

## 고음역난청 환자에서의 청성뇌간유발반응 및 등골근반사

인제대학교 의과대학 이비인후과학교실 부산백병원

이 상 철

### Brainstem Evoked Response Audiometry and Acoustic Reflex in High Frequency Hearing Loss

Sang Cheol Lee, M.D.

*Department of Otolaryngology, College of Medicine, Inje University,  
Pusan Paik Hospital*

= Abstract =

Brainstem evoked response audiometry(BERA) is the most reliable objective method to determine the degree of hearing acuity by stimulation with click sound, but it represent the status of higher frequency area. So there is not any problem in flat type hearing loss but are some problems to determine the hearing level in ascending and descending type hearing loss.

Author evaluated frequency at which the threshold level of pure tone audiometry corresponds with that of BERA, and determined the hearing threshold level of the other frequencies with the results of acoustic reflex threshold(ART) for accurate evaluation of the hearing threshold level in the functional or maligering hearing loss is suspected.

The obtained results were as follows :

1) The frequency of PTA at which the hearing threshold level of BERA is concurrent with that of PTA was between 2~3KHz as 58.7%, and was between 2~4KHz as 80.8%, and the ratio concurrent with PTA(average PTA of 1, 2 and 4KHz) was 42.6%.

2) The larger difference of pure tone threshold level between 4KHz and 1KHz( $DP_{4-1KHz}$ ), the larger difference between threshold of BERA and that of PTA at 1KHz. And about 60dB of  $DP_{4-1KHz}$  revealed 40dB difference between threshold of BERA and that of PTA at 1KHz.

3) The latencies of wave V of BERA at the sound level of threshold, threshold+10dB, threshold+20dB, threshold+30dB and threshold+40dB in normal were longer than those of high frequency hearing loss, but vice verse at threhold+50dB and 95dB SPL.

4) The higher threshold level, the shorter latency of wave V at the threshold of BERA, but vice verse at 95dB SPL.

5) According to the  $DP_{4-1KHz}$ , the latencies of wave V were longer in the cases of 41dB

\* 본 논문은 1991년도 제단법인 인제연구장학재단의 연구비지원에 의한 것임.

or more  $DP_{4-1KHz}$  than those of 40dB or less  $DP_{4-1KHz}$ . But there was no statistical significance ( $p=0.19$ ).

6) The acoustic reflex thresholds(ARTs) according to sound frequencies in normal hearing persons tended to increase as frequency increase, and there was no difference between ART of ipsilateral reflex and that of contralateral reflex.

7) Compared with normal hearing persons, the degree of difference between ART and PTA in the patients with high frequency hearing loss decreased significantly, and this difference was apparent as frequency increase. On the other hand, the degree of difference between ART and PTA of recruitment positive ears is smaller than that of recruitment negative ears by short increment sensitivity index(SISI) test, with statistically significant ipsilateral reflex of 2KHz( $p<0.10$ ) and contralateral reflex of 2KHz( $p<0.10$ ) and 4KHz( $p<0.05$ ).

KEY WORDS : High Frequency Hearing Loss · Brainstem Evoked Response Audiometry · Acoustic Reflex Threshold.

## 서 론

청성뇌간유발반응검사(brainstem evoked response audiometry, BERA)는 난청의 정도를 객관적으로 판단할 수 있는 가장 객관적인 청력검사 방법이지만 검사시에 가장 많이 이용하는 click음이 고음역의 상태를 가장 잘 반영하는 특성을 갖고 있기 때문에 청력소실의 정도가 주파수간에 차이가 없는 수평형의 난청에서는 별로 문제가 없으나, 중·저음역보다는 고음역에서 청력의 손실이 심한 고음점경형이나 고음급추형의 난청에서는 순음청력역치(pure tone threshold average, PTA)보다 BERA의 결과가 더 나쁜 것으로 오인되어 난청의 정도를 정확하게 평가하는데 어려움이 있다. 따라서 고음역의 난청 환자에서 BERA를 실시하여 그 결과를 PTA와 비교하고 가장 잘 일치하는 주파수를 규명하고, 다른 주파수에서는 이소골반사역치(acoustic reflex threshold, ART)로 가청역치를 추정하여 이들 결과를 종합하여 기능성 혹은 사청이 의심되는 환자에서 진음역의 역치를 구하는데 이용하고자 본 연구를 시행하였다.

## 검사대상 및 방법

정상 대조군은 과거력상 중이염이나 귀병을 앓은 적이 없고, 국소소견상 고막이 정상소견이며 순음청력검사에서 정상이고, 220Hz음을 이용한 고실도검사에서 compliance가 0.23~1.22ml사이이고 첨부가 +50~-50mmH<sub>2</sub>O에 위치하는 정상<sup>1,2,3)</sup>의 A형인 20대의 인체의과대학생중 33명(66귀)를 대상으로 하였다.

고음역난청 환자는 총 75명으로 나이는 27세에서 56세까지(평균 43.7±12.5세)이었는데, 이 중 무작위로 선택하여 BERA는 117귀, ART검사는 19명(양측 16명, 편측 3명)으로 35귀에서 시행하였는데, 중이강의 상태를 정상임을 확인하기 위하여 PTA만을 제외하고는 정상 대조군과 같은 조건을 충족하는 귀만을 선택하였다.

