

Coats Electrode를 이용한 고막외적 유도법에 의한 전기와우도

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실
전경명 · 고의경 · 윤종근 · 노환중

= Abstract =

Extratympanic Electrocochleography with Coats Electrode

Kyong-Myong Chon, M.D., Eui-Kyung Goh, M.D.,
Jong-Geun Yoon, M.D., Hwan-Jung Roh, M.D.

*Department of Otolaryngology, College of Medicine,
Pusan National University*

Electrocochleography(ECoG) is a method of recording the stimulus-related potentials of the cochlear and auditory nerve. Clinically the electrodes used for ECoG recording in human are classified as invasive or noninvasive depending on whether or not they penetrate the ear drum. Non-invasive extratympanic ECoG was performed on 46 normal hearing ears and 40 ears with positive recruitment of other origin than endolymphatic hydrops with Coats electrode. We have measured the normal value of latency and amplitude of SP, AP and SP/AP ratio at 87dB HL of alternating broad band & 1K, 4K, 8KHz narrow band click sound and compared the latency and amplitude on normal hearing ears and cochlear learning ears at same condition.

We also compared the amplitude and the latency of SP, AP and SP/AP with transtympanic and extratympanic ECoG in normal hearing ear.

The results were as follows :

- 1) There were no significant different latency and amplitude of SP and AP according to frequency of click stimuli. And maxium value of amplitude with minium SD was obtained at broad band click. In normal hearing ears, the amplitude of SP and that of AP were 0.58 ± 0.44 and $4.14 \pm 0.74 \mu V$ respectively and the latencies of SP and AP were $1.09 \pm 0.14 msec$ and $1.66 \pm 0.11 msec$ respectivley at 87dB HL broad band click.
- 2) There were significant decreased amplitudes of SP and AP of cochlear hearing loss ears than normal hearing ears at each frequencies($p < 0.05$).
- 3) There were significant prolonged latencies of SP and AP of cochlear hearing loss ears than normal hearing ears at each frequencies.
- 4) Although the amplitudes of SP and AP with noninvasive extratympanic ECoG were 1/6

to 1/7 of that with invasive transtympanic ECoG, SP/AP with extratympanic and transtympanic ECoG of normal hearing ears were nearly equal and about 0.46.

5) Authors concluded that extratympanic ECoG recording with Coats electrode is enough diagnostic tool for inner ear disease.

KEY WORDS : Extratympanic ECoG · Coats electrode.

서 론

연구대상 및 방법

와우와 인접한 곳에 전극을 두어 음자극으로 유발된 와우와 청신경의 유발 전위를 측정하는 전기와우도(electrocochleography)는 내이 질환, 특히 메니에르병 등의 내임파수종의 진단에 유용하다.

이런 전위를 측정하는 전기와우도의 측정 방법은 전극을 놓는 방법에 따라 여러 방법이 있으나, 크게 침습적(invasive) 방법과 비침습적(noninvasive) 방법으로 나눌 수 있다. 침습적 방법은 동물 실험이나 연구목적으로 시행되지만 수술적 요법이 필요하여 사람에게 사용하는데 제한이 있는 round window recording과, 정원장 가까이 와우용기에 needle 형태의 전극을 대는 고실내 유도법이 있다. 고실내 유도법은 임상적으로 안정된 전위와 재현성이 높지만, 고막을 마취하고 천자하여 전극을 고실의 와우용기에 고정시켜야 하는 침습적인 이파적 술기가 필요하기 때문에 실제 임상에서 사용하는데 어려움이 있다.

이러한 단점 때문에 비침습적인 방법에 의한 전기와우도에 대해서 많은 연구가 시행되어 고막외적인 방법으로도 측정이 가능하게 되었다. 이에 저자는 내임파수종 등 내이질환의 진단에 비침습적인 방법에 의한 전기와우도를 응용하기 위해서 본 연구를 시행하였다. Coats에 의해 고안된 고막외적인 방법으로 전기와우도를 측정할 수 있는 Coats electrode를 이용하여 정상인에서 전기와우도를 측정하여 정상치를 구하였고, 이를 내임파수종이 원인인 아닌 내이성난청 환자의 결과와 비교 검토하였다.

1. 대 상

연구대상을 정상인은 과거력상 이질환 및 신경학적 질환을 앓은 적이 없고 순음 청력검사상 그 역치가 모든 주파수에서 20dB이내에 속하는 24세에서 50세 사이의 정상 성인 22명 36귀를 대상으로 하였으며, 내이성 난청 환자는 청력장애를 주스로 본원 이비인후과를 내원한 환자중 내임파수종이 원인이 아닌 순음 청력검사 및 소증폭인지도 검사에서 내이성 난청으로 판명된 환자 15명 20귀를 대상으로 하였다.

