

# Tinnitus in the Patients with Cochlear Implantation: Preliminary Report

Dong-Kee Kim, Shi-Nae Park, Kyoung Ho Park, He Il Noh,  
Ye-Won Kim, Chang-Yong Ko, Chang-Woo Park and Sang Won Yeo

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

## 인공와우이식술 환자에서의 이명: 예비 연구 결과

김동기 · 박시내 · 박경호 · 노혜일 · 김예원 · 고창용 · 박창우 · 여상원  
가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실

**Background and Objectives** With the wide use of cochlear implants, there have been many published studies which report that cochlear implants have a suppressive effect on tinnitus in profoundly deaf patients. The aim of this study was to understand the clinical and audiologic characteristics of the tinnitus in patients with cochlear implantation and to observe changes of their tinnitus after cochlear implantation.

**Subjects and Method** A total 23 patients who had undergone cochlear implants in our hospital from August 2003 to December 2006, were included in this study. The patients were divided into tinnitus (n=11) and non-tinnitus groups (n=12) according to the presence of tinnitus at the time of surgery. We compared clinical and audiologic features between the two groups. We also studied changes in tinnitus after surgery in the tinnitus group using validated self-report measures [tinnitus handicap inventory (THI), tinnitus handicap score (THS), and visual analogue scale].

**Results** There were significant differences between the two groups with respect to the age of cochlear implant recipients, whether or not the subjects had impaired hearing or were wearing hearing aids. Tinnitus was rarely observed in patients under 20 years of age with cochlear implantation (11.1%) in contrast to the higher rates in the patients of 20 years old and over (71.4%). Marked reduction of THI, THS and visual analogue scale of tinnitus were observed in all patients.

**Conclusion** For the adult patients who had undergone cochlear implant surgery and had tinnitus preoperatively, cochlear implants had shown suppressive effect on their tinnitus. Considering the significant prevalence of tinnitus in profoundly deaf patients, tinnitus of these patients should not be overlooked and further studies should be made to define relationship between cochlear implant and tinnitus.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2010;53:408-11

**Key Words** Tinnitus · Cochlear implant.

Received March 25, 2010

Revised May 31, 2010

Accepted June 16, 2010

### Address for correspondence

Shi-Nae Park, MD  
Department of Otolaryngology-  
Head and Neck Surgery,  
The Catholic University of Korea  
College of Medicine,  
505 Banpo-dong, Seocho-gu,  
Seoul 137-701, Korea  
Tel +82-2-2258-6215  
Fax +82-2-595-1354  
E-mail snparkmd@catholic.ac.kr

## 서론

인공와우이식술은 양측 귀에 고도이상의 영구적 감각신경성 난청이 있고, 보청기를 이용한 재활교육에서 거의 이득이 없는 성인과 소아에게서 청각재활을 위해 현재 널리 사용되고 있다. 청각재활과 더불어, 인공와우이식술이 이명에도 영향을 미칠 수 있음이 잘 알려져 왔는데, 대부분의 보고에서

환자의 이명이 감소되었음을 보고하였다.<sup>1-6)</sup> 인공와우이식술을 받는 고도이상의 난청 환자에게서 이명은 흔하게 동반되는 증상으로, 난청의 재활과 더불어 이명의 감소가 이들의 삶의 질에 미치는 영향은 지대하다. 하지만 외국의 경우와 달리 국내에서는 인공와우이식술을 받은 환자에서 이명에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다.

이에 저자들은 인공와우이식술을 받은 환자의 술 전 이

명에 대해 살펴보고 수술 후 변화를 관찰해 봄으로써 고도 난청에 동반한 이명에 대한 이해와 인공와우이식술이 이명에 미치는 영향에 대한 이해를 돕고자 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