PTA는 일본 Nagashima사의 51A-T70형 순음청력검사기기와 일본 Rion사의 AA-45형 자기청력검사기기를 이용 0.125~8KHz 사이를 지속음과 단속음을 sweep frequency로 주파수 변환은 2 octave/min로 실시하여 종합 판단하였으며, ART 및 고실도검사는 일본 Rion사의 RS-20형 임피던스청력검사기기를, BERA는 영국 Medelec사의 ER94a sensor를 이용하여 click음을 1024회 자극하여 검사하였다. 청력역치는 순음청력검사와 자기청력검사에서 나타난 결과를 종합하여 판정하였고, 등골근반사의 역치는 순음을 자극음으로 사용하였는데, 음의

강도를 10dB 단위로 최저 60dB에서 최고 120 dB까지 상승법으로 실시하여 최소한의 용적의 변화<sup>28,29,33)</sup>를 인지할 수 있는 음의 강도를 역치로 하였으나, 어느 강도의 음에서는 변화가 의심되나 역치로 정하기 어렵고 그 다음 강도의 음에서 변화가 뚜렷하면 이 두 음의 중간을 역치로 산정하였다. 동측반사는 0.5, 1 및 2 KHz를, 반대측 반사는 0.25과 4KHz를 추가하였다.

우측의 반대측반사는 보통 좌측 귀의 음자극에 의한 우측귀에서의 등골근반사를 의미하나 본 연구에서는 난청의 정도와의 관계를 밝히고자 함이므로 편이상 우측귀의 음향자극에 의한 좌측귀에서의 반사를 우측귀의 반대측반사로 간주하였다. BERA는 90~100dB의 고음에서 점차로 10~20dB씩 약하게 하여 BERA의 반응이 없어질 때까지 각각 2회씩 시행하여 그중 양호한 반응을 성적으로 채택하였는데, 역치는 BERA를 인지할 수 있는 음의 최소강도로 하였다.

## 결 과

### 1. BERA의 결과

#### 1) PTA와 상응하는 BERA의 역치

표 1에서와 같이 고음역난청 환자에서

BERA의 역치가 PTA의 결과와 가장 잘 일치하는 주파수는 2~3KHz사이로 전체의 58.7%를 차지하였고, 또한 80.8%에서는 2~4KHz사이로 BERA는 이 주파수의 PTA를 반영함을 알 수 있었다. 한편 1, 2 및 4KHz의 역치의 평균(PTA<sub>a</sub>)과는 42.6%에서 일치하였다.

#### 2) 중음역과 고음역장해의 정도에 따른 BERA의 역치

고음역난청환자에서 중음역에 비교해서 고음역의 장해가 심한 정도를 4KHz와 1KHz에서의 순음청력역치의 차이로 환산(difference of pure tone threshold between 4KHz and 1KHz, DP<sub>4-1KHz</sub>)하여 이것의 크기와 BERA역치의 차이를 보면 DP<sub>4-1KHz</sub>가 클수록 비례해서 순음 1KHz에서의 청력역치와 BERA역치와의 차이가 커짐을 알 수 있었고, DP<sub>4-1KHz</sub>가 60dB정도이면 1KHz에서의 순음역치와 BERA역치차는 약 40dB정도였다(표 2).

#### 3) BERA 제V파의 잠복시간

##### a) 음의 강도 95dB SPL, BERA역치, 역치 이상에서의 BERA 제V파의 잠복시간 :

정상인과 고음역난청환자에서 95dB SPL, BERA역치, 역치+10dB, 역치+20dB, 역치+30dB, 역치+40dB, 역치+50dB에서 BERA 제V파의 잠복시간은 표 3에서와 같이 BERA역치에서 역치+40dB까지는 정상에서보다 난청환자에서 제V파의 잠복시간이, 역치+50dB 및

Table 1. The frequency of PTA at which the hearing threshold level of BERA is concurrent with that of PTA

Freq.(KHz)	(N=117ears)									
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	PTA <sub>a</sub>	PTA <sub>b</sub>
No. of Ears	7	15	29	24	27	13	17	4	31	58
(%)	(5.1)	(11.0)	(21.3)	(17.6)	(19.8)	(9.6)	(12.5)	(2.9)	(22.8)	(42.6)

\*PTA<sub>a</sub> : average threshold of 0.5, 1 and 2KHz, and PTA<sub>b</sub> ; of 1, 2 and 4KHz

Table 2. Influence of the difference of pure tone thresholds between 4 and 1KHz on the BERA threshold

DP <sub>4-1KHz</sub> (dB)	~10	~20	~30	~40	~50	~60	65~
BERA <sub>thr</sub> -PTA <sub>1KHz</sub> (dB)	2.0±8.4	8.5±9.4	15.2±8.3	20.4±12.1	30.9±13.0	40.3±9.1	42.5±9.4
(n)	(5)	(24)	(21)	(21)	(23)	(17)	(6)

\*DP<sub>4-1KHz</sub>(dB) : difference of the pure tone thresholds between 4 and 1KHz

BERA<sub>thr</sub>-PTA<sub>1KHz</sub> : difference of threshold of pure tone at 1 KHz and BERA