2. 방 법

피검자는 의이도를 2% H₂O₂와 Alcohol로 세척한 후 1974년 Coats¹¹⁾에 의해 고안된 플라스틱의 한쪽 끝에 silver ball을 장착한 V자 모양의 Coats 전극(도 1)을 활성 전극으로 의이도에 삽입하여 고막의 후하방에서 외측으로 4mm 내에 위치하도록 하였으며^{10,11)}(도 2), 기준전극은 동측 유양돌기에 장착하였다. 검사기계로 Cadwell Quantum 89형의 전위 유발기계(evoked potential system)와 TDH 39 ECoG headphone을 사용하였으며, 음자극은 100 msec의 broad band 와 1K와 4K, 8KHz의 narrow band alternating click음을 87dB HL의 크기로 매초당 10회씩 총자극 횟수는 1000회로 하였다.

진폭 및 잠복기의 측정은 기준선에서 AP극점의 최대 굴곡점까지를 AP 진폭으로, 기준선에서 AP의 상향 곡선의 굴곡점까지를 SP의 진폭으로 하였고, 자극음의 개시부터 각각의 극점의 최대 굴곡이 되는점까지의 경과시간을

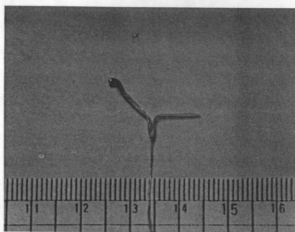


Fig. 1. Coats electrode : Plastic leaf is folded together and inserted into canal ; Ball electrode is placed against the canal wall.

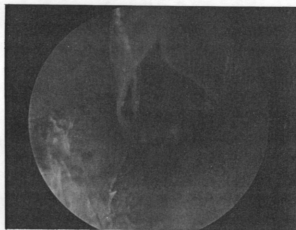


Fig. 2. Active electrode placing at postero-inferior portion of the external auditory canal within 4 mm from annulus.

잠복기로 하였다(도 3). Summating potential (SP) 및 Action potential(AP)의 잠복시간 (msec), 진폭(μV), SP/AP의 진폭비를 측정하여 자극의 종류에 따른 SP 및 AP의 잠복시간과 진폭 및 SP/AP의 진폭비의 차이를 t-test를 이용하여 통계학적으로 비교하였다.

결 과

1. 정상인에서 주파수에 따른 SP, AP의 진폭, 잠복기 및 SP/AP비의 관계

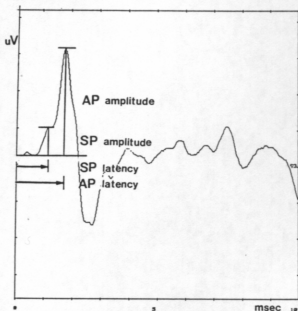


Fig. 3. Measuring of amplitude and latency of SP and AP

87dB의 broad band click 음으로 자극하였을 때 SP 잠복기는 1.09 ± 0.12 msec이며, 1K, 4K, 8KHz의 click음으로 자극하였을 때는 각각 1.11 ± 0.10 msec, 1.12 ± 0.13 msec, 1.09 ± 0.14 msec로 click음의 주파수간의 차이는 거의 없었다. AP 잠복기도 각각 1.66, 1.60, 1.67, 1.67 msec로 자극음의 주파수간에 차이는 거의 없었다($p > 0.05$)(표 1, 도 4).

SP의 진폭은 broad band click음에서 $0.58 \pm 0.32 \mu\text{V}$ 이었고 1K, 4K, 8KHz의 click음에서 각각 0.53, 0.55, $0.54 \mu\text{V}$ 이었으며, AP의 진폭은 각 자극음의 주파수별로 각각 2.13, 2.08, $2.09 \mu\text{V}$ 로 SP 및 AP의 진폭은 각 자극음별로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)(표 1, 도 5).

SP/AP비도 자극음의 주파수 변화에 대해 0.26 ± 0.06 에서 0.27 ± 0.07 로 거의 일정하여 자극음간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

2. 내이성난청 환자에서 주파수에 따른 SP, AP의 진폭, 잠복기 및 SP/AP비의 관계
87dB의 broad band click 음으로 자극하였을 때 SP 잠복기는 1.29 ± 0.28 msec이며, 1K, 4K, 8KHz의 click음으로 자극하였을 때 각각 1.24 ± 0.34 msec, 1.24 ± 0.34 msec, 1.36 ± 0.14

Table 1. Change of the latency, the amplitude and SP/AP according to frequency of click stimuli in normal persons

(mean \pm SD)

Frequency	latency (msec)		Amplitude (μ V)		SP/AP
	SP	AP	SP	AP	
Broad	1.09 \pm 0.12	1.66 \pm 0.11	0.58 \pm 0.32	2.13 \pm 0.73	0.26 \pm 0.06
1KHz	1.11 \pm 0.10	1.60 \pm 0.40	0.53 \pm 0.23	2.08 \pm 0.76	0.26 \pm 0.06
4KHz	1.12 \pm 0.13	1.67 \pm 0.11	0.55 \pm 0.24	2.09 \pm 0.79	0.27 \pm 0.07
8KHz	1.09 \pm 0.14	1.67 \pm 0.11	0.54 \pm 0.22	2.06 \pm 0.72	0.27 \pm 0.06

SP : summing potential, AP : action potential

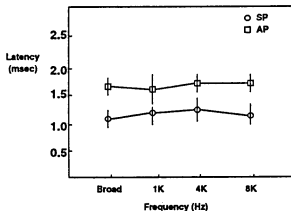


Fig. 4. Latency of SP and AP according to frequency.

