

## Jastreboff 이명 모델에서의 ABR과 ECochG 신호분석을 통한 전기자극의 효과

임재중<sup>1</sup>·김경식<sup>2</sup>·김남균<sup>1</sup>·전병훈<sup>3</sup>

전북대학교 공과대학 생체공학과<sup>1</sup>, 한국표준과학연구원<sup>2</sup>, 인제대학교 의과대학 이비인후과교실<sup>3</sup>  
(1999년 2월 25일 접수, 1999년 7월 7일 채택)

### Effect of Electrical Stimulation using ABR and ECochG Analysis based on the Jastreboff Tinnitus Model

J.J. Im<sup>1</sup>, K.S. Kim<sup>2</sup>, N.G. Kim<sup>1</sup>, B.H. Jeon<sup>3</sup>

Dept. of Bionics, College of Engineering, Chonbuk National University<sup>1</sup>

Korea Research Institute of Standards and Science<sup>2</sup>

Dept. of Otolaryngology, College of Medicine, Inje University<sup>3</sup>

(Received February 25, 1999, Accepted July 7, 1999)

**요약** : 전기자극을 이용한 청각시스템의 진단 및 치료방법에 대하여 많은 연구가 수행되어 왔으나 전기자극이 청각 시스템을 통하여 전달되어지는 과정에 대한 이해가 부족하였기 때문에 표준화된 방법이나 이론적인 배경이 없이 자극조건이 선택되어져 왔다. 따라서 본 연구에서는 실험동물에 이명을 유발시킨 상태에서 전기자극이 어떠한 영향을 미치는가를 ABR과 ECochG의 변화를 통해서 관찰하고자 하였다. 본 연구에서는 9마리의 guinea pig를 Jastreboff 이명 유발 모델에 따라 salicylate를 이용하여 이명을 유발시킨 후 전기자극을 가한 5마리를 실험군(A)으로하고, 대조군(B)으로는 전기자극을 가하지 않은 4마리의 guinea pig를 대상으로 실험을 실시하였다. 실험조건은 이명유발 이전과 이명유발 1시간, 6시간, 12시간 후로 구분하였고, 각 실험조건에서 ABR과 ECochG를 검출하여 각 파형을 rms값을 기준으로 정규화 한 후 자기상관계수를 계산하여 전기자극을 인가하였을 때의 값들의 변화를 관찰하였다. 그 결과 ABR의 경우에는 이명이 유발된 상태에서 6시간 이후의 변수 값이 급격히 증가하였다가 12시간이 되면서 최초의 상태로 돌아가고, 전기자극을 인가하였을 때는 이명유발 이전 상태에서의 값을 계속 유지하고 있었다. 그리고, ECochG의 경우에는 전기자극의 효과가 12시간 이후에 나타남을 확인하였다. 즉, 본 실험을 통하여 이명유발 모델에 전기자극을 인가하였을 때의 효과를 ABR과 ECochG 상관분석을 통하여 확인하였다.

**Abstract** : Many researches have been performed whether electrical stimulation could be used for diagnosis and treatment on the auditory system impairment. Unfortunately, there were no standard methods or theoretical background for choosing stimulus conditions because of the lack of understanding on the transmission of electrical stimulation through the auditory pathway. This research was conducted to observe the effect of electrical stimulation on the tinnitus-induced animals. Nine guinea pigs were used for the experiment and divided into two groups, five animals for the experimental group(A) and four animals for the control group(B). Experimental conditions were divided into four steps, before tinnitus induction and 1, 6, 12 hours after tinnitus induction using salicylate based on the Jastreboff model. In each experimental condition, ABR and ECochG were obtained, and autocorrelation coefficients were calculated from normalized waveforms based on rms values. Sum of all the autocorrelation coefficients was extracted as a parameter to observe the changes between before and after the electrical stimulation. As a result, ABR parameter values were rapidly increased 6 hours after tinnitus induction, and gradually returned back to the initial state. On the other hand, when electrical stimulation was applied, parameter values did not change compared with the initial state. Parameter values of ECochG showed that the effect of electrical stimulation appeared 12 hours after the tinnitus induction. It was concluded that an electrical stimulation to the tinnitus-induced model changes the correlation coefficients of ABR and ECochG waveforms.

**Key words** : Auditory system, Electrical stimulation, Tinnitus, ABR, ECochG, Autocorrelation coefficient

## 서 론

이명(tinnitus)이란 외부의 음원 없이 소리를 느끼는 상태로써, 원래 95%의 사람들이 20dB 이하에서 이명이 있다고 하나, 이러한 소리를 임상적으로는 이명이라고 하지 않고 자신을 괴롭힐 정도의 잡음을 이명이라고 한다. 이명은 거의 모든 귀 질환에 관련되어 나타나며 그 자체로는 병이 아니지만, 소음성 난청이나 약물의 부작용, 종양의 초기 증상으로 이명이 나타나기도 한다. 또한, 만성적이고 주관적인 이명에서는 많은 경우에서 특별한 원인이 없이 특발성으로 발생하고 있다. 우리 나라에서의 이명의 빈도는 정확한 통계자료가 없는 상태이며, 이명은 귀환자의 60%에서 단독 또는 부수적인 증상으로 나타나고 이중 20%에서 일상적인 생활에 지장을 초래하며, 우울증의 직접적인 원인이 되기도 한다. 특히 최근의 산업의 발달과 소음의 증가, 생활 수준의 향상과 노인 인구의 증가로 실제 임상에서는 이명 질환의 진단과 치료의 중요성이 대두되고 있다.