Table 3. Latency of wave V of BERA in normal and in high frequency hearing loss compared to the difference between the PTA threshold of 1KHz and 4KHz

Latency (M±SD, msec)	Sound intensity						
	BERA <sub>thr</sub>	Thr+10dB	Thr+20dB	Thr+30dB	Thr+40dB	Thr+50dB	95dB SPL
Normal (n=22)	7.95±0.40	7.25±0.47	6.89±0.29	6.43±0.10	6.30±0.17	5.66±0.19	5.72±0.19
HF-HL (n=71)	7.08±0.67	6.48±0.57 (n=14)	6.13±0.31 (n=19)	6.08±0.51 (n=22)	5.90±0.32 (n=23)	5.80±0.18 (n=14)	6.11±0.53 (n=65)

\*BERA<sub>thr</sub> : threshold of BERA, Thr+10dB : 10dB above the threshold

HF-HL : high frequency hearing loss

95dB SPL에서는 정상인에서 제V파의 잠복시간이 짧았다.

b) BERA역치의 SPL에 따른 BERA 제V파의 잠복시간 :

BERA역치의 자극음의 강도에 따른 제V파의 잠복시간의 차이를 보면 표 4에서와 같이 BERA역치가 높을수록 역치강도에서의 제V파의 잠복시간이 짧아지는 경향을 보였으나, 반대로 95dB SPL의 자극음의 강도에서는 BERA의 역치가 높을수록 제V파의 잠복시간은 연장되었다.

c) 중음역과 고음역장해 정도의 차이에 따른 BERA 제V파의 잠복시간 :

DP<sub>4-1KHz</sub>의 크기와 BERA 제V파의 잠복시간의 차이를 보면 95dB SPL의 음의 강도에서는 큰 차이가 없었으나, BERA역치의 음의 강도에서는 DP<sub>4-1KHz</sub>가 41dB 이상인 경우는 그 이하인 경우보다 길어지는 경향을 나타내었는데(표 5), 전체적으로는 유의한 상관관계가 없었다(p=0.19, 그림 1).

## 2. ART의 결과

### 1) 정상인에서 주파수별 ART

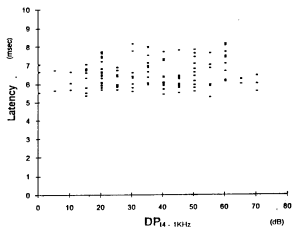


Fig. 1 Latency of wave V of at threshold of BERA in high frequency hearing loss compared to the difference between the PTA threshold of 1KHz and 4KHz(\*DP<sub>4-1KHz</sub> : difference of pure tone threshold between 4KHz and 1KHz).

표 6와 같이 주파수별 ART는 동측반사는 0.5KHz에서 75.5dB, 1KHz에서 80.3dB, 2KHz에서 84.6dB였고, 반대측반사는 0.25KHz에서 71.5dB, 0.5KHz에서 74.9dB, 1KHz에서 80.5dB, 2KHz에서 79.1dB, 4KHz에서 82.3dB로 고주파

Table 4. Latency of wave V of BERA at the sound level of threshold and 95dB SPL

Latency of wave V (msec)	Threshold of BERA(dB)						
	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~
VL <sub>thr</sub>	8.36±1.02	8.13±0.78	6.97±0.50	7.11±0.46	7.04±0.67	6.56±0.50	6.94±0.73
VL <sub>95</sub>	5.80±0.17	5.84±0.24	5.78±0.26	6.11±0.28	6.25±0.71	6.29±0.32	6.92±0.68

\*VL<sub>thr</sub>, L<sub>95</sub> : latency of wave V of BERA at the sound level of threshold and 95dB SPL

Table 5. Latency of wave V of BERA at the level of threshold related to the difference of pure tone threshold between 4KHz and 1KHz

DP <sub>4-1kHz</sub> (dB)	VL95	Level of the threshold of BERA							
		~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	Average
~10	6.12±0.57 (n=8)	7.19±0.35 (n=4)		6.72 (n=1)	6.38±0.32 (n=3)	8.12 (n=1)	7.04±0.96 (n=2)	7.60 (n=1)	7.04±0.48 (n=12)
~20	5.90±0.26 (n=25)	9.08 (n=1)	7.36±0.40 (n=2)	6.90±0.35 (n=5)	6.70±0.36 (n=10)	7.47±0.55 (n=4)	6.70±0.99 (n=2)	6.92±1.63 (n=3)	7.01±0.59 (n=27)
~30	6.14±0.64 (n=22)		8.20 (n=1)	6.82±0.09 (n=2)	6.80±0.31 (n=5)	6.90±0.71 (n=9)	6.29±0.53 (n=3)	7.08±0.96 (n=2)	6.86±0.64 (n=22)
~40	5.97±0.31 (n=23)			7.37±0.70 (n=8)	7.40±0.34 (n=6)	6.79±0.46 (n=7)	6.36±0.16 (n=2)	6.22±0.26 (n=2)	7.04±0.47 (n=25)
~50	6.11±0.53 (n=23)		8.60 (n=1)	8.07±0.61 (n=2)	7.19±0.58 (n=12)	7.11±0.55 (n=3)	7.02±0.93 (n=2)	7.12±0.70 (n=3)	7.29±0.63 (n=23)
~60	6.29±0.64 (n=17)			7.80±0.24 (n=3)	7.45±0.44 (n=4)	7.27±0.49 (n=7)	7.50±0.88 (n=2)	7.08±0.57 (n=2)	7.40±0.49 (n=18)
61~	6.05±0.29 (n=6)	8.72±0.32 (n=2)		7.68±0.67 (n=2)		6.60±0.24 (n=3)	7.40 (n=1)		7.50±0.39 (n=8)
Average	6.07±0.46 (n=124)	7.90±0.34 (n=7)	7.88±0.62 (n=4)	7.34±0.47 (n=23)	7.02±0.42 (n=40)	7.05±0.53 (n=34)	6.82±0.73 (n=14)	6.03±0.76 (n=15)	

