

소음환경에서 Open-Set Speech Perception에서의 잔존청력 정도에 따른 Bimodal Hearing의 효과

경북대학교 의과대학 이비인후과학교실

임은정 · 이규엽 · 김이혁 · 신창민 · 윤성재 · 박지현 · 이상흔

Effect of Bimodal Hearing in Speech Perception Under Noisy Environment According to Residual Hearing

Eun-Jung Lim, MD, Kyu-Yup Lee, MD, Yee-Hyuk Kim, MD, Chang-Min Sin, MD, Sung-Jae Youn, MD, Ji-Hyun Park, MD and Sang-Heun Lee, MD

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : In this study, we evaluated the effect of bimodal hearing in the speech perception test and the increasing level of bimodal hearing over cochlear implantation in speech perception score regarding residual hearing. **Subjects and Method :** Nineteen prelingually deaf patients, who had used bimodal hearing over a period of 8 months, were divided in two groups in accordance to their low frequency residual hearing. The children were tested in open-set speech perception under + 10 SNR and + 20 SNR. The scores of bimodal hearing and unilateral cochlear implantation were compared by the Wilcoxon signed-rank test. Also, the increased level of speech perception scores of bimodal hearing over cochlear implantation alone were calculated using the formula, [bimodal score (%) - unilateral cochlear implantation (%)], and was compared between groups. **Results :** In pure tone audiometry under silent condition, the result of bimodal hearing was similar to unilateral cochlear implantation in magnitude in both groups. Under the noisy condition, both groups had better result in bimodal hearing in terms of speech perception. Also, the increased level was higher in bimodal hearing over unilateral cochlear implantation in the better residual hearing group. However, since the sample size was small enough, it is considered that there was no statistical significance. **Conclusion :** Cochlear implanted patients with residual hearing are expected to get better speech perception in noisy environment with bimodal hearing regardless of the level of residual hearing. (Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2009;52:29-35)

KEY WORDS : Cochlear implants · Hearing aids · Speech perception · Bimodal hearing.

서 론

인공외우이식은 보청기로 효과를 얻을 수 없는 양측 고도 난청 환자들에게 유용한 청력을 제공해주는 수단으로 1990년대에 미국 FDA에 의해 성인에서의 인공외우이식이 승인된 이후 2006년까지 전세계적으로 약 112,000명의 난청 환자가 인공외우이식을 받고 청력재활을 시도하고 있다.¹⁾

인공외우이식의 초기기에는 잔존청력이 전혀 없는 농 상태의 성인만을 대상으로 하였으나 수술기술과 난청 환자에

논문접수일 : 2008년 7월 14일 / 심사완료일 : 2008년 11월 14일

교신저자 : 이상흔, 700-721 대구광역시 중구 동덕로 200

경북대학교 의과대학 이비인후과학교실

전화 : (053) 420-5777 · 전송 : (053) 423-4524

E-mail : leeshu@knu.ac.kr

대한 경험과 언어처리기의 진보 등으로 점점 다양한 연령의 다양한 원인으로 인한 난청에까지 범위가 확대되어 최근에는 잔존청력이 존재하는 환자, 내이 기형 환자 및 발달장애가 동반된 환자에까지 수술이 시행되고 있다.²⁾ 인공외우이식은 난청 환자의 재활에 큰 도움을 주고 있는 것이 사실이지만 사람들이 주로 생활하는 소음환경에서는 편측으로 이식된 인공외우이식은 여전히 환자들에게 만족할 만한 언어인지를 제공해주지 못하며 소리의 방향 분별에 한계를 나타내어³⁾ 인공외우이식자의 경우에도 양이청취에 대한 관심이 높아지고 있다.