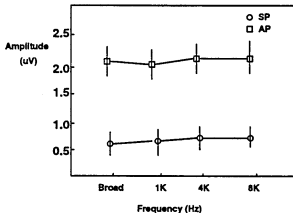


Fig. 5. Amplitude of SP and AP according to frequency.

msec로 click음의 주파수간의 차이는 거의 없었다. AP 잠복기도 각각 1.87, 1.87, 1.87, 1.87 msec로 자극음의 주파수간에 차이는 거의 없었다($p > 0.05$)(표 2, 도 6).

SP의 진폭은 broad band click음에서 $0.41 \pm 0.16 \mu$ V이었고 1K, 4K, 8KHz의 click음에서 각각 0.34, 0.35, 0.41μ V이었으며, AP의 진폭은 각

자극음의 주파수별로 각각 1.37, 1.40, 1.58μ V로 SP 및 AP의 진폭은 각 자극음별로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)(표 2, 도 7).

SP/AP비도 자극음의 주파수 변화에 대해 0.25 ± 0.07 에서 0.28 ± 0.10 으로 거의 일정하여 자극음간에 유의한 차이는 없었다($p < 0.05$).

Table 2. Change of latency, amplitude and SP/AP according to frequency of click stimuli in cochlear hearing loss patient

(mean \pm SD)

Frequency	latency (msec)		Amplitude (μ V)		SP/AP
	SP	AP	SP	AP	
Broad	1.29 \pm 0.28	1.87 \pm 0.29	0.41 \pm 0.16	1.53 \pm 0.66	0.27 \pm 0.10
1KHz	1.24 \pm 0.34	1.87 \pm 0.29	0.34 \pm 0.17	1.37 \pm 0.56	0.27 \pm 0.10
4KHz	1.24 \pm 0.34	1.87 \pm 0.31	0.35 \pm 0.16	1.40 \pm 0.55	0.25 \pm 0.07
8KHz	1.36 \pm 0.14	1.87 \pm 0.28	0.41 \pm 0.18	1.58 \pm 0.58	0.28 \pm 0.10

SP : summing potential, AP : action potential

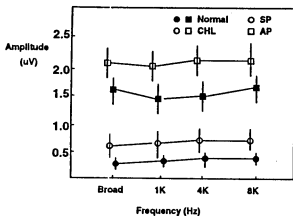


Fig. 6. Amplitued and -SP/AP of normal and Cochlear hearing loss(CHL).

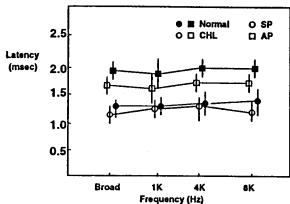


Fig. 7. Latency and -SP/AP of normal and Cochlear hearing loss(CHL).

3. Click 자극에 대한 정상인과 내이성 난청 환자의 SP 및 AP 진폭의 비교

정상인에서 각 주파수에 대한 SP 진폭은 $0.53\mu\text{V}$ 에서 $0.58\mu\text{V}$ 로 주파수간의 차이는 없었다. 내이성난청 환자에서는 0.34 에서 $0.41\mu\text{V}$ 로 주파수간의 차이는 없었으나($p>0.05$), 각 주파수에서 정상인의 역치에 비해 유의하게 감소된 소견을 보였다($p<0.05$). 정상인의 AP 진폭은 $2.06\mu\text{V}$ 에서 $2.13\mu\text{V}$ 로 주파수간의 차이가 없었으며($p>0.05$), 내이성난청 환자에서는 $1.37\mu\text{V}$ 에서 $1.58\mu\text{V}$ 로 주파수간의 차이는 없었으나, 정상인의 역치에 비해 유의하게 감소된 소견을 보였다($p<0.05$) (도 8).

4. Click 자극에 대한 정상인과 내이성 난청 환자의 SP/AP비의 비교

정상인의 SP/AP비는 0.26 에서 0.27 로 주파수간의 차이는 없었으며($p.05$), 내이성난청 환자에서도 0.27 에서 0.28 로 주파수간의 차이는 없었으며($p>0.05$), 정상인과 통계학적 차이는 없었다($p>0.05$) (도 9).