이명의 치료방법에는 원인질환의 근원적 치료, 약물치료, 최면요법, 침술, 식이요법, 이명차폐(linnitus masking), 전기자극, 인지요법, 정신요법, 전기충격치료, 생체피막이기, 청신경절제술 등의 여러 가지 방법이 이용되고 있다. 그 중에서 외이나 중이 또는 혈관성 이명처럼 원인질환이 분명한 경우에는 수술적 방법으로 이명이 완치될 수 있는 경우도 있으며, 이명을 유발할 수 있는 모든 약제를 끊거나 약물치료, 식이요법 등을 사용하기도 한다. 그러나, 내이나 청신경 전달과정에서 생기는 감각신경성 이명의 경우는 치료효과에 대한 여러 유형의 연구가 있어 왔으나 표준화된 방법이 정립되어 있지 못할 뿐만 아니라 그 결과에 있어서도 많은 차이가 있음을 나타내고 있다. 특히, 전기자극은 이러한 감각신경성 이명의 경우에 많이 이용되어 왔으나 국내에서는 아직 전기자극을 이명의 치료에는 적용하지 않고 있는 실정이다[1-5].

Galvanic(DC)전류의 positive anodal 전류를 이용하여 이명의 경감을 관찰한데 대한 보고가 있었으며 측정치로는 이명의 강도와 이명 pitch의 변화를 이용하였다. 제시하는 전기자극을 음(-)의 펄스로 하였을 때 선천적인 귀머거리 환자에 있어서는 청각의 자극에 보다 효과적으로 작용하며, 강한 이명의 차단에는 강력한 청각의 유발에 효과적이라는 연구결과도 보고되었다[6]. 또한 유동혈관에 낮은 주파수를 인가하여 이명을 조절하였으며[7], 바늘전극을 경피에 삽입하여 감각돌기 부위에 자극을 가한 결과 15%에서 이명의 경감이 있었음을 보고하였다. 그리고 침술요법에 이용되는 외이부위에 선극을 이용해 전기자극을 8시간에서 2개월간 지속하였을 때 60%의 환자들에서 이명이 경감된 실험보고도 있었다. Round window 부위에 전기자극을 가했을 때에는 5명의 환자 중 4명의 환자에서 이명이 완치되었으며, 12명의 완전귀머름 또는 이명 환자의 고막부위에 AC전류(62-8,000Hz)를 인가하여 58%의 환자에서 이명이 4시간 동안 경감된 전기자극 실험결과도 있었다[8]. 그리고 컷바퀴(auri-

cle) 중에서 저항 값이 낮게 나타나는 13부위를 선택하고 전기자극(50, 100 $\mu$ A)을 인가하여 실험대상의 82%에서 이명이 완치되었거나 또는 이명 주파수가 경감된 실험 결과 등이 보고되었다[9].

이렇듯 전기자극을 이용한 이명 치료 효과에 대한 여러 유형의 연구가 있어 왔는데, 이명 치료에 사용되어진 전기자극의 특성은 어떠한 기준이나 근거없이 다양한 종류의 자극특성을 제시하였을 때, 나타난 결과만을 발표하였다. 이는 청각기관에서 소리가 전달되어지는 과정에 대한 연구가 미흡하였으므로 그에 따른 치료조건 설정에 통일성이 결여되었다고 볼 수 있을 것이다. 즉, 치료를 수행하려면 병변이 있는 부위에 대한 이론적이고 정량적인 특성이 이해 되었을 때 보다 객관적인 치료방법에 대한 조건의 설정이 가능할 수 있을 것이다[10-11]. 일관성 없이 간헐적으로 시도된 전기자극을 이용한 이명의 치료에 대해 전기자극의 특성을 객관화하여 전기자극이 청각 시스템에 미치는 영향을 객관적으로 파악함으로써 전기자극요법의 효과를 표준화하여 치료의 대상이 되는 병변부위를 분명히 하고, 객관화되어진 전기자극의 특성을 이용하여 치료의 기준이 되는 전기자극의 특성을 정하는 것은 이명의 진단과 치료과정에서 반드시 확립되어야 할 부분이다.