2003년 8월에서 2006년 12월까지 3차 의료기관인 본원에서 인공와우이식술을 받은 고도 난청 환자들을 대상으로 전 이명의 유병률을 조사하였고, 술 전 이명의 유무에 따라 이명군과 비이명군으로 나누어 임상적, 청각학적 특성을 비교하였다. 또한 술 전 이명이 있었던 환자에서 이명의 특성과 술 후 변화를 관찰하였다. 이명에 대한 설문조사가 부정확할 것으로 판단되는 10세 미만의 소아와 데이터 수집이 불충분했던 환자는 분석에서 제외하여 모두 23명의 환자를 대상으로 하였다. 수술 전 이명의 유무는 와우이식 환자의 수술 전 평가과정에서 문진을 통해 파악하였고 이명을 호소한 환자는 설문지를 통해 이명의 특성을 자세하게 파악하였다. 이를 통해 환자군을 이명군과 비이명군으로 나누어 나이, 보청기의 사용기간 등의 임상적인 특성과 순음검사 등의 청각학적 특성을 서로 대조하였다. 이명을 호소한 환자들에게서 시행한 설문조사에서는 환자가 느끼는 위치(site), 종류(number of tinnitus), 크기(loudness), 이명을 느끼는 시간(awareness), 이명으로 인한 괴로움(annoyance), 생활에의 불편함(effect on life)에 대해 visual analog scale(0~10, 0~100%)에 기록하게 하였고, tinnitus handicap score (THS)<sup>7)</sup> 및 tinnitus handicap inventory (THI)<sup>8)</sup>를 작성하게 하였으며, 다중채널 인공와우이식술을 시행한 후 이명의 변화를 관찰하였다. 통계프로그램(SPSS Version 15, Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 이명군과 비이명군의 특성을 비교하고, 이명군에서 이명의 수술 전후 변화를 분석하였고(Chi-square test, Student t-test, Pearson correlation test), 유의수준 0.05 이하를 의미 있다고 판정하였다.

## 결 과

### 임상적 양상

이명군(n=11)과 비이명군(n=12)의 남녀 성비는 차이가 없었으며, 인공와우이식술 당시 보청기 착용 여부도 차이를 보이지 않았다. 평균 연령은 19.6세, 20세 미만의 환자와 20세 이상의 고연령 환자의 비율이 1 : 10인 반면 비이명군의 평균 연령은 39.7±13.9, 20세 미만군과 20세 이상군의 비율은 8 : 4로 이명군에서 의미 있게 20세 이상의 환자의 비율이 많았다. 또한, 이명군에서 난청이 발생한 연령이 비이명군에 비해 의미 있게 높았고, 언어습득 후에 전농이 된 환자가 많아 통계적 차이를 보이고 있었다. 보청기를 처음 착용하게 된 연령도 비이명군에서는 평균 7.4세, 이명군에서는 평균 24.4세로 군 간 차이를 보이고 있었다(Table 1).

### 청각학적 특성

이명군과 비이명군에서 인공와우이식술 시행 전 순음청력 검사상 평균 기도 청력은 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았고 이명군에서도 환자들의 고도 난청으로 인해 이명도검사를 시행할 수 없었다.<sup>3)</sup> 인공와우 대상자의 수술 전 이명의 특성 이명군 환자들이 이명을 느낀 기간은 평균 17년이었고, 이명의 유병기간은 서로 유의한 상관관계를 보이고 있었다. 이명은 일측 귀에서 7예, 양측 귀에서 4예의 환자가 호소하였다. 느끼는 이명의 종류는 한 가지에서 여섯 가지까지 다양하였으며 평균 2.3 종류의 이명을 호소하였다. 이명의 크기, 느끼는 시간, 이명으로 인한 괴로움과 생활에의 불편함도 다양한 정도로 느끼고 있었다.

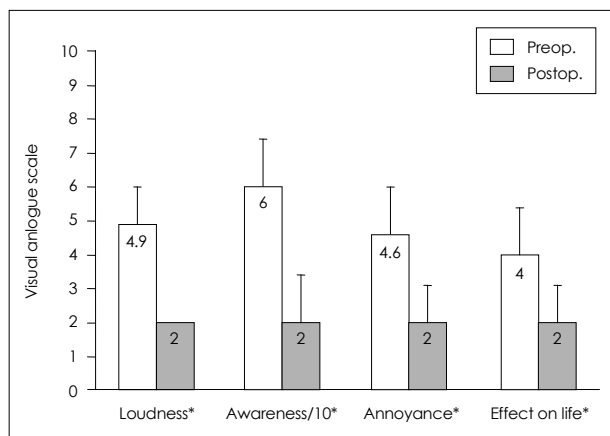
### 수술 전후 이명의 변화

인공와우이식술 후 이명의 변화를 관찰한 시기는 술 후 평균 16.2개월(4~42개월)이었다. 인공와우이식술 후 비이명군에서 이명이 발생한 경우는 없었으며, 수술 후 이명이 술 전에 비해 심해진 경우는 한 예도 없었다. 수술 전에 비해 이명