5. Click 자극에 대한 정상인과 내이성 난청 환자의 latency의 비교

정상인에서는 각 주파수에 대한 SP 잠복기는 1.09 msec에서 1.12 msec로 주파수간의 차이가 없었으며($p>0.05$), 내이성난청 환자에서는 1.24 msec에서 1.36 msec로 역시 주파수간에는 유의한 차이가 없었으나($p>0.05$), 정상인의 잠복기보다 유의하게 길어짐을 볼 수 있었

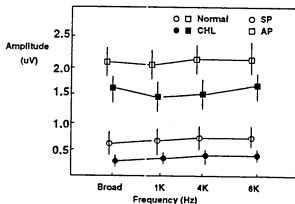


Fig. 8. The amplitude of SP and AP according to frequency of click stimuli in normal and cochlear hearing loss (CHL).

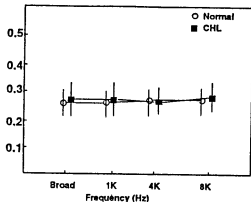


Fig. 9. SP/AP according to frequency of click stimuli in normal and cochlear hearing loss(CHL).

고($P < 0.05$), 정상인의 AP 잠복기는 1.60 msec에서 1.67 msec로 주파수간의 차이가 없었으며($p > 0.05$), 내이성난청 환자에서는 각 자극음마다 1.87 msec로 주파수간의 차이는 없었으나($p > 0.05$), 정상인의 잠복기보다 유의하게 차이가 있었다($P < 0.05$) (도 10).

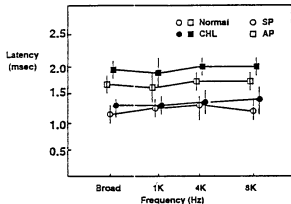


Fig. 10. The latency of SP and AP according to frequency of click stimuli in normal and cochlear hearing loss(CHL).

고 안

메니에르병을 비롯한 내이과수종의 진단은 환자의 병력, 청각검사 및 전정기능검사에 의존하고 있지만 확진에는 어려움이 많다³³⁾. 전기와우도는 와우의 인접한 곳에 전극을 두어 음자극으로 와우와 청신경의 생체 전위를 유발하여 발생하는 cochlear microphonics (CM), summing potential(SP), action potential (AP)의 3가지 전위를 측정하여 내이 질환을 진단하는데 추가적인 유용한 정보를 제공할 수 있다^{10,23)}.

CM은 내이로부터 발생하는 전위중 가장 먼저 나타나는 교류(alternating current)전위로 자극이 와우에 도달한 후 즉각적으로 나타낸다³⁰⁾. 발생 기원은 cochlea의 최기저부의 외유모세포로 알려져 있으나 실제적으로 변환과정은 잘 알려져 있지 않다¹⁰⁾. 자극음이 보통 artifactual microphonic과 구별하기 어려워, 와우에서만 혼합되지 않은 CM을 측정가능하나,

교대상 click음을 사용하여 CM과 자극 artifact를 상쇄할 수 있다⁹⁾. CM의 진폭은 전극의 종류와 위치에 따라 변하며, 전극이 발생원으로 부터 멀어질수록 진폭은 감소되며, 또한 CM의 역치는 청력역치와 관련이 없으며, 내이 병변이 있는 몇몇 환자에서 CM의 진폭의 감소와 파형의 변화가 나타난다고 보고하고 있으나^{28,33)}, CM의 반응이 다양하고 실질적으로 해석하기 어려워 임상적으로 흔히 사용되지 않는다³⁵⁾.

SP는 Davis 등¹³⁾과 Bekesy⁷⁾에 의해 처음 설명되었으며, CM과 달리 직류(direct current)와우전위로서 와우의 음전달 과정에서 일어나는 고실계(scala tympani)와 전정계(scala vestibuli)간의 직류(direct current)의 압력 차이를 일으키는 기저막의 비대칭으로 인해 일어나며^{1,14,43)}, Goin 등²⁵⁾은 일반적으로 기저막이 고실계쪽으로 움직이면 negative SP가, 전정계쪽으로 움직이면 positive SP가 나타난다고 하였다. CM보다 와우의 특징지역으로부터 유모세포의 활성을 잘 반영하며, 교대상 자극음을 가하여 CM이 억제되면 분명한 SP를 얻을 수 있다⁶⁾. SP는 자극음의 강도와 주파수 및 기록 방법에 따라 극성과 강도가 변하는 복잡한 반응으로 알려져 있어^{12,38,41)}, 비침습적 방법의 전기와우도에서는 일반적으로 negative shift를 특징으로 한다¹¹⁾. 메니에르병에 대한 SP의 변화에 대한 많은 연구가 있었는데 Eggermont 등¹⁸⁾은 고실내 유도법을 사용하여 증가된 SP 진폭을 보고하면서, 개인에 따른 차이가 많아 임상적으로 적용하기가 매우 어렵다고 보고하였으나, Gibson과 Prasher 등²⁴⁾은 메니에르병 환자의 65%에서 SP/AP비가 증가되었으며, 이것은 SP의 증가에 원인이 있고 진단적 가치가 있다고 보고하였으며, 고막외적 유도법을 이용한 전기와우도상 Coats¹¹⁾은 메니에르병 환자의 67%에서, Kitahara 등²⁷⁾은 67%에서 비정상적으로 증가된 보고를 하였다. 일반적으로 전기와우도에서 -SP 진폭의 dominance 현상은 메니에르병의 나타나고^{21,29)}, 비가역적 감각 신경성 난청에서는 SP 진폭이 감소한다고 알려져 있으며³³⁾, 이것은 유모세포의 감소에 의한