본 연구에서는 이명의 원인에 대한 규명 및 진단, 치료에 있어서 정립되어져 있는 확실한 이론적 근거가 부족하므로 청각 시스템의 이해를 통해 전기자극이 청각 시스템에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다. 즉, 동물실험을 통하여 Jastreboff 이명 모델에 근거하여 이명이 유발된 상태에서 일정한 전기자극을 인가하여 ABR과 ECoChG의 변화를 관찰함으로써 전기자극의 변화를 살펴보고 이를 통하여 앞으로 청각 시스템에 대한 전기적인 모델의 수립과 동물 실험을 거쳐 임상에 적용될 수 있는 정량적이고 객관화된 전기자극을 이용한 이명치료 조건을 설정할 수 있는 기초를 마련하는데 그 목적이 있다.

## 실험 방법

본 실험은 이명을 유발시킨 동물에게 전기자극을 인가하였을 때의 ABR과 ECoChG의 변화를 관찰하여 전기자극이 이명치료에 효과가 있는가를 확인코자 수행하였으며 그림 1에 실험의 전체적인 구성도가 나타나 있다.

### 실험설계

비침습적인 방법을 이용해서 동물의 이명유발 조건을 설정하였으며, 실험동물로는 고막이 정상인 guinea pig를 대상으로 하였다. 실험군은 이명을 유발시킨 후 전기자극을 가하지 않은 대조군(4마리)과 이명유발 후 전기자극을 가한 실험군(5마리)으로 구분하였다. 마취방법은 ketamine 50mg/kg의 근육주사 및 pentothal sodium 25mg/kg의 복강내 주사를 병행하였으며, 12시간의 데이터 수집시간 동안 ketamine 50mg/kg의 근육주사로

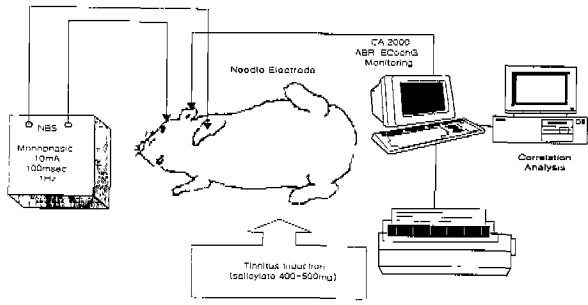
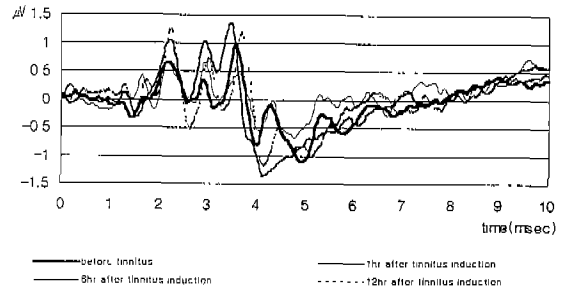
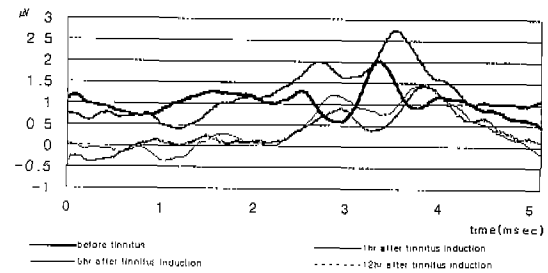


그림 1. 동물 실험을 위한 전체 시스템의 구성  
Fig 1. Overall equipment setup for the experiment



(a) ABR



(b)ECoChG

그림 3. 이명유발 전과 1, 6, 12 시간 후의 각 조건에서 검출된 ABR과 ECoChG

Fig. 3. ABR and ECoChG waveform obtained before tinnitus induction and 1, 6, 12 hours after the tinnitus induction

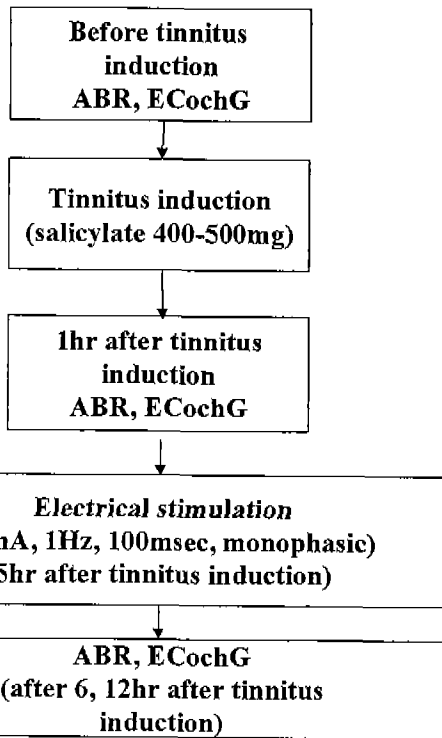


그림 2. 이명유발, 전기자극, ABR/ECoChG의 측정을 위한 실험과정.  
Fig. 2. Procedure for the experiment including tinnitus induction, electrical stimulation and ABR/ECoChG data collection.

마취상태를 유지하였다.