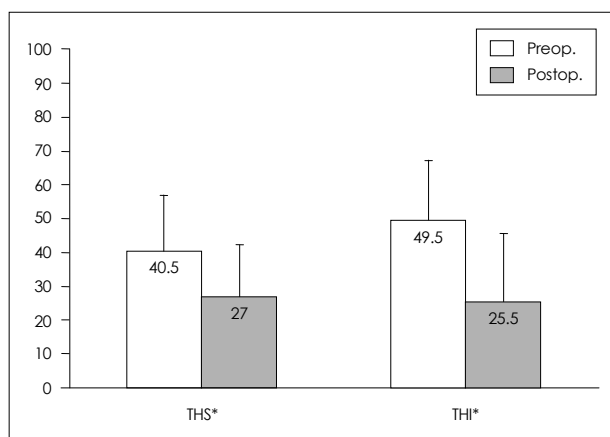
**Table 1.** Clinical characteristics of the patients

| Clinical factors                                           | Tinnitus group (n=11) | Non-tinnitus group (n=12) | p value |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|
| Age of CI (yrs)                                            | 39.7±13.9             | 19.6±13.8                 | 0.002*  |
| Distribution of patient according to age of CI (<20 : ≥20) | 1 : 10                | 8 : 4                     | 0.009*  |
| Sex (M : F)                                                | 5 : 6                 | 8 : 4                     | 0.41    |
| Site of CI (R : L)                                         | 10 : 1                | 9 : 3                     | 0.59    |
| Age of impaired hearing (yrs)                              | 14.8±16.5             | 4.3±4.6                   | 0.046*  |
| prelingual : perilingual : postlingual                     | 0 : 4 : 7             | 2 : 9 : 1                 | 0.015*  |
| Age of wearing                                             | 24.4±13.5             | 7.4±10.8                  | 0.009*  |
| Hearing aids (yrs)                                         |                       |                           |         |

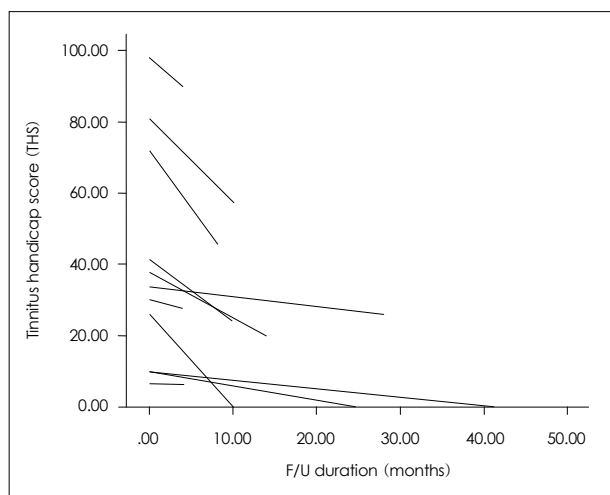
\*p<0.05. CI: cochlear implantation



**Fig. 1.** Mean values of tinnitus awareness, loudness, annoyance, effect on life were significantly decreased after cochlear implantation in the patients with tinnitus (\* $p < 0.05$ ).



**Fig. 2.** Mean values of tinnitus handicap score (THS) and tinnitus handicap inventory (THI) were significantly decreased after cochlear implantation in the patients with tinnitus (\* $p < 0.05$ ).



**Fig. 3.** Change of tinnitus handicap score (THS) after cochlear implantation (CI) in each patient. THS of all patients who had tinnitus preoperatively decreased after CI. Tinnitus has been disappeared in 3 patients who had unilateral tinnitus.

의 크기, 이명을 느끼는 시간, 이명으로 인한 괴로움과 생활에의 불편함에 대한 visual analog scale의 평균값이 모두 통계적으로 유의하게 감소하였으며, THS와 THI 평균점수도 의미 있게 감소하여 전농 환자에서 인공와우이식술 후 이명이 호전됨을 확인할 수 있었다(Figs. 1 and 2). 각 개체에서도 THS 값은 술 후에 모두 감소하였으며 특히 3예에서는 술전에 있었던 일측성 이명이 완전 소실되었다(Fig. 3).

## 고 찰

인공와우이식술의 대상이 되는 고도난청 환자에서 이명은 흔하게 동반되는 증상이다. 많은 논문들에서 고도난청환자의 이명의 유병률을 보고하고 있는데, 이명 환자의 기술에 한 가지 문제점은 어느 정도의 증상을 가진 환자까지 이명 환자에 포함시킬지, 혹은 환자의 증상을 객관화하는 지표가 논문마다 달라 그 효과를 객관적이고 과학적으로 비교하기 어렵다는 점이다.<sup>6)</sup> 이 같은 문제점에도 불구하고 문헌마다 높은 비율의 이명 유병률을 제시하고 있는데, 보고자에 따라 고도 난청 성인의 67%에서 100%까지 보고하고 있다.<sup>1-6)</sup> 본 연구에서도 이와 비슷하게 인공와우이식술의 대상이 되는 성인 환자 14명 중, 10명(71.4%)에서 이명을 호소하여 선행 연구에서처럼 높은 이명 유병률을 보였는데, 이명 증상의 정도 평가에 활용한 THI와 THS등의 기술은 치료 후 이명의 변화에 대한 보고의 객관성을 높일 수 있다고 생각된다.