인공외우이식자의 양이청취를 위해 양이 인공외우이식(bilateral cochlear implantation)이나 인공외우이식을 하지 않은 쪽 귀에 보청기를 착용하는 Bimodal 양이청취(Bimod-

al hearing)를 고려해 볼 수 있다. 특히 고도 난청 환자에서도 저주파수의 잔존청력이 남아있는 경우가 많고⁴⁾ 이러한 저주파수의 잔존청력은 비교적 보청기로 증폭이 용이해 Bimodal 양이청취에 대한 관심이 높아지고 있다. Bimodal 양이청취는 역치상 크기 균형을 통해 양이 가중 효과를 얻을 수 있고 주파수 변별력 및 음강도 변별력을 향상시켜 어음의 인지 및 방향성을 개선하는데 주요한 역할을 하고 있다.²⁾ 또한 최근 고출력 고성능 보청기가 개발됨으로써 점점 그 적용범위가 넓어질 것으로 기대된다.⁵⁾

이에 본 연구자들은 인공와우이식을 시행 받은 환자 중 Bimodal 양이청취를 시행한 환자 19명을 대상으로 소음이 없는 환경과 소음환경에서의 어음이해검사를 시행하여 인공와우를 단독으로 착용했을 때와 비교하여 Bimodal 양이청취의 효과를 알아보고 잔존청력의 정도에 따른 인공와우 단독착용에 대한 Bimodal 양이청취시의 어음이해 향상 정도를 비교해 보았다.

본 연구는 본 병원 임상시험 윤리위원회의 심의를 거쳐 승인 받았으며 환자 및 가족의 동의를 거쳐 시행되었다.

대상 및 방법

대상

본원에서 인공와우이식을 받은 환자 중에서 잔존청력(residual hearing)이 남아있고 Bimodal 양이청취가 가능한 환자를 대상으로 8개월 이상 추적관찰한 총 19명의 환자가 포함되었으며, 이들 중 남자는 12명, 여자는 7명이었으며 평균나이는 6.3세(20개월~23세)였다. 모든 환아는 수술 전 양측 귀의 보청기를 착용하였으며 이들 중 난청의 소인이 밝혀지거나 고빌리루빈 혈증 및 저체중, 출생시 저산소 혈증 등의 난청의 고위험군에 해당하는 환자는 없었다. 인공와우이식은 한 명의 수술자에 의해 실시되었으며 기기는 전원이 Nucleus device(Nucleus 24 or Freedom)를 사용하였고 말소리 처리기는 7명이 Freedom speech processor, 7명은 Nucleus 24 Esprit 3G를 사용하였다. ACE system 을 이용한 말소리 처리방식을 시행하였으며, 수술은 알려진 이식 귀 선택방법에 따라 비교적 좋은 잔존청력을 가진 귀는 술 후 보청기 착용을 위해 보존하고 잔존청력이 나쁜 쪽에 인공와우이식을 시행하였으며, 청각자극이 소실된지 10년 이상이 된 경우에는 좋은 쪽 귀에 수술을 시행하였다.⁶⁾ 본 중례의 환아들은 모두 순차적으로 편측 인공와우이식 이후 평균 3개월경 비교적 매핑(mapping)이 안정되었을 때 반대측 귀에 귀걸이형 보청기를 착용하였으며 NAL (National Acoustic Laboratory)-NL(nonlinear) 조절 방

Table 1. Characteristics of bimodal group in accordance with low frequency residual hearing

	Residual _{≤90}	Residual _{>90}
Number of patients	8	11
Gender	Male : 5 Female : 3	Male : 7 Female : 4
Age at CI (mean)	7 yr 6 mo	5 yr 6 mo
Age at hearing test (mean)	9 yr 1 mo	8 yr 3 mo
Duration of CI use (mean)	2 yr 4 mo	4 yr 2 mo
CI processor	Freedom : 5 Esprit 3G : 3	Freedom : 4 Esprit 3G : 7
Processing strategy	ACE	ACE
Low frequency PTA (mean)*	79 dB	102 dB

*low frequency residual hearing : average of 250, 500, 1,000 Hz in non-implanted ear

식을 이용하여 인공와우와의 교정 청력 균형을 유지하도록 조절해주었다.