**이명유발**

실험 동물의 이명유발 조건은 Jastrehoff의 모델을[12-14] 기본으로 하여 salicylate 400-500mg을 guinea pig의 복강내 주사하였다. Salicylate의 약리상의 기작은 와우 외유모 세포의 ionic channel의 변화, auditory efferent system activity의 감소등을 유발하며, 협대역잡음(narrow band noise)과 고주파수의 이명을 유발시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 전체실험은 그림 2에 나타나 있는 다섯단계로 나누었으며 이명유발 전과 후의 시간대별로 각 조건에서의 ABR과 ECoChG를 측정하였다.

**전기자극**

전기자극기로는 전류의 강도, 펄스, 지속시간 그리고 자극주기를 조절할 수 있는 Nacro Bio-System社의 NBS(Nacro BioSystem Stimulator)를 사용하였다. 전기자극시 사용된 전극은 침전극으로, 후이개와 두피 정중선에 전극을 삽입한 상태에서 왼쪽 귀의 귓볼에 자극전극을 삽입하고 왼쪽상지에 기준전극을 삽입하였다.

본 실험에서는 전기자극이 ABR과 ECoChG에 미치는 영향에 관한 기초연구[10]에서 guinea pig의 와우에 3일 동안 지속적으로 전류강도 0.1, 1, 10mA의 전기자극을 가했을 때 10mA의 자극강도에서 ABR과 ECoChG의 진폭과 latency의 변화가 가장 잘 관찰되었음을 토대로 자극조건을 설정하였다. 전기자극은 각 대상에 이명유발 5시간 후에 5분씩 monophasic 10mA로 고정하여 동일하게 인가하였고, 각 강도에서 펄스의 지속시간은 100msec, 자극의 주기는 1Hz로 고정하여 인가하였다.

**ABR/ECoChG 검출**

ABR/ECoChG 장비(Nicolet CA2000)를 이용하여 실험군과 대조군의 guinea pig를 대상으로 ABR과 ECoChG를 수집하였다. ABR과 ECoChG는 3KHz의 샘플링 주파수로 네 단계에 걸

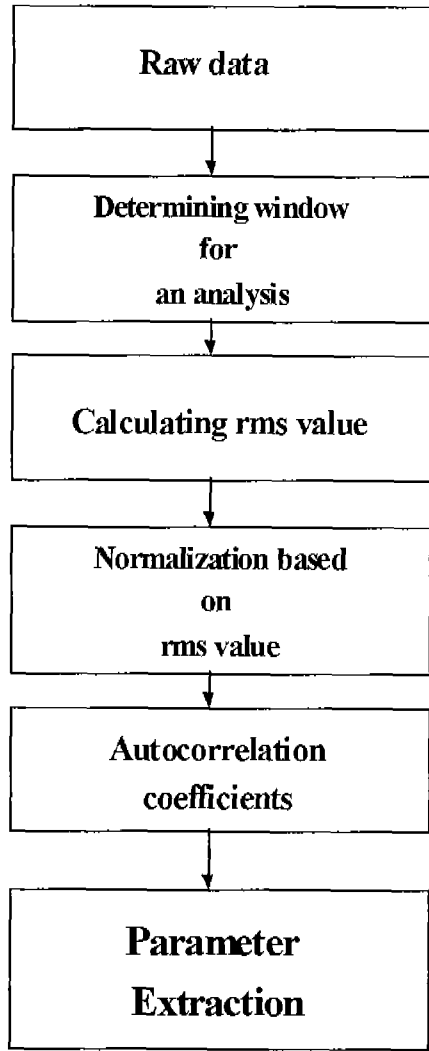
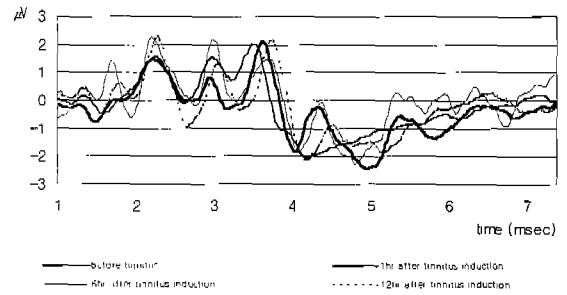