\* DP<sub>4-1kHz</sub>: difference of pure tone threshold between 4KHz and 1KHz  
 VL<sub>95</sub>: latency of wave V of BERA at the level of 95dB SPL

Table 6. Acoustic reflex threshold(dB) in normal subjects

(N=66 ears)

Method	Ipsilateral			Contralateral				
	0.5	1	2	0.25	0.5	1	2	4
Right	77.6±8.6	80.9±8.1	85.6±8.7	71.6±9.6	73.6±9.1	79.4±8.6	79.5±8.5	82.3±10.5
Left	73.8±10.1	79.7±10.1	83.6±7.7	71.3±9.4	76.1±10.9	81.6±10.3	78.6±7.6	82.2±11.5
Average	75.5±9.4	80.3±9.1	84.6±8.3	71.5±9.5	74.9±10.0	80.5±9.5	79.1±8.1	82.3±11.0

수일수록 ART가 높아지는 경향을 보였으나 동측반사와 반대측반사의 ART사이에는 차이가 없었다.

2) 고음역난청 환자에서 ART와 PTA의 차이 정상인에 비해서 고음역난청 환자에서의 ART와 PTA의 차이는 동측반사와 반대측반사 모두 뚜렷이 감소하였는데, 이 현상은 고주파수로 갈수록 현저하였다. 한편 short increment sensitivity index(SISI) 검사법에 의해 보충현

상이 양성인 귀와 음성인 귀에 따른 차이를 보면 전주파수에 걸쳐서 동측반사와 반대측반사 모두 보충현상이 양성인 귀가 음성인 귀보다 ART와 PTA의 역치차가 작은 경향을 나타내었는데, 2KHz의 동측반사와 2KHz, 4KHz의 반대측반사에서 통계적으로 유의하였고 특히 4KHz의 반대측반사에서는 현저한 차이를 보였다(표 7).

Table 7. Acoustic reflex threshold above the pure tone threshold level in patients with high frequency hearing loss

Method	Ipsilateral			Contralateral				
	0.5	1	2	0.25	0.5	1	2	4
Right	64.7±5.0	52.5±15.6	53.0±19.1	63.8±13.5	62.2±13.9	65.0±12.4	52.1±16.7	35.0±12.2
Left	63.9±12.9	64.4±15.2	55.9±19.6	62.1±13.4	60.8±13.3	62.9±16.0	51.1±17.8	36.7±11.1
Average (N=35)	64.3±9.0	63.5±15.4	54.4±19.3	63.0±13.5	61.5±13.0	64.0±14.2	51.6±17.2	35.9±16.7
Group of								
SISI(+) (n=18)	61.5±16.3	58.5±18.3	47.3±17.9	59.2±17.3	58.4±15.0	59.2±16.8	44.6±16.3	31.2±11.6
SISI(-) (n=13)	63.1±12.7	63.8±13.1	60.7±20.3	63.6±11.0	63.6±10.7	64.7±13.0	57.1±18.2	45.5±12.3
P-value	>0.20	>0.20	<0.10	>0.20	>0.20	>0.20	<0.10	<0.05

\* SISI was not tested in 4 ears.

## 고 안

BERA는 난청의 정도를 가장 객관적으로 판단할 수 있는 청력검사방법이다. 그러나 반응을 가장 잘 유발시키므로 검사시에 주로 이용하는 click음이 고음역의 상태를 효과적으로 반영하는 특성을 갖고 있기 때문에 난청의 장애부위를 평가하거나, 청력역치를 구하고자 하는 경우 청력소실의 정도가 주파수간에 차이가 없는 수평형의 난청에서는 별로 문제가 없으나, 중·저음역보다는 고음역에서 청력의 손실이 심한 고음점경형이나 고음급추형의 난청에서는 PTA보다 BERA의 결과가 더 나쁜 것으로, 저음장애형에서는 청력이 더 좋은 것으로 오인되어 난청의 정도를 정확하게 평가하는 데 어려움이 있다. 한편 Borg<sup>6)</sup>가 등골근반사의 신경경로에 대해서 보고한 이래 임상적으로 등골근반사는 전음장애가 있는지의 여부<sup>30)</sup>, 감음신경성 난청의 장애부위가 미로성 혹은 후미로성인지를 알 수도 있지만<sup>7,14,16,24,28-31,33,34)</sup>, 청력역치를 추정하는데 이용하기도 한다.<sup>10,15,17,23,28,34)</sup> 따라서 저자는 고음역의 난청 환자에서 PTA의 신빙성을 판단하는 자료로 이용하고자 청력역치를 추정을 BERA와 ART의 결과를 PTA와 비교하고자 하였다.