것으로 알려져 있다²¹⁾. 그러나 SP는 메니에르 병 환자에서 진단적 중요성이 있지만 개인에 따라 차이가 매우 크기 때문에 항상 민감하고 만족할만한 진단적 지표로 이용되지 않는다⁹⁾.

AP는 역사적으로 가장 널리 연구된 전기와우도 반응이며⁹⁾, 이는 수천개의 청신경 단위 (auditory neuron)가 동시에 일으키는 부하의 총합을 나타내며^{18,32,33,37)}, click음을 이용하여 얻어진 AP는 주로 와우의 기저부에 놓여 있는 청신경으로 부터 유도된다^{4,16,19)}. 자극 강도, 주파수 및 자극음의 빈도 등에 따라 AP의 진폭과 잠복기가 변하는 것으로 알려져 있고¹⁷⁾, 자극강도가 감소하면 진폭은 감소하고, 잠복기는 증가하게 되며, 자극음의 간격이 증가하게 되면 SP 진폭은 거의 변화하지 않으나, AP 진폭은 adaptation에 의하여 감소하게 되어 SP가 분명하지 않을 경우 자극 빈도를 증가시켜 AP와 SP를 분리하여 측정할 수 있다^{4,16,19)}. SP 및 AP의 진폭은 개체간의 차이가 있기 때문에 SP의 진폭의 증가보다는 SP와 AP의 진폭의 비(SP/AP)가 개체간의 차이가 거의 없으므로 믿을만한 소견으로 임상에서 응용되고 있으나^{10,20,21,25,28)}, SP/AP가 증가하였다고하여 항상 메니에르병으로 진단하지는 않는다¹⁶⁾. 또한 전기와우도의 AP와 전기뇌간반응의 제I파는 청신경 말단에서 발생하는 같은 전위이므로³⁰⁾, 상당한 청력소실 환자에서 전기뇌간반응검사의 제I파를 enhancement시켜 I 파와 V 파간의 잠복기의 측정이 가능하게 되었다^{4,37)}.

임상적으로 전기와우도의 측정방법은 활성전극이 고막이나 외이도 피부를 관통하는 유무에 따라 침습적 방법과 비침습적 방법으로 크게 나눌 수 있으며, 침습적 방법인 고실내 유도법은 수술중 시행할 수 있는 round window recording, 고막 마취후 고막 천자를 통해 가는 전극을 정원창 가까이 위치시키는 고실내 유도법(transtympanic recording)이 있다. 비침습적 방법은 전극을 고막에 접촉시키는 tympanic membrane recording과 고막을 가까이 위치시키는 외이도에 전극을 놓는 고막외적 유도법(extratympanic recording)이 있다²⁷⁾. 와우전위를 측정하는데 고실내 유도법이

전위가 크고 SP 검출 및 해석이 쉽기 때문에 널리 쓰이고 있으나 고막을 마취후 고막 천자를 통해 전극을 와우유기에 위치시키는 이과적 술기가 필요하며, 전극을 항상 일정한 곳에 고정하기가 어렵고, 와우 기저회전을 향해 편향된 전위 기록이 나타날 수 있는 단점 때문에 실제 임상에서는 어려움이 많다^{26,36,45)}.

여러가지 고막외적인 방법으로도 와우 전위의 측정이 가능하게 되었는데 Yoshie 등⁴²⁾은 국소 마취 후에 외이도 벽에 needle implant를 사용하여 측정하였고 Sohmer와 Feinmesser³⁹⁾는 귓볼(ear lobe), Spreng과 Keidel⁴⁰⁾은 유양돌기에서 측정하였으나 전위가 작고 임상에서 재현성이 좋지 않으며, SP의 검출 및 해석이 어려워 널리 이용되지 않고 있으나^{1,26,29)} 최근 외이도에 전극이 위치하는 고막외적 방법에 대한 많은 연구의 결과로 SP와 AP를 측정할 수 있게 되었다. 이러한 고막외적 방법은 마취가 필요없고 earphone을 쉽게 사용할 수 있으며, 전극을 일정한 곳에 고정하여 측정할 수 있는 장점이 있다^{4,31)}.