그림 4. 데이터 처리과정  
Fig. 4. Data processing procedures for the experiment

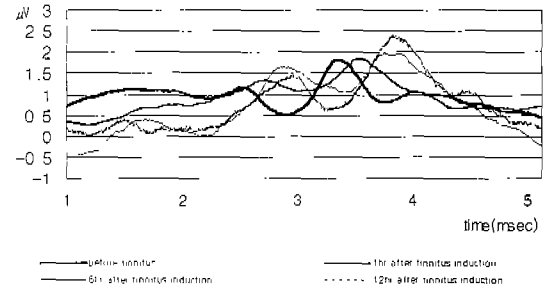
쳐서 검출하였으며, 각 단계는 이명유발 전, salicylate를 투여하여 이명을 유발시킨 1시간, 6시간, 12시간 경과 후로 구성되었고 각 단계마다 2회의 반복측정을 실시하였다. ABR의 경우 음자극은 50, 70, 90dB의 click을 11.4/sec의 주기로 300회를 제시하고 반대측 귀에는 35dB의 백색잡음을 인가하였다. 검출된 300회의 파형은 averaging 하여 저장되었다. ECochG는 8kHz의 tone burst를 50, 70, 90dB의 강도와 8.3/sec의 주기로 300회 각 귀에 제시하여 averaging된 파형을 검출하였다. 검출된 데이터는 일반 PC에서 받아들일 수 있는 text file 형태로 Nicolet社의 C4copy 프로그램을 이용하여 변환하여 저장하였다. 그림 3에 이명을 유발시키는 각 과정에서 검출된 ABR과 ECochG 파형이 나타나 있다.

데이터 분석

검출된 ABR과 ECochG 데이터는 그림 4에 나타나 있는 처



(a) ABR



(b) ECochG

그림 5. 전기자극을 인가하지 않은 상태에서의 이명유발 전과 1, 6, 12시간이 경과했을 때의 ABR과 ECochG 파형을 rms값에 의해 표준화한 파형

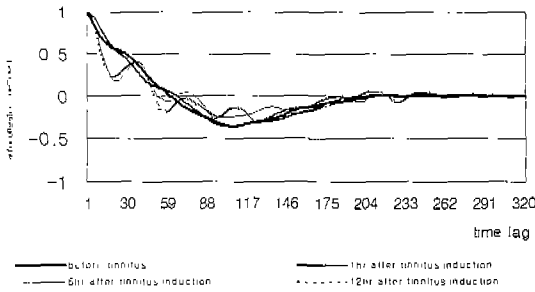
Fig. 5. Normalized ABR and ECochG waveforms based on the calculated rms value before tinnitus induction and 1, 6, 12 hours after tinnitus induction without electrical stimulation

리과정을 거쳐서 최종적으로 변수를 추출함으로써 전기자극의 효과를 관찰하는데 이용하였다. 첫 번째 처리과정으로는 검출된 파형으로부터 분석에 식용할 의미 있는 구간을 설정하였다.

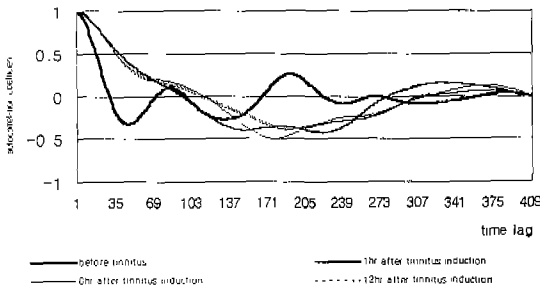
ABR 데이터는 총 10.24msec 구간중에서 peak I 부터 peak V 가 나타나는 1.0-7.5msec 구간에서의 rms(root mean square) 값을 구하여 이를 기준으로 정규화(normalization) 하였다. ECochG는 AP(action potential) 파형이 존재하는 1.0-5.12msec의 구간을 설정하여 구해진 rms값을 토대로 정규화 하였다. 각 파형의 rms값은 아래의 식(1)에 의해서 계산되었으며,

$$rms = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2}{N}} \tag{1}$$

정규화된 파형이 그림 5에 나타나 있다. 여기에서  $X_i$ 는 선정된 구간에서의 데이터 값들이며, N은 전체 데이터 수를 나타낸다. 즉, rms값을 기준으로 하는 정규화는 ABR과 ECochG파형의 진폭(amplitude)변화가 각 실험조건에서 마다 변동함으로써 발생될 수 있는 진폭의 유동성에 의한 오차를 최소화 하고자 한 것이며 Labview 4.0(National Inst.) 프로그램을 사용하였다. 시간지연(latency)의 편차를 줄이기 위해



(a) ABR



(b) ECochG

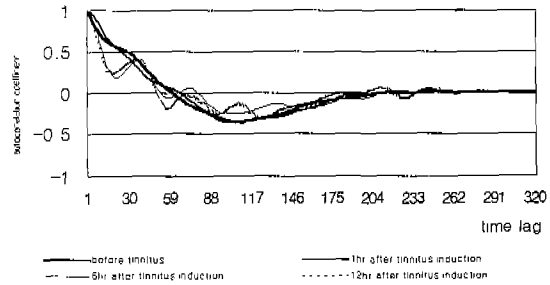
그림 6. 전기자극을 인가하지 않은 상태에서의 이명유발 전과 1, 6, 12 시간이 경과했을 때의 ABR과 ECochG 파형의 자기상관계수의 변화  
Fig. 6. Variations in autocorrelation coefficients for the ABR and ECochG before tinnitus induction and 1, 6, 12 hours after tinnitus induction without electrical stimulation

각 파형의 자기상관계수 (autocorrelation coefficients)를 계산하였다. 자기상관계수는 아래 식(2)에 의해서 구해질 수 있는데 여기서  $\bar{x}$ 는 정규화된 신호의 평균값,  $v$ 는 time lag를 나타낸다.