고음역난청 환자는 총 75명으로 나이는 27

세에서 56세까지(평균 43.7±12.5세)였고, 이 중에서 중이강의 상태가 정상임을 확인하기 위하여 PTA만을 제외하고는 정상 대조군과 같은 조건을 충족하는 귀만을, 무작위로 선택하여 BERA는 117귀, ART검사는 19명(양측 16명, 편측 3명)으로 35귀에서 시행하였다. ART에 미치는 나이의 영향은 순음에 의한 ART는 나이가 많아짐에 따라 감소하는 경향이 있으나 BBN는 나이에 영향을 받지 않으며<sup>10,11,17,21,36)</sup>, 검사시 환자의 각성상태는 ART에 영향을 미치지 않으므로<sup>3,5,23,29,32)</sup> 본 연구에서는 나이차와 각성상태는 염두에 두지 않았다. 고실도의 이상 특히 고실도가 AD형이나, compliance의 변화가 심한 경우에는 ART 측정중에 최고의 compliance를 유지시키기가 어려워 ART의 측정의 정확도가 떨어진다<sup>10)</sup>. 따라서 본 연구에서는 220Hz음을 이용한 고실도검사에서 compliance가 0.23~1.22ml 사이이고 침부가 +50~-50 mmH<sub>2</sub>O에 위치하는 정상<sup>1,12,31)</sup>의 A형을 대상으로 하였는데 고실도가 A형이 아닌 경우에는 이 방법을 적용시킬 수 없는 제한점이 있다. 음의 자극은 1~2초가 가장 적당하다는 보고<sup>33)</sup>에 따라 1.5초간 자극으로 시행하였다. ART의 판정은 그래프상 compliance의 변화를 인지할 수 있는 자극음의 최소강도<sup>29)</sup>로 하였다. 정상 귀에서 등골근반사는 가청역치상 70~95dB에

서 나타나고, 자극음의 음역폭이 넓어질수록 낮은 강도의 음에서 반사가 유발되며, broad-band noise(BBN)에서는 순음자극에 의한 것보다 유발역치가 약 20~25dB 정도 낮다<sup>10,15,17, 23,28,34</sup>. 정상인에서는 순음과 BBN에 의한 ART의 차이가 더 크다<sup>8</sup>. 그래서 만약 등골근반사의 유무만을 알기 위해서는 백색잡음(white noise, WN)만으로 충분하며, ART에 대해서는 정밀한 검사가 필요한 경우에는 특정주파수의 음을 제거한 잡음(low-pass noise 혹은 high-pass noise)이나 순음을 이용해야 한다<sup>28,34</sup>. 본 연구에서는 각 주파수에서의 ART를 측정하고자 순음을 이용하였다. 등골근반사의 유발에는 critical band가 있는데 감음신경성난청 특히 고주파수에 난청이 더 심한 환자에서는 이 폭이 넓어지기 때문에 순음과 BBN에 의한 ART의 차이가 작아진다<sup>8</sup>.

BERA의 역치가 PTA의 결과와 가장 잘 일치하는 주파수는 Jacobson과 Hyde<sup>13</sup>, Jerger와 Mauldin<sup>19</sup>의 1~4KHz, Coats와 Martin<sup>6</sup>, Moller와 Blegvad<sup>27</sup>의 2~4KHz사이의 영역이라고 하였다. 따라서 PTA를 평가할 때는 먼저 BERA의 결과와 이와 상관관계가 큰 주파수인 2~4KHz의 청력역치를 검토함이 선행되어야 하리라 생각한다. Jerger와 Mauldin<sup>19</sup>은 특히 4KHz의 역치와 가장 잘 일치하였다고 보고하였으며, 또한 0.5, 1, 2KHz의 평균순음청력역치, 1, 2, 4KHz의 평균순음청력역치, 2KHz에서의 순음청력역치, 4KHz에서의 순음청력역치와 BERA의 결과와의 일치도는 4KHz의 순음청력역치와 가장 잘 일치하였으나(coefficient of correlation, Pearson's  $r=0.49$ ), 1, 2, 4KHz의 평균순음청력역치와도 잘 일치한다고 하였다( $r=0.48$ ). 그러나 표준오차(SE)나 slope of coefficient of the regression equation을 함께 고려하면 BERA의 결과를 가장 잘 반영하는 것은 1, 2, 4KHz의 평균순음청력역치라고 하였다. 고음역난청환자에서 4KHz와 1KHz의 청력역치차를 19dB미만, 20~39dB, 40dB이상의 3군으로 구분하였을 때 4KHz와 1KHz의 청력역치차가 작을수록 순음청력과 BERA의 역치가 일치하는 경향을 보였다고 하였다. 그러나 r,