고막외적 방법으로 전기와우도를 측정함에 있어서는 와우전위의 진폭에 영향을 미치는 여러 요인중 전극을 와우전위 발생부에 가까이 위치시키는 것이 매우 중요하다. 와우유기에서 측정된 와우전위는 발생 부위에 근접해 있으므로 진폭이 아주 크지만, 고막 윤상인대(tympanic annulus)에 가까운 외이도에서 측정된 진폭은 정원창 부위에서 측정된 진폭의 약 1/5~1/10에 불과 하다⁴⁴⁾. 표 4에서 보는바와 같이 정상인을 대상으로 본 교실에서 전 등³⁾에 의해 고실내 유도법에 의해 측정된 SP진폭은 3.55 μ V이었고, AP진폭은 13.49 μ V로 본 연구의 결과 0.58, 2.13 μ V에 비하면 6~7배의 진폭을 얻을 수 있었다. 그러나 SP와 AP의 잠복기는 고실내 유도법과 외이도 유도법으로 측정된 본 연구의 결과와 큰 차가 없었고, 특히 내인파수종의 진단에 제일 중요한 지표라고 알려진 SP/AP비에 있어서는 고실내 유도법이 0.27, 본 연구는 0.26으로 거의 비슷하였다.

내인파수종이 아닌 내이성난청 환자의 전기와우도의 측정 결과는 SP의 진폭은 정상인

Table 3. Amplitude and latency of SP and AP with transtympanic and extratympanic recording ECoG at 87 dB HL alternating broad band click in normal persons

	Transtympanic	Extratympanic
SP latency (msec)	1.35±0.05	1.09±0.12
amplitude (μV)	3.55±1.38	0.58±0.32
AP latency (msec)	1.76±0.07	1.66±0.11
amplitude (μV)	13.49±5.30	2.13±0.73
SP/AP	0.27±0.06	0.26±0.06

SP : summing potential,

AP : action potential

에서는 주파수에 따라 0.53~0.58μV에 비해 내이성난청군은 0.34~0.41μV로 유의하게 감소된 소견을 보였다. AP 진폭은 정상인에서는 2.06~2.13μV이었으나 내이성난청 환자군에서는 1.37~1.58μV로 역시 유의하게 감소된 소견을 보였다. 이러한 SP와 AP의 진폭의 감소는 Eggermont¹⁵⁾에 의해 보고된 청력이 저하된 내이성 난청환자에서 진폭이 감소한다는 결과와 일치하였다. 그러나 SP/AP비에 있어서는 정상인은 주파수별로 0.26~0.27, 내이성난청 환자군은 0.27~0.28로 두 군간에 큰 차가 없었고, 메니에르병에서 이 비가 0.4 전후라고 보고한 고²⁾, 0.37 이상이라고 보고한 Arenberg 등⁶⁾, 0.35 이상이라고 보고한 Gibson²¹⁾, 0.45 이상이라고 보고한 Coats⁹⁾와 비교하여 현저한 차가 있으므로 내이성 난청 환자에서 내임파 수중을 진단할 때 유용하게 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

정상인에서 SP/AP비는 자극음의 종류, 강도, 자극과 자극사이의 시간에 따라 다른데 Gibson 등²²⁾은 0.21, Arenberg 등⁶⁾은 0.25, Gibson²¹⁾은 0.25, 藤生⁵⁾은 0.26, Kumagami 등²⁸⁾은 0.30으로 조금씩 차이가 있지만 0.25전후라고 보고하고 있고 본 연구에서는 0.26에서 0.27로 다른 저자들들과 비슷한 결과를 얻었다. 일반적으로 유모세포에 손상을 받은 감각신경성난청 환자에서 전기와우도상 SP/AP비는 감소되어 이것은 유모세포의 장애가 SP의 진폭의 감소를 나타낸다고 하였고, Ohashi와 Takeyama²⁵⁾는 유모세

포에 장애를 받은 감각신경성 난청 환자중 SP/AP비가 65%에서 정상범위였음을 보고하였고, 이것은 AP의 진폭의 감소와 유모세포 장애로 인한 SP의 진폭의 감소에 의한다고 하여 임상적으로 제한된 가치가 있다고 하였다.

결론적으로 Coats 전극을 이용한 고막외적인 방법의 와우전위의 측정은 고실내 유도법에 의한 와우전위 측정보다는 재현성과 진폭의 크기는 작지만 비침습적이고 환자에게 거의 불편함이 없이 간단한 방법으로 시행할 수 있어 메니에르병과 감각신경성난청에서 내이의 병변을 진단할 수 있다는 결론을 얻었다.

결론

Coats 전극을 이용하여 정상인(22명, 36귀)과 내임파 수중이 원인이 아닌 내이성난청 환자(15명, 20귀)를 대상으로 broad band와 1 KHz, 4KHz, 8KHz의 narrow band click음을 사용한 고막외적 전기와우도를 측정하여 SP와 AP의 잠복기, 진폭과 SP/AP비를 얻었으며, 또한 정상인에서 침습적 방법인 고실내 유도법에 의한 전기와우도의 결과와 비침습적 방법인 Coats 전극을 이용한 고막외적 전기와우도의 결과를 비교하여 다음과 같이 요약한다.