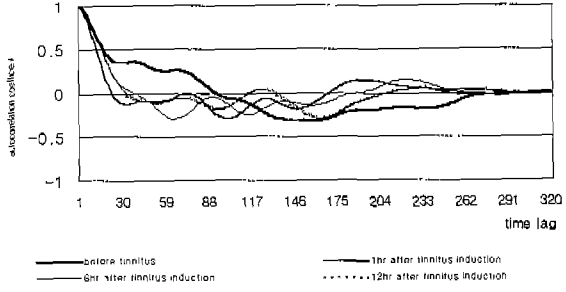
$$\bar{\rho}(v) = \frac{\sum_{t=1}^{n-v} (x(t) - \bar{x})(x(t+v) - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x(t) - \bar{x})^2}, \quad v < n \quad (2)$$

자기상관계수를 관찰할 때 분석하고자 하는 신호가 주기성을 가지고 있으면 높은 값을 보이게 된다. 그리고, time lag가 증가함에 따라 급격히 영(zero)으로 감소한 후 time lag가 영값에 머물게 되면 일정 경향을 보이지 않는 short memory의 신호임을 알 수 있다. 그림 6에 무자극시 각 실험조건에서의 정규화된 ABR과 ECochG로부터 구한 자기상관계수를 time lag에 대하여 구성한 파형이 나타나 있다.

이명유발 전과 후(이명유발 후 1시간, 6시간, 12시간), 그리고 이명유발 후 전기자극을 가하지 않은 상태(이명유발 후 1시간)에서와 전기자극을 가한 상태(이명유발 5시간 후)에서의 자기상관계수를 구하여 변수를 추출하였다. ABR과 ECochG의 자기상관계수 파형으로부터 전체 구간에서의 계수들의 합을 변수로 취하였다. 이때 자기상관계수가 1에 가까운 양(+)의 값을



(a) no stimulation



(b) stimulation

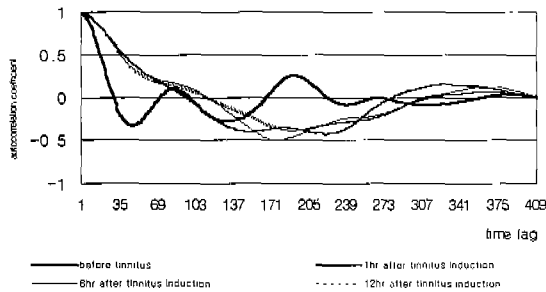
그림 7. 전기자극을 인가하지 않은 상태와 인가한 상태에서 이명유발 전과 1, 6, 12시간이 경과했을 때의 ABR 자기상관계수의 변화  
Fig. 7. Variations in ABR's autocorrelation coefficients before tinnitus induction and 1, 6, 12 hours after tinnitus induction with and without electrical stimulation

보인다면 residual이 동일한 부호를 갖고 연속적으로 나타나고 있음을 의미하며, 음(-)의 값을 갖는 것은 residual의 부호가 급격히 변화하는 형태를 보이는 신호라고 해석할 수 있다.

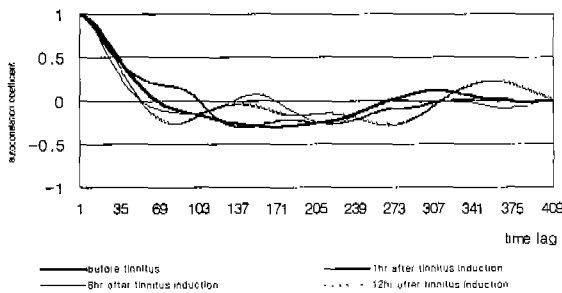
현재 이명의 진단을 위해서 사용하고 있는 ABR의 분석은 말초성 이명의 경우에는 I파 잠복기의 연장을 보이고 중추성 이명인 경우에는 V파가 시간축상에서 지연을 보이고 있음을 관찰하고, ECochG의 경우에는 SP(summing potential)와 AP(action potential)의 변화를 관찰하여 진단에 이용하고 있다. 그러나, 이러한 판단이 생리학적인 확실한 근거에 의해서 이루어지는 것은 아니지만 이명의 진행과정을 반영하고 있으므로 이들 파형의 변화 추세에 대한 분석이 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 즉, 각 파형의 변화 추세를 나타내는 자기상관계수를 구하고, 각 실험조건에서의 계수들의 합을 구함으로써 변화량을 비교할 수 있게 된다.