SE, slope of coefficient of the regression equation을 모두 고려하면 1, 2, 4KHz의 평균순음청력역치는 BERA의 역치의 0.6배라 하였다. 저자의 경우 BERA의 역치와 일치하는 순음청력역치의 주파수는 2~3KHz사이로 58.7%를 차지하였다. 또한 80.8%에서는 2~4KHz사이로 BERA는 이 주파수의 PTA를 반영함을 알 수 있었고, 1, 2, 4KHz의 평균순음청력역치(PTA)와의 일치도는 42.6%로, Jacobson과 Hyde<sup>13</sup>, Jerger와 Mauldin<sup>19</sup>, Coats와 Martin<sup>6</sup>, Moller와 Blegvad<sup>27</sup>의 결과와 유사하나 범위가 좀 더 좁아진 성적으로, 이것은 주파수간의 역치차가 큰 환자를 대상으로 하였기 때문에 좀 더 정확하게 평가가 된 탓이 아닐까 사료되었다. 고음역난청환자에서 중음역에 비교해서 고음역의 장애가 심한 정도를 4KHz와 1KHz에서의 순음청력역치로 환산( $DP_{4-1KHz}$ )하여 이것의 크기와 BERA역치의 차이를 보면  $DP_{4-1KHz}$ 가 클수록 순음 1KHz에서의 청력역치와 BERA역치와의 차이가 커짐을 알 수 있었고,  $DP_{4-1KHz}$ 가 60dB정도이면 1KHz에서의 순음역치와 BERA역치차는 약 40dB정도였다.

BERA의 잠복시간은 일반적으로 절대적인 역치보다는 고음역의 청력상태와 더 밀접한 관계가 있다<sup>19</sup>. Moller와 Blegvad<sup>27</sup>는 제V파의 잠복시간이 청력도와 관계가 깊은데 즉 고음역난청환자에서보다 수평형에서 잠복시간이 짧다고 하였다. 본 연구에서 정상인과 고음역난청환자에서 95dB SPL, BERA역치, 역치+10dB, 역치+20dB, 역치+30dB, 역치+40dB, 역치+50dB에서 BERA 제V파의 잠복시간을 검토한 결과 BERA역치, 역치+40dB까지는 정상에서보다 난청환자에서 제V파의 잠복시간이, 역치+50dB 및 95dB SPL에서는 정상인에서 제V파의 잠복시간이 짧았다. 자극음의 강도에 따른 BERA 제V파의 잠복시간은 BERA역치의 강도에서는 역치가 높을수록 잠복시간이 짧아지는 경향을 보였으나, 반대로 95dB SPL의 자극음의 강도에서는 BERA의 역치가 높을수록 제V파의 잠복시간은 연장되었다. 한편 중음역과 고음역장애 정도의 차이에 따른 BERA 제V파의 잠복시간은 95dB SPL의 음의 강도에서

는 큰 차이가 없었으나, BERA역치의 음의 강도에서는  $DP_{4-1KHz}$ 가 41dB이상인 경우는 그 이하인 경우보다 길어지는 경향을 나타내었는데, 전체적으로 유의한 상관관계는 없었다( $p=0.19$ ).

ART의 동측과 반대측 반사의 역치차에 대해서 Moller<sup>26)</sup>, Fria 등<sup>9)</sup>, Jerger 등<sup>17)</sup>은 동측 반사의 역치가 반대측 반사의 역치보다 낮다고 하였으나, Laukli와 Meir<sup>20)</sup> 및 그와 다수의 보고자들<sup>7,9,11,18,22,23)</sup>은 양자간에 차이가 없다고 하였다. 본 연구에서 정상 대조군에서의 주파수별 ART는 동측반사는 0.5KHz에서 75.5dB, 1KHz에서 80.3dB, 2KHz에서 84.6dB였고, 반대측반사는 0.25KHz에서 71.5dB, 0.5KHz에서 74.9dB, 1KHz에서 80.5dB, 2KHz에서 79.1dB, 4KHz에서 82.3dB로 고주파수일수록 ART가 높아지는 경향을 보였으나 동측반사와 반대측반사의 ART사이에는 차이가 없었다. 정상인에 비해서 고음역난청 환자에서의 ART와 PTA의 차이는 동측반사와 반대측반사 모두 뚜렷이 감소하였는데, 이 현상은 고주파수로 갈수록 현저하였다. 한편 SISI검사법에 의해 보충현상이 양성인 귀와 음성인 귀에 따른 차이를 보면 전주파수에 걸쳐서 동측반사와 반대측반사 모두 보충현상이 양성인 귀가 음성인 귀보다 ART와 PTA의 역치차가 작은 경향을 나타내었는데, 2KHz의 동측반사와 2, 4KHz의 반대측반사에서 통계적으로 유의하였고 특히 4KHz의 반대측반사에서는 현저한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 이것은 보충현상이 양성인 경우는 ART와 PTA의 역치차가 작아지는 현상<sup>23,24)</sup>으로 이해가 되나 음성인 경우에는 다소 의문점이 남는다. 아마도 검사대상의 대부분이 소음성난청이나 두부의상이었던 점을 감안해 보면 내이장애에 의한 난청으로 SISI검사법으로는 도출되지 않는 않았으나 보충현상이 잠재해 있는 탓은 아닐까 사료되어 좀 더 연구할 필요가 있었다.