고도 난청을 가진 소아도 이명을 호소할 수 있다고 보고되고 있다. 소아의 이명은 성인에 비해 의학적 관심을 끌지 못했는데, 소아가 자발적으로 이명을 호소하기가 어려우며 난청에 대한 청각재활이 상대적으로 부각되기 때문이다.<sup>9,10)</sup> 난청을 가진 소아에서도 56%까지 이명의 유병률이 보고된 바 있고, 고도 난청 이상의 경우는 중등 혹은 중등고도 난청에서보다 오히려 유병률이 낮아 23% 정도까지 보고되었으며, 그 밖에 선천성 난청을 가진 환자보다 후천성 난청을 가진 환자의 이명 유병률이 높다는 보고가 있다.<sup>9,10)</sup> 연구에서 20세 미만 환자의 이명 유병률은 11.1%로 다른 보고들보다 낮았는데, 이는 대상 환자의 수가 적다는 점이 원인일 수 있고, 추후 고도 난청 이상의 환자에서 이명과 관련한 설문조사 시 관심있는 1 : 1 병력 청취가 필요할 수 있음을 시사하는 소견이다. 본 연구에서는 나이에 따른 유병률의 차이뿐만 아니라, 언어 습득 후 전농이 된 환자에서 더 높은 이명의 유병률도 관찰할 수 있었는데, 이 같은 결과는 청각상실 전까지의 중추 청각신경계의 발달 정도와 신경 가소성 정도가 환자의 주관적인 이명의 발생에 영향을 끼치기 때문이라 생

각된다. 이명과 신경가소성의 관계는 현재 연구가 활발히 이루어지는 분야로, 청각 상실 후의 중추 신경망의 과흥분(hyperactivity), 청각신호의 중추 신경망에서의 처리의 변화(change in processing), 일차 청각피질로 전달되는 구심성 경로(lemniscal pathway)와 외측음대를 거치지 않고 이차 혹은 연관된 청각피질로 전달되는 구심성 경로(extra-lemniscal pathway) 사이의 재배치(rerouting)가 신경가소성에 의한 이명 발생의 기전으로 제시되고 있다.<sup>11)</sup> 따라서 본 연구에서도 언어 습득 후 전농이 된 환자의 경우 청각 상실 후 새롭게 형성된 중추 신경계의 신경가소성 회로가 이명 발생 및 인식에 관여하여 보다 높은 이명 발생률을 보이는 이유가 될 것으로 추정된다.

인공와우이식술에 의한 이명 감소는 House<sup>12)</sup>가 1976년에 처음으로 단채널 인공와우이식술 후 절반 이상의 환자에서 이명이 줄어들었음을 보고한 바 있다. 1980년대 들어서는 다중 채널 인공와우이식술에 의한 이명의 감소가 보고되기 시작했고, 최근에는 양측 인공와우이식, 소아에서의 인공와우이식 후 결과와 편측의 청력이 정상인 이명 환자에서의 인공와우이식 후 결과들이 보고되고 있다.<sup>3,6)</sup> 와우이식 후 이명 감소의 기전은 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았다. 몇 가지 제안되는 가설로는 첫째, 증가된 외부 자극음에 의한 차폐효과, 둘째, 중추 청각신경계의 가소성에 의한 청각신호 처리의 변화와 그에 따른 이명의 감소, 셋째, 외부 청각 자극에 집중하면서 이명에 대한 주의의 분산, 마지막으로 인공와우이식술 후 느끼는 안정감이 이명 증상의 감소에 기여할 수 있다고 알려져 있다.<sup>13)</sup> 몇몇 저자들은 인공와우이식술에 의한 이명의 감소 기전 중 중추신경계의 역할을 강조한 바 있는데, 그들은 와우이식기에 의한 이명의 잔류억제나 수술 받은 반대 측의 이명도 감소를 예를 들어 이 같은 주장을 하고 있으며, 최근에는 양전자단층촬영 등을 이용하여 이를 증명하고 있다.<sup>5)</sup> 저자들도 본 연구에서 인공와우이식술 후 이명 환자들의 증상이 호전됨을 관찰할 수 있었고, 선행 연구에서 주장하는 인공와우이식술의 이명 억제 효과가 그 기전으로 생각하는 바이다.

