에 위치할 시 우수한 청력 개선 결과를 보고한 바 있다. 그러나 본 증례에서는 등골 머리에 Clip-Coupler-FMT를 시행함으로써 PORP와 VSB를 합친 더욱 효과적인 청력 개선을 기대하였고, 정원창에 인공중이이식술 시 필요한 정원창 주위의 드릴링을 피하여 술식이 더 용이하였다. 또한 Clip-Coupler를 사용함으로써 PORP처럼 등골 머리에 FMT를 연결하여 결합력이 좋았고, 연결을 이식하여 FMT와 고막 사이에 끼워 넣음으로써 이식물의 변위 및 탈출을 막을 수 있었다.

인공중이이식술의 청력 개선은 환자의 중이 및 이소골의 보존 상태와 술자의 FMT를 고정하는 방식에 따라 결과가 다를 수 있다. Devèze 등<sup>14)</sup>에 의하면 청력 개선에 영향을 미치는 인자로는 1) FMT와 중이 구조물이 얼마나 단단하게 결합되어 있는지, 2) FMT의 진동이 이소골의 정상적인 생리적 움직임을 얼마나 재현하는지, 3) FMT에 의해 등골과 난원창에 이소골 연쇄가 근접하는지 여부라고 주장하였다. 본 증례와 같이 등골 상부가 보존되어 있는 경우 Clip-Coupler를 이용한 인공중이이식술은 안전하고 효과적인 청력 개선의 방법이 될 수 있다.

본 증례에서는 종래의 보청기와 PORP로 한계가 있는 혼합성 난청 환자에서 Clip-Coupler를 이용하여 등골 머리에 인공중이이식술을 시행함으로써 좋은 청력 개선 결과를 보고하는 바이다. 또한 새로운 기계와 술식을 도입한 증례로 향

후 난청의 정도와 중이 상태에 따른 맞춤형 치료의 좋은 예가 될 것으로 생각한다.

## Acknowledgments

The authors thank Mr. Dong-Su Jang, Research Assistant, Department of Anatomy, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea, for his help with the figures.

## REFERENCES

- 1) Huber AM, Ball GR, Veraguth D, Dillier N, Bodmer D, Sequeira D. A new implantable middle ear hearing device for mixed hearing loss: a feasibility study in human temporal bones. *Otol Neurotol* 2006; 27(8):1104-9.
- 2) Colletti V, Soli SD, Carner M, Colletti L. Treatment of mixed hearing losses via implantation of a vibratory transducer on the round window. *Int J Audiol* 2006;45(10):600-8.
- 3) Hüttenbrink KB, Zahnert T, Bornitz M, Beutner D. TORP-vibroplasty: a new alternative for the chronically disabled middle ear. *Otol Neurotol* 2008;29(7):965-71.
- 4) Snik AF, Mylanus EA, Cremers CW, Dillier N, Fisch U, Gnadeberg D, et al. Multicenter audiometric results with the Vibrant Soundbridge, a semi-implantable hearing device for sensorineural hearing impairment. *Otolaryngol Clin North Am* 2001;34(2):373-88.
- 5) Baumgartner WD, Böheim K, Hagen R, Müller J, Lenarz T, Reiss S, et al. The vibrant soundbridge for conductive and mixed hearing losses: European multicenter study results. *Adv Otorhinolaryngol* 2010;69:38-50.
- 6) Uziel A, Mondain M, Hagen P, Dejean F, Doucet G. Rehabilitation for high-frequency sensorineural hearing impairment in adults with the symphonix vibrant soundbridge: a comparative study. *Otol Neurotol* 2003;24(5):775-83.
- 7) Truy E, Philibert B, Vesson JF, Labassi S, Collet L. Vibrant soundbridge versus conventional hearing aid in sensorineural high-frequency hearing loss: a prospective study. *Otol Neurotol* 2008;29(5):684-7.
- 8) Boenheim K, Pok SM, Schloegel M, Filzmoser P. Active middle ear implant compared with open-fit hearing aid in sloping high-frequency sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol* 2010;31(3):424-9.
- 9) Luers JC, Hüttenbrink KB, Zahnert T, Bornitz M, Beutner D. Vibroplasty for mixed and conductive hearing loss. *Otol Neurotol* 2013;34(6):1005-12.
- 10) Hüttenbrink KB, Beutner D, Bornitz M, Luers JC, Zahnert T. Clip vibroplasty: experimental evaluation and first clinical results. *Otol Neurotol* 2011;32(4):650-3.
- 11) Beleites T, Neudert M, Beutner D, Hüttenbrink KB, Zahnert T. Experience with vibroplasty couplers at the stapes head and footplate. *Otol Neurotol* 2011;32(9):1468-72.
- 12) Huber AM, Mlynski R, Müller J, Dillier N, Holzmann D, Wolfram MD, et al. A new vibroplasty coupling technique as a treatment for conductive and mixed hearing losses: a report of 4 cases. *Otol Neurotol* 2012;33(4):613-7.
- 13) Kiefer J, Arnold W, Staudenmaier R. Round window stimulation with an implantable hearing aid (Soundbridge) combined with autogenous reconstruction of the auricle - a new approach. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2006;68(6):378-85.
- 14) Devèze A, Koka K, Tringali S, Jenkins HA, Tollin DJ. Techniques to improve the efficiency of a middle ear implant: effect of different methods of coupling to the ossicular chain. *Otol Neurotol* 2013;34(1):158-66.