### 결과 및 고찰

그림 7과 그림 8은 50dB의 음자극에 대한 각 실험조건에서의 ABR과 ECochG 자기상관계수 파형을 전기자극시와 무자극시로 구분하여 비교한 것이다. 전기자극을 가하지 않은 경우인 그



(a) no stimulation

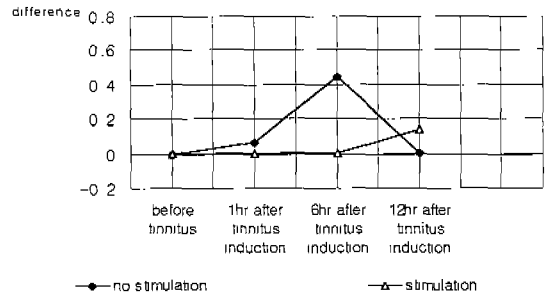


(b) stimulation

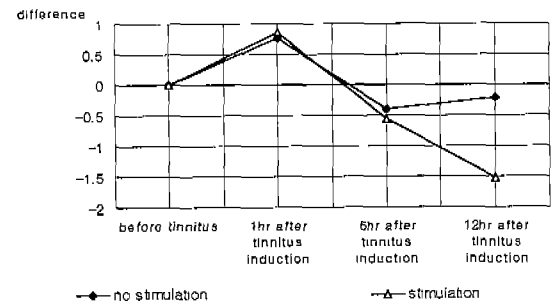
그림 8. 전기자극을 인가하지 않은 상태와 인가한 상태에서 이명유발 전과 1, 6, 12시간이 경과했을 때의 ECochG 자기상관계수의 변화  
Fig. 8. Variations in ECochG's autocorrelation coefficients before tinnitus induction and 1, 6, 12 hours after tinnitus induction with and without electrical stimulation

림 7(a)에서는 ABR의 자기상관계수 파형이 이명유발 전과 비교할 때 이명유발 후의 값들은 1시간 후까지는 거의 동일한 수준으로 유지되다가 6시간 후에는 time lag 150이전까지 상하로 크게 변화하며, 12시간 후에는 그 정도가 약해지는 하지만 여전히 변화하고 있음을 알 수 있다. 그러나, 전기자극을 가한 경우인 그림 7(b)에서의 변화는 그림 7(a)의 경우에 비하여 변화 폭이 크기는 하지만 거의 영(zero)점 부근에서 변화함을 알 수 있다. ECochG의 경우에는 무자극시에 그림 8(a)에서 볼 수 있듯이 이명유발 전에 비하여 이명유발 후 1-12시간 경과했을 때의 파형이 거의 일정한 형태로 유지됨을 볼 수 있다. 그러나 자극을 인가했을 때인 그림 8(b)에서는 이명유발 6시간 이후부터 자기상관계수의 값이 변화하고 있음을 알 수 있다. 따라서, 각 실험조건에서 ABR과 ECochG의 자기상관계수를 구한 파형으로부터 변수를 구하여 이명유발 후 전기자극을 인가하였을 때의 변수값들을 비교하였다.

그림 9는 ABR과 ECochG의 자기상관계수의 함을 변수로 취하여 이명유발전의 변수 값을 기준(0)으로 하였을 때 각 실험조건에서의 변수 값들의 증감을 나타내고 있다. 즉, 이명유발 전의 변수 값보다 이명유발 후의 변수 값이 증가하였으면 변화된 절대 값만큼 양(+ )의 값으로 나타나며, 감소하였을 때는 그 차



(a) ABR



(b) ECochG

그림 9. 네 단계 실험조건에서 전기자극, 무자극에서의 ABR와 ECochG의 변화 추세 비교  
Fig 9. Comparison of ABR and ECochG parameter values for electrical stimulation and no stimulation in each experimental condition

이 값이 음(-)의 값으로 나타난다. 그림 9(a)에서 볼 수 있듯이 ABR에서 무자극 시에는 변수 값의 차이가 이명유발 1시간 후까지는 변화가 거의 없다가 6시간에 도달하면서 급격히 증가함을 보이고 그 후 12시간에 들어서면서 원상태로 복귀되고 있음을 나타내고 있다. 반면에 자극시에는 이명유발 전의 값과 비교하여 12시간에 들어서서 약간 증가함을 제외하고는 거의 변화가 없음을 볼 수 있다. 이는 salicylate 투여 후 6시간이 경과하였을 때 이명유발의 효과가 극대화 되었으며, 전기자극은 이명유발을 억제시키고 있음을 의미한다고 볼 수 있다. ECochG는 ABR의 peak I 을 대체할 수 있는 의미를 가진 신호로서 각 실험조건에 대한 그 값의 변화가 그림 9(b)에 나타나 있다. 전기자극을 인가하지 않은 상태인 이명유발 전과 유발 후 1시간까지는 거의 같은 쪽으로 증가하다가 전기자극을 인가한 이후인 이명유발 6시간 후까지도 거의 동일한 값으로 감소하고 있음을 보이고 있다. 또한 이명유발 12시간 후에는 무자극시의 변수 값은 최초의 상태로 복귀하는 형태를 보이고 있으나, 전기자극시에는 오히려 더욱 큰 값으로 감소함을 알 수 있다. 이는 전기자극이 초기의 ECochG 변화에는 큰 영향을 미치지 않고 있음을 나타내며, 오히려 전기자극의 영향은 12시간 이후에 큰 폭의 차이로 나타나고 있었다. 이는 청각신경섬유에 의해 발생하는 com-

pound action potential은 청신경 전달 경로의 원거리(distal part)에 대한 정보를 제공하고 있으므로 이명 모델에 대한 영향이 낮게 나타나는 것이 아닌가 생각된다. 따라서, 실험의 시간을 연장하여 그 변화추세를 관찰할 필요가 있을 것으로 보인다.