인공와우이식술을 받은 모든 환자에서 이명이 줄어드는 것은 아니다. 드물게 이명이 새로 발생하기도 하며, 매우 드물지만 이명으로 인해 와우이식기의 사용을 포기하는 예도 있다.<sup>14)</sup> 특히 최근에 이루어지고 있는 양측 인공와우이식술에서, 두 번째 이식기의 수술 후 이명의 증가나 새로운 이명의 발생이 보고되기도 하였다.<sup>9)</sup> 하지만 편측의 인공와우이식술에 있어서는 앞서 기술한 바와 같이 이명이 감소한 경우가 이명의 악화나 발생보다 월등히 많이 보고되고 있으며, 최근에는 일측 청력이 정상인 이명 환자에서 인공와우이식

술 후 이명의 감소가 보고되기도 하였다.<sup>15)</sup> 본 연구에서는 이명을 호소하는 11명의 환자 모두에게서 이명의 감소가 확인되었고 다행히 비이명군에서 새롭게 이명이 발생된 예는 없었다. 특히 3명의 편측 이명 환자에서는 이명이 완전히 사라지는 것을 확인하였다. 이명의 크기, 이명을 느끼는 시간, 이명으로 인한 괴로움과 생활에의 불편함에 대한 visual analog scale의 값이 모두 통계적으로 유의하게 감소하였으며, THS와 THI 점수도 의미 있게 감소하였다. 본 연구는 국내에서는 최초로 이명과 인공와우이식술 사이의 관련성을 찾아본 연구로써 그 의미가 있다고 생각한다. 인공와우이식술을 받고 최소 4개월, 평균 16개월 이상 추적관찰된 환자만을 대상으로 하였고 환자 수가 충분치 않아 인공와우이식술이 이명에 미치는 영향을 좀 더 자세히 결론짓기 어려운 예비 연구이나, 향후 더 많은 환자군을 대상으로 하는 추가 연구를 통해 양측성 고도 난청 혹은 전농 환자의 이명 유병률과 인공와우이식술에 의한 이명의 변화에 대해 좀 더 정확한 정보를 제공할 수 있으리라 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Ito J, Sakakihara J. Tinnitus suppression by electrical stimulation of the cochlear wall and by cochlear implantation. *Laryngoscope* 1994; 104 (6 Pt 1):752-4.
- 2) Vernon JA. Masking of tinnitus through a cochlear implant. *J Am Acad Audiol* 2000;11 (6):293-4.
- 3) Quaranta N, Wagstaff S, Baguley DM. Tinnitus and cochlear implantation. *Int J Audiol* 2004;43 (5):245-1.
- 4) Ruckenstein MJ, Hedgepeth C, Rafter KO, Montes ML, Bigelow DC. Tinnitus suppression in patients with cochlear implants. *Otol Neurotol* 2001;22 (2):200-4.
- 5) Miyamoto RT, Bichey BG. Cochlear implantation for tinnitus suppression. *Otolaryngol Clin North Am* 2003;36 (2):345-52.
- 6) Baguley DM, Atlas MD. Cochlear implants and tinnitus. *Prog Brain Res* 2007;166:347-55.
- 7) Newman CW, Jacobson GP, Spitzer JB. Development of the Tinnitus Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996; 122 (2):143-8.
- 8) Kuk F, Tyler RS, Russel D, Jordan H. The psychometric properties of a tinnitus handicap questionnaire. *Ear Hear* 1990;11 (6):434-45.
- 9) Baguley DM, McFerran DJ. Current perspectives on tinnitus. *Arch Dis Child* 2002;86 (3):141-3.
- 10) Chadha NK, Gordon KA, James AL, Papsin BC. Tinnitus is prevalent in children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009;73 (5):671-5.
- 11) Møller AR. The role of neural plasticity in tinnitus. *Prog Brain Res* 2007;166:37-45.
- 12) House WF. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85 Suppl 27 (3 Pt 2):1-93.
- 13) Andersson G, Freijd A, Baguley DM, Idrizbegovic E. Tinnitus distress, anxiety, depression, and hearing problems among cochlear implant patients with tinnitus. *J Am Acad Audiol* 2009;20 (5):315-9.
- 14) Akdogan O, Ozcan I, Ozbek C, Dere H. Tinnitus after cochlear implantation. *Auris Nasus Larynx* 2009;36 (2):210-2.
- 15) Van de Heyning P, Vermeire K, Diebl M, Nopp P, Anderson I, De Ridder D. Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008; 117 (9):645-52.