1) Broad와 1KHz, 4KHz, 8KHz narrow band alternating click음에 대한 정상인과 내이성난청 환자에서 각각의 자극음에 대해 SP 및 AP의 진폭은 정상인에 비해 내이성난청에서 유의하게 감소된 소견을 보였으며(p<0.05), SP/AP비는 통계학적 차이가 없었다(p>0.05).

2) Broad와 1KHz, 4KHz, 8KHz narrow band alternating click음에 대한 정상인과 내이성난청 환자에서 SP 및 AP의 잠복기는 정상인에 비해 내이성난청 환자에서 유의하게 연장된 소견을 보였다(p<0.05).

3) 정상인에서 broad와 1KHz, 4KHz, 8KHz narrow band alternating click음에 대한 SP 및 AP진폭, 잠복기 및 SP/AP비는 자극음에 따른 차이가 없었고 broad band click음에서 가장 큰 진폭과 일정한 SP/AP를 얻었다.

4) 정상인에서 고막외적 전기와우도는 침습적 방법인 고실내 유도법에 비해 SP와 AP의 진폭은 1/6에서 1/7으로 감소 하지만 내이질환을 진단하는데 개체간의 차이가 거의 없다고 알려진 SP/AP비는 서로 비슷하였다.

5) 이상으로 Coats 전극을 이용한 정상인과 내이막 수종이 원인이 아닌 내이성난청 환자에서 고막외적 전기와우도 조건을 얻었으며, 향후 비침습적 방법 고막외적 방법으로도 내이질환을 진단할 수 있다는 결론을 얻었다.

References

- 1) 이호기·이원상·심윤주 등 : 고막외적 전기와우도 : I. 성인의 summing potential, action potential, SP/AP 정상치. 한이인지 35 : 681~687, 1992
- 2) 고의경 : 메니에르병 환자에서 고실내 유도법에 의한 전기와우도의 -SP/AP의 임상적 의의. 한이인지 37 : 885~889, 1994
- 3) 전경명·고의경·왕수건 등 : 고실내 유도법에 의한 정상인의 전기와우도. 임상이비 5 : 39~37, 1994
- 4) 차몽철·김희남·심윤주 등 : Guinea pig의 정원창에서 측정한 action potential과 summing potential의 정상치에 관한 연구. 한이인지 41 : 194~401, 1988.
- 5) 麻生 伸·水越鐵理·大井秀載 等 : メニエール病の 蝸電圖所見. 臨床耳鼻 補8 : 444~448, 1986
- 6) Arenberg IK, Obert AD, Gibson WPR : Intraoperative electrocochleographic monitoring of inner ear surgery for endolymphatic hydrops. Acta Otolaryngol Suppl 485 : 54~64, 1991
- 7) Bekesy LG : DC potentials and energy balance of the cochlear partition. J Acoust Soc Am 44 : 49~45, 1950
- 8) Cambell KCM, Faloon KM, Rybak LP : Noninvasive electrodes for electrocochleography. Arch Otolaryngol Head Neck

- Surg 119 : 767~771, 1994
- 9) Cambell KCM, Harker LA, Abbas PJ : Interpretation of electrocochleography in Meniere's disease and normal subjects. Ann Otol Rhinol Laryngol 101 : 496~500, 1994
- 10) Coats. AC : Electrocochleography : Recording techniques and clinical applications. Semin Hear 7 : 447~466, 1986
- 11) Coats AC : On electrocochleographic electrode design. J Acoust Soc Am 56 : 708~711, 1974
- 12) Dallos P, Schoeny ZG, Cheatham MA : Cochlear summing potentials. descriptive aspects. Acta Otolaryngol Suppl 302 : 1~46, 1972
- 13) Davis H, Fernandez C, McAuliffe DR : The excitatory process in the cochlear. Proc Nat Acad 36 : 580~587, 1950
- 14) Durrant JD, Dallos P : On the denervative relationship between stapes movement and cochlear microphonics. J Acoust Soc Am 54 : 1264~1265, 1972
- 15) Eggermont JJ : Summing potentials in Meniere's disease. Arch Otorhinolaryngol 444 : 64~75, 1979
- 16) Eggermont JJ : Summing potentials as a tool in discrimination of various cochlear lesions. Read before the Fourth Symposium, International Electric Response Audiometry Study Group, London, June, 1975
- 17) Eggermont JJ, Odenthal DW : Action potentials and summing potentials in the normal human cochlea. Acta Otolaryngol Suppl 316 : 39~61, 1974
- 18) Eggermont JJ, Odenthal DW, Schmidt PH, et al : Electrocochleography, basic principles and clinical application. Acta Otolaryngol Suppl 316 : 1~7, 1974
- 19) Eggermont JJ, Spoor A : Cochlear adaptation in guinea pigs. Audiology 14 :