저자는 고음역의 난청 환자에서 BERA를 실시하여 그 결과를 PTA와 비교하고 가장 잘 일치하는 주파수를 규명하고, 다른 주파수에서는 ART를 이용하여 청력역치를 추정하여 이들 결과를 종합하여 전주파수에서의 가청역치를 추정하고자, 정상 대조군으로 33명(66귀), 27세에서 56세까지의 고음역난청 환자 75명중 무작위로 선택하여 BERA는 117귀, ART검사는 19명(양측 16명, 편측 3명)으로 35귀에서 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 고음역난청 환자에서 BERA의 역치가 PTA의 결과와 가장 잘 일치하는 주파수는 2~3KHz사이로 전체의 58.7%를 차지하였고, 또한 80.8%에서는 2~4KHz사이로 BERA는 이 주파수의 PTA를 반영함을 알 수 있었다. 한편 1, 2 및 4KHz의 역치의 평균(PTAb)과는 42.6%에서 일치하였다.

2) 고음역난청환자에서 중음역에 비해서 고음역의 장애가 심한 정도를 4KHz와 1KHz에서의 순음청력역치로 환산( $DP_{4-1KHz}$ )하여 이것의 크기와 BERA역치의 차이를 보면  $DP_{4-1KHz}$ 가 클수록 순음 1KHz에서의 청력역치와 BERA역치와의 차이가 커짐을 알 수 있었고,  $DP_{4-1KHz}$ 가 60dB 정도이면 1KHz에서의 순음역치와 BERA역치차는 약 40dB 정도였다.

3) 정상인과 고음역난청환자에서 95dB SPL, BERA역치, 역치+10dB, 역치+20dB, 역치+30dB, 역치+40dB, 역치+50dB에서 BERA 제V파의 잠복시간은 BERA역치, 역치+40dB까지는 정상에서보다 난청환자에서 제V파의 잠복시간이, 역치+50dB 및 95dB SPL에서는 정상인에서 제V파의 잠복시간이 짧았다.

4) 자극음의 강도에 따른 BERA 제V파의 잠복시간은 BERA역치의 강도에서는 역치가 높을수록 잠복시간이 짧아지는 경향을 보였으나, 반대로 95dB SPL의 자극음의 강도에서는 BERA의 역치가 높을수록 제V파의 잠복시간은 연장되었다.

5) 중음역과 고음역장애 정도의 차이에 따른 BERA 제V파의 잠복시간은 95dB SPL의 음의 강도에서는 큰 차이가 없었으나, BERA역

## 결 론



치의 음의 강도에서는  $DP_{14-1KHz}$ 가 41dB 이상인 경우는 그 이하인 경우보다 길어지는 경향을 나타내었는데, 전체적으로 유의한 상관관계는 없었다( $p=0.19$ ).

6) 정상청력자에서의 주파수별 ART는 동측반사는 0.5KHz에서 75.5dB, 1KHz에서 80.3dB, 2KHz에서 84.6dB였고, 반대측반사는 0.25KHz에서 71.5dB, 0.5KHz에서 74.9dB, 1KHz에서 80.5dB, 2KHz에서 79.1dB, 4KHz에서 82.3dB로 고주파수일수록 ART가 높아지는 경향을 보였으나 동측반사와 반대측반사의 ART에는 차이가 없었다.

7) 정상인에 비해서 고음역난청 환자에서의 ART와 PTA의 차이는 동측반사와 반대측반사 모두 뚜렷이 감소하였는데, 이 현상은 고주파수로 갈수록 현저하였다. 한편 SISI검사법에 의해 보충현상이 양성인 귀와 음성인 귀에 따른 차이를 보면 전주파수에 걸쳐서 동측반사와 반대측반사 모두 보충현상이 양성인 귀가 음성인 귀보다 ART와 PTA의 역치차가 작은 경향을 나타내었는데, 2KHz의 동측반사와 2, 4KHz의 반대측반사에서 통계적으로 유의하였고 특히 4KHz의 반대측반사에서는 현저한 차이를 보였다( $p<0.05$ ).

이상의 결과를 기준으로 하여 고음역난청 환자에서의 청력역치를 추산하는데 다소 도움이 되리라 사료되어 보고하는 바이다.

## References

- 1) American Speech-Language-Hearing Association : Guidelines for acoustic immittance screening of middle ear function. *Asha* 21 : 283~288, 1979
- 2) Anderson H, Barr B, Wedenberg E : Intraural reflexes in retro-cochlear lesions. In *Disorders of the Skull Base Region*(ed Hamburger C and Wasall J). Stockholm, Almquist and Wikesell, pp 49~55, 1969
- 3) Bauch C and Robinette M : Alcohol and

the acoustic reflex : effects of stimulus spectrum, subject variability and sex. *J Am Aud Soc* 4 : 104~112, 1978