잔존청력 정도에 따른 결과 비교를 위하여 잔존청력을 250, 500, 1,000 Hz의 산술 평균을 하였는데 이는 환아들이 고주파수에서 평균 100 dB 이상의 농으로 주로 1,000 Hz 이하의 저주파수에 잔존청력을 가지고 있었으며 기준의 3, 4, 6분법에 의한 청력결과가 고도 난청 환아에서 주로 잔존하는 저주파수에 국한된 청력을 제대로 반영하지 못하여 spectral detail에 중요하다고 알려져 있는 1,000 Hz 이하의 청력을 평균하였다.⁴⁾ 잔존청력의 평균이 90 dB 이하인 군을 A군(Residual_{≤90})으로, 90 dB 초과인 군을 B군(Residual_{>90})으로 분류하였다(Table 1).

Testing procedures

소음이 차폐된 방음실(2.2×2.3 m, single wall)에서 시행되었으며 방의 중앙에 환자가 앉을 의자가 위치하며 정면에 스피커가 위치하였다. 환자는 검사 중 고개를 정면을 바라보고 앉아있도록 주지시켰다. 청력검사는 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 3 KHz, 4 KHz에서 수술 전, 인공와우를 단독으로 착용한 상태, 수술 반대측의 보청기만 착용한 상태, Bimodal 양이청취 상태에서 Wobble tone을 이용하여 검사를 시행하였다. 어음인지검사는 김광해(2003)의 ‘국어 교육용 어휘와 한국어 교육용 어휘’에서 제시한 교육용 기초어휘를 기본으로 하여 ‘한국 표준 수용 어휘력 검사’(최성규, 2002)와 30개월 미만의 영유아의 수용 및 표현 어휘 체크리스트검사지인 MCDI-K(MacArthur Communicative Development Inventory-Korean : 배소영, 2003)에서 중복으로 사용된 일음절 어휘, 이음절 어휘를 선택하여 각각 10개씩을 1세트로 하여 총 4개의 목록을 작성하여 이 중 무작위로 검사를 시행하였다(Table 2).

언어인지검사는 open-set에서 실시되었고, 정면 1 m 거

Table 2. Lists of mono- and bi-syllable words used in speech perception test under noisy condition. Each set is consisted of 10 monosyllable and 10 bisyllable words

1음절 검사어	반응어	2음절 검사어	반응어	1음절 검사어	반응어	2음절 검사어	반응어
강		손님		말		학교	
병		버스		차		돼지	
손		신문		형		부엌	
밥		얼굴		밤		아침	
목		시꼴		산		전화	
봄		고기		팔		그림	
집		바다		봄		노래	
물		의사		꽃		마음	
공		하늘		배		다섯	
책		저녁		앞		이름	
합계		합계		합계		합계	
1음절 검사어	반응어	2음절 검사어	반응어	1음절 검사어	반응어	2음절 검사어	반응어
길		다리		별		아내	
달		언니		귀		장화	
해		바람		녀		눈물	
비		머리		심		모양	
칼		음악		일		학생	
개		병원		약		토끼	
팔		동생		통		사과	
발		사람		곰		나무	
귀		오빠		새		우산	
눈		점심		문		책상	
합계		합계		합계		합계	

리에 위치한 0도 스피커에서 소음과 어음신호가 같이 나오도록 한 후 환자의 머리위치에 Calibrator (Larson & Davis, system 814)를 설치 후 “A” weighting scale로 백색 잡음을 전 주파수 범위에서 35 dB HL에서 오차범위 3 dB 이내가 되도록 calibration하였으며 검사어음도 +10SNR (45 dB HL)과 +20SNR(55 dB HL)의 각 상황에서 전 주파수범위에서 오차범위 3 dB 이내가 되도록 calibration하였다. 신호음은 남성 검사자의 육성으로 제공되었으며 개개의 환자를 검사할 때마다 환자의 머리위치에서 sound level meter(LA-220S, Ono Sokki, Japan)를 이용해 그 크기를 다시 확인하였다. 언어인지검사 결과의 점수는 아동이 따라서 말하거나 받아 쓴 음소의 수를 백분율로 계산하였다.