결국 전기자극은 이명유발 모델에서 청각기관의 전기적신호인 ABR과 ECochG에 영향을 미치고 있음을 의미하는 것이라 할 수 있다. 본 연구의 결과를 토대로 전기자극이 이명의 치료를 위한 보다 객관적인 방법으로 이용될 수 있음을 의미하며, 청각시스템의 병변이 존재하는 부위에 대한 진단 및 치료조건의 설정 및 앞으로 청각시스템의 전기적 모델링을 위한 중요한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

## 결 론

Jastreboff 이명유발 모델에 음(-) 전기자극을 인가하였을 때의 ABR과 ECochG 파형의 자기상관계수의 변화를 관찰한 결과 이명유발 후 전기자극을 인가하였을 때, ABR 변수는 이명유발 6시간 이후에 최대 변화를 보이고 12시간이 지나면서 자극을 가하지 않았을 때의 값으로 복귀되었으며, ECochG 변수는 이명유발 12시간 이후에 자극을 가하지 않았을 때의 값보다 큰 폭으로 감소함을 확인하였다. 즉, 본 연구의 결과로부터 얻은 결론은 다음과 같이 요약될 수 있다.

1. Jastreboff 이명유발 모델에 전기자극을 인가하였을 때의 ABR과 ECochG 분석을 통하여 전기자극이 청각시스템에 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 이는 보다 객관화된 이명의 진단 및 치료조건의 설정과 향후 청각 시스템의 전기적인 모델링을 위한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

2. 전기자극이 이명치료를 위한 방법으로 이용될 수 있으며, 자극조건을 더욱 세분화하고 자극부위에 대한 구체적인 연구가 수행된다면 이명의 진단 및 치료기의 개발에 기여할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

1. R. S. Tyler, and W. B. Babin, Tinnitus. Ear and Cranial Base, Amsterdam, Elsevier Science Publishing Co., pp. 3031-3053, 1991
2. 전병훈, 본인회, "이명의 진단과 치료", 가정의학지, 15권, 6호, pp. 287-301, 1994
3. P. J. Jastreboff, and J. W. Hazell, "A neurophysiological approach : clinical implications", British Journal of Audiology, Vol. 27, pp. 7-17, 1993
4. S. K. Lau, W. L. Wei, and J. S. Sham, "Early changes of auditory brainstem evoked response after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma-A prospective study", Laryngology and Otolaryngology, Vol. 106, pp. 887-892, 1992
5. A. Shulman, and M. R. Seitz, "Central Tinnitus Diagnosis and Treatment Observation Simultaneous Binaural Auditory Brain Responses with Monaural stimulation in the Tinnitus Patient", Laryngoscope, Vol. 91, pp. 2025-2036, 1981
6. A. Shulman, Electrical Stimulation in Tinnitus, London, Wiley Publishing Co., pp. 514-531, 1991
7. J. W. Hazell, L. E. Meerton, and R. Ryan, "Electrical tinnitus suppression", Hear J., Vol. 42, , pp. 26-33, 1989
8. F. K. Kuk, "Alternating current of the eardrum for tinnitus reduction", J. Speech Hear Res., Vol. 32, pp. 393-400, 1989
9. M. Emgleberg, and W. Bauer, "Transcutaneous electrical stimulation for tinnitus", Laryngoscope, Vol. 95, pp. 1167-1173, 1985
10. 김경식, 박진우, 임재중, "전기자극이 ABR과 ECochG에 미치는 영향에 관한 연구", 대한의용생체공학회 추계 학술대회 논문집, 18권, 2호, pp. 240-242, 1996
11. C. Eiberling, "The Use of Templates and Cross Correlation Functions in the Analysis of Brain Stem potentials", scand Audiol, Vol. 8, pp. 187-190, 1979
12. P. J. Jastreboff, J. F. Brennan, and C. T. Sakaki, "An Animal model of Tinnitus", Laryngoscope, Vol. 98, pp. 280-286, 1988
13. P. J. Jastreboff, J. F. Brennan, and C. T. Sakaki, "Quinine-Induced Tinnitus in Rats", Arch. Otolaryngol Head Neck Surg., Vol. 117, pp. 1162-1166, 1991
14. P. J. Jastreboff, and C. T. Sasaki, "Salicylate-induced changes in spontaneous activity of single units in the inferior colliculus of the guinea pig", J. Acoust. Soc. Am., pp. 1384-1391, 1986