- 4) Borg E : On the neural organization of the acoustic middle ear reflex : a physiological and anatomical study. *Brain Res* 49 : 101~123, 1973
- 5) Borg E and Moller AR : The effect of ethyl alcohol and pentobarbital sodium on the acoustic reflex in man. *Acta Otolaryngol* 64 : 415~424, 1968
- 6) Coats AC, Martin JL : Human auditory nerve action potentials and brain stem evoked responses : Effects of audiogram shape and lesion location. *Arch Otolaryngol* 103 : 605~622, 1977
- 7) Feldman AS : Acoustic impedance-admittance measurements. In *Physiological Measures of the Audio-Vestibular System*(ed. Bradford LJ), New York, Academic Press, p114, 1975
- 8) Flottorp G, Djupesland G, Winther F : The acoustic stapedial reflex in relation to critical bandwidth. *J Acoust Soc Am* 49 : 457~461, 1971
- 9) Fria TJ, LeBlanc J, Kristensen R, et al : Ipsilateral acoustic reflex stimulation in normal and sensorineural impaired ears : a preliminary report. *Can J Otol* 4 : 695~703, 1975
- 10) Hall JW : Predicting hearing level from the acoustic reflex : a comparison of three methods. *Arch Otolaryngol* 104 : 601~606, 1978
- 11) Hall JW and Weaver T : Impedance audiometry in a young population : the effect of age, sex and tympanogram abnormalities. *J Otolaryngol* 8 : 210~222, 1979
- 12) Harford E, Bess F, Bluestone C, et al : Impedance Screening for Middle Ear Disease in Children. New York, Grune

- and Stratton, 1978(cited from 26)
- 13) Jacobson JT, Hyde ML : An introduction to auditory evoked potentials. In *Hand Book of Clinical Audiology*(ed. Katz J), 3rd Ed., Baltimore, Williams & Wilkins, pp 496~533, 1985
  - 14) Jerger S : Decision matrix and information theory analyses in the evaluation of neuroaudiologic tests. *Semin Hear* 4 : 121~132, 1983
  - 15) Jerger J, Burney P, Mauldin L, et al : Predicting hearing loss from the acoustic reflex. *J speech Hear Dis*, 39 : 11~22, 1974
  - 16) Jerger JF, Harford E, Clemis J, et al : The acoustic reflex in VIIIth nerve disorders. *Arch Otolaryngol* 99 : 409~413, 1974
  - 17) Jerger JF, Hayes D, Anthony L, et al : Factors influencing prediction of hearing levels from the acoustic reflex. *Monogr Contemp Audiol* 1 : 1~20, 1978(cited from 26)
  - 18) Jerger JF, Jerger S, Mauldin L : Studies in impedance audiometry. I. Normal and sensorineural ears. *Arch Otolaryngol* 96 : 513~523, 1972
  - 19) Jerger J, Mauldin L : Prediction of sensorineural hearing level from the brain stem evoked response. *Arch Otolaryngol* 104 : 456~461, 1978
  - 20) Laukile E and Meir IWS : Ipsilateral and contralateral acoustic reflex thresholds. *Audiology* 19 : 469~494, 1980
  - 21) McCandless GA and Allred PL : Tympanometry and emergence of the acoustic reflex in infants. In *Impedance Screening for Middle Ear Disease in Children*(ed Harford ER and Bess FH, Bluestone CD, et al). New York, Crune and Stratton, 1978(cited from 26)
  - 22) McLeod HL and Greenberg HJ : Relationship between loudness discomfort level and acoustic reflex threshold for normal and sensorineural hearing impairment individuals. *J Speech Hear Res* 22 : 873~883, 1979
  - 23) Metz O : The acoustic impedance measured on normal and pathologic ears. *Acta Otolaryngol Suppl* 63 : 397~405, 1946
  - 24) Metz O : Threshold of reflex contractions of muscles of middle ear and recruitment of loudness. *Arch Otolaryngol* 55 : 536~543, 1952
  - 25) Mitchell O and Richards G : Effects of various anesthetic agents on normal and pathological middle ears. *Ear Nose Throat J* 55 : 36~38, 1976
  - 26) Moller AR : Bilateral contraction of the tympanic muscles in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 70 : 735~745, 1961
  - 27) Moller K, Blegvad B : Brain stem responses in patients with sensorineural hearing loss. *Scand Audiol* 5 : 115~127, 1976
  - 28) Niemeyer W and Sesterhenn G : Calculating the hearing threshold from the stapedial reflex threshold for different sound stimuli. *Audiology* 13 : 421~427, 1974
  - 29) Northern JL, Gabbard SA, Kinder DL : the acoustic reflex. In *Handbook of Clinical Audiology*(ed. Katz J), 3rd Ed, Baltimore, Williams & Wilkins, pp 476~495, 1985
  - 30) Newby HA, Popelka GR : Special problem in hearing testing. In *Audiology*, 5th Ed, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, pp 180~201, 1985
  - 31) Okitsu T, Kobayashi T : *Tympanogram atlas*(Ed by Takasaka T). Chugaiigaku Co., Tokyo, p 2, 1987
  - 32) Robinette MS, Rhodes DP, Marion MW

- : Effects of secobarbital on impedance audiometry. Arch Otolaryngol 100 : 351~364, 1974
- 33) Silman S and Gelfand S : The acoustic reflex in diagnostic audiology, part 2. Audiology 7 : 111~124, 1982
- 34) Wilber LA : Acoustic reflex measurement-Procedure, interpretations and variables. In Acoustic Impedance and Admittance(ed. Feldman AS and Wilber LA), p 200(cited from 27)
- 35) Wilson R : Factors influencing the acoustic immittance characteristics of the acoustic reflex. J Speech Hear Res 22 : 480~499, 1979
- 36) Wilson R : The effects of aging on the magnitude of the acoustic reflex. J Speech Hear Res 24 : 406~414, 1981