순음청력검사의 결과 비교는 각각 ANOVA방식의 평균 비교를 통해 비교하였으며, 언어인지검사는 Bimodal 양이 청취를 시행한 이후 최소 8개월 이후에 인공와우 단독으로 사용한 경우, Bimodal 양이 청취를 한 경우 각각에서 시행하여 Wilcoxon부호 순위 검정법을 이용해 통계적 분석을 실시하였다. 또, 잔존청력 정도에 따라 나누어진 A군과 B군에서 인공와우만 사용하였을 경우에 대한 Bimodal 양

이청취시의 어음인지 능력의 향상정도를 (Bimodal 양이 청취시의 말지각력(%) – 일측 인공와우시의 말지각력(%))으로 계산하여 부호검정으로 두 군간에 통계적 차이가 있는지 비교하였다. 각 통계적 분석결과 $p<0.05$ 인 경우를 통계적 의의가 유의함으로 표시하였다.

결 과

순음청력검사

순음청력검사에서 500, 1,000, 2,000, 4,000 Hz 평균 청력은 A군에서 술 전 88.6 dB, 보청기 단독 착용시 47.8 dB, 일측 인공와우 착용시 27.4 dB, 그리고 Bimodal 양이 청취시 24.2 dB이었으며 B군에서 술 전 99 dB, 보청기 단독 착용시 50.8 dB, 일측 인공와우 착용시 27.2 dB, 그리고 Bimodal 양이 청취시 25.6 dB이었다. 두 군 모두 술 전과 보청기 단독 착용에 비해 일측 인공와우와 Bimodal 양이 청취시에 통계적으로 유의한 향상을 보였으나($p<0.05$) 일측 인공와우와 Bimodal 양이 청취 간의 유의한 청력역치의 차이는 없었다(Fig. 1).