- 20) Ferraro JA, Best LG, Arenberg IK : The use of electrocochleography in the diagnosis assessment and monitoring of endolymphatic hydrops. *Otolaryngol Clin North Am* 16 : 69~81, 1983
- 21) Gibson WPR : The use of electrocochleography in the diagnosis of Meniere's disease. *Acta Otolaryngol Suppl* 485 : 46~52, 1991
- 22) Gibson WPR, Moffat DA, Ramsden RT : Clinical electrocochleography in the diagnosis and management of Meniere's disease. *Audiology* 16 : 387~401, 1977
- 23) Gibson WPR, Prasher DK : Electrocochleography and its role in the diagnosis and understanding of Meniere's disease. *Otolaryngol Clin North Am* 16 : 59~68, 1983
- 24) Gibson WPR, Prasher DK, Kilkenny GPG : Diagnostic significance of transtympanic electrocochleography in Meniere's disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 92 : 155~159, 1983
- 25) Goin DW, Staller SJ, Asher DL. et al : Summating potential in Meniere's disease. *Laryngoscope* 92 : 1483~1389, 1982
- 26) Humphries KN, Ashcroft PB, Douek EE : Extratympanic electrocochleography. *Acta Otolaryngol* 83 : 303~309, 1977
- 27) Kitahara M, Takeda T, Yazawa T et al. : Electrocochleography in the diagnosis of Meniere's disease. In *Meniere's disease, Pathogenesis, Diagnosis and Treatment*. KH Volteen(Ed.). Thieme-Stratton, Inc., New York, NY, 1981
- 28) Kumagami H, Nishida H, Baba M : Electrocochleographic study of Meniere's disease. *Arch Otolaryngol* 108 : 284~288, 1984
- 29) Levine SC, Margolis RH, Fournier EM, et al : Tympanic electrocochleography for evaluation of endolymphatic hydrops. *Laryngoscope* 102 : 612~622, 1992
- 30) Moller AR, Janetta PJ : Monitoring auditory functions during cranial nerve. *J Neurosurg* 59 : 494~499, 1983
- 31) Mori N, Asai H, Sakagami M et al : Comparison of summating potential in Meniere's disease between trans-and extratympanic electrocochleography. *Audiology* 26 : 348~355, 1987
- 32) Mori N, Saeiki K, Mastunaga T, Asai H : Comparison between AP & SP parameters in transtympanic and extratympanic electrocochleography. *Audiology* 2 : 707~718, 1980
- 33) Morrison AW, Moffat DA, O'Connor AF : Clinical usefulness of electrocochleography in Meniere's disease : An analysis of dehydrating agents. *Otolaryngol Clin North Am* 13 : 703~721, 1980
- 34) Naunton RF, Zerlin S : Human whole nerve response to clicks of various frequency. *Audiology* 15 : 1~9, 1976
- 35) Ohashi T, Takeyama I : Clinical significance of SP/AP ratio in ear disease. *ORL* 51 : 235~245, 1989
- 36) Podoshin L, Ben-David Y, Pratt H. et al : Noninvasive recording of cochlear evoked potentials in Meniere's disease. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 112 : 827~829, 1986
- 37) Ruth RA, Lambert R, Ferraro JA : Electrocochleography ; methods and clinical applications. *Am J Otol.* 9 : 1~11, 1988
- 38) Simmons FB, Glatrke TJ : Electrocochleography. In *Bradford LJ(Ed.), physiological measures of the audio-vestibular system*. New York, Academic Press, pp 147~175, 1975
- 39) Sohmor H, Feinmesser M : Cochlear action potentials recorded ear in man.

- Ann Oto Rhinol Laryngol 76 : 427, 1967
- 40) Spreng M, Keidel WD : Separierung von Cerebroaudiogramm(CAG) Neuroaudiogramm(NAG) und Otoaudiogram(OAG) in der objektiven Audiometrie. Arch Ohren Kehlkopfheilkd 189 : 22~25, 1967
- 41) Staller S. : Electrocochleography in the diagnosis and management of Meniere's disease. Semin Hear 7 : 267~277, 1986
- 42) Tasaki I : Nerve impulses in individual auditory nerve fibers of guinea pig. J Neurophysiol 17 : 97~122, 1954
- 43) Whitfield IC, Ross DA : Cochlear microphonic and summing potential and the outputs of individual hair cell generators. J Acoust Soc Am 38 : 126~131, 1965
- 44) Yoshie N, Ohashi T, Suzuki T : Non-surgical recording of auditory nerve action potential in man. Laryngoscope 77 : 76~85, 1967
- 45) Yoshie N, Yamaura K : Cochlear microphonic responses to pure tone in man recorded by a nonsurgical method. Acta Otolaryngol Suppl 252 : 36~45, 1969