잔존청력 정도에 따른 Bimodal Hearing의 어음인지 효과

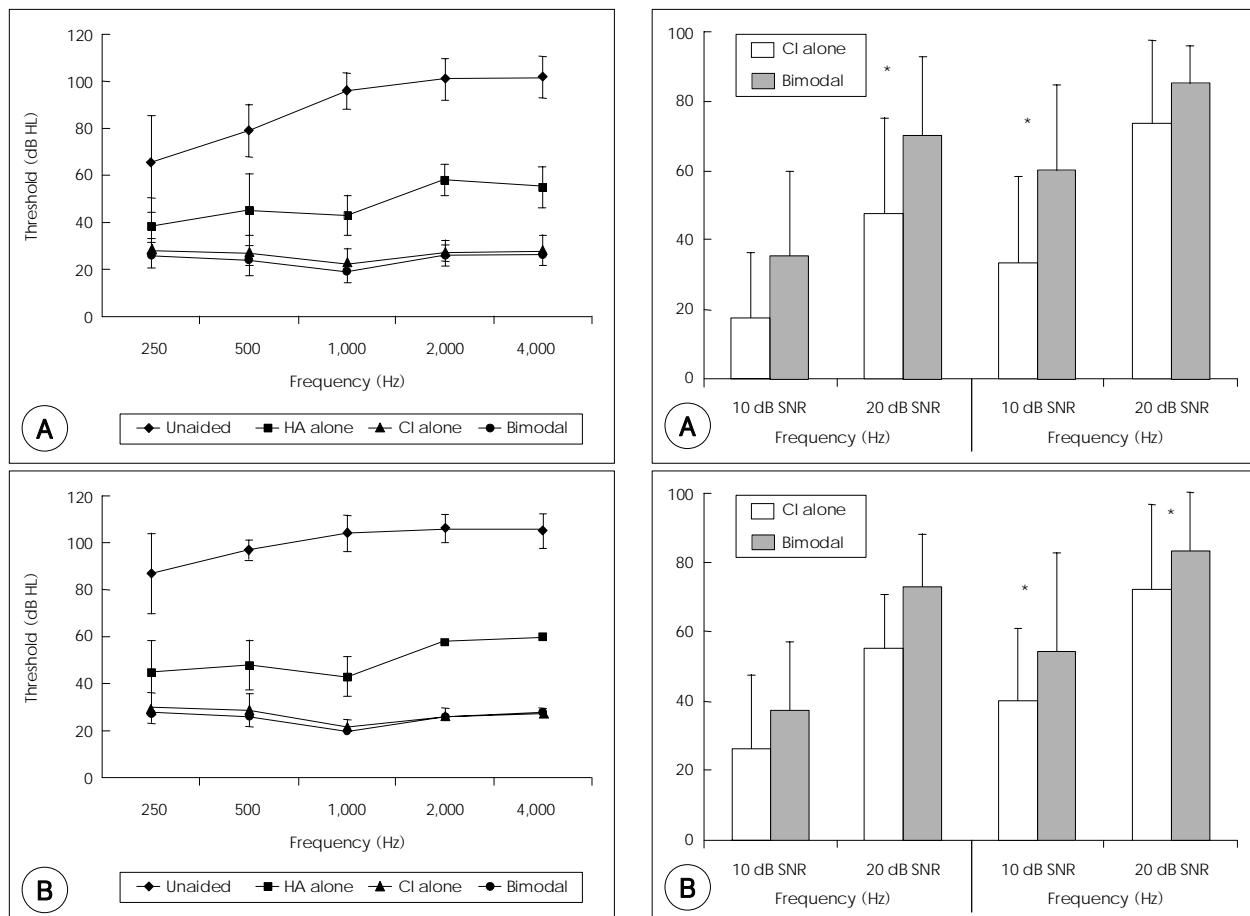


Fig. 1. Mean pure tone thresholds for patients in 2 groups divided by low frequency residual hearing (low frequency residual hearing : average of 250, 500, 1,000 Hz in non-implanted ear). The test was conducted under unaided, CI alone, hearing aids and bimodal hearing condition. Bars represent standard error. A : Group A (Residual \leq 90 group). B : Group B (Residual $>$ 90 group).

Fig. 2. Mean speech performance scores for patients with CI alone and bimodal hearing in a noisy environment at 10 dB and 20 dB SNR using different stimuli of monosyllable and bisyllable words. A : Group A (Residual \leq 90 group). B : Group B (Residual $>$ 90 group). *indicate a statistically significant difference with Wilcoxon signed-rank test ($p < 0.05$).

어음인지검사 결과

소음 환경에서 시행한 +10 dB, +20 dB 신호 대 잡음 환경하에서 일음절, 이음절검사 모두에서 Bimodal 양이청취시에 일측 인공와우보다 향상된 검사결과를 나타내었으며 각 군의 결과를 보면 A군에서는 +10 dB 신호 대 잡음 환경하에서 이음절 검사(인공와우 단독 착용시 말지각력 $33.7 \pm 25\%$, Bimodal 양이청취시 $60 \pm 25\%$, $p=0.011$) 및 +20 dB 신호 대 잡음 환경하에서 일음절 단독검사에서 (인공와우 단독 착용시 말지각력 $47.5 \pm 28\%$, Bimodal 양이청취시 $70 \pm 23\%$, $p=0.027$) 통계적으로 유의한 향상 소견을 보였으며 B군에서는 +20 dB 신호 대 잡음 환경하에서 일음절검사(인공와우 단독 착용시 말지각력 $55.4 \pm 16\%$, Bimodal 양이청취시 $73.6 \pm 15\%$, $p=0.007$) 및 이음절 단독검사(인공와우 단독 착용시 말지각력 $72 \pm 25\%$, Bimodal 양이청취시 $83 \pm 18\%$, $p=0.036$) 시 통계적으로 유

의하게 향상되었다(Fig. 2). 이를 각 개인에 대한 분산형 그래프로 그려 보았을 때 인공와우만을 사용한 경우에 비해 Bimodal 양이청취를 한 경우 잔존청력이 다른 두 군 모두에서 향상된 말지각력을 나타내었다(Fig. 3).

말지각력의 증가율

잔존 청력 정도에 따른 일측 인공와우에 대한 Bimodal 양이청취시의 청력 향상 정도를 비교해 본 결과 +10 dB 신호 대 잡음비에서 시행한 일음절검사에서 A군의 경우 17.5%, B군의 경우 10.9%의 향상폭을 보였으며 이음절검사에서 A군 26%, B군 14%의 향상폭을 보였다. +20 dB 신호 대 잡음비에서 시행한 일음절검사에서 A군 22%, B군 18%, 이음절검사에서 A군 11.2%, B군 10.9%로 모든 환경에서 잔존청력이 좋은 군에서 더 높은 향상 정도를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Fig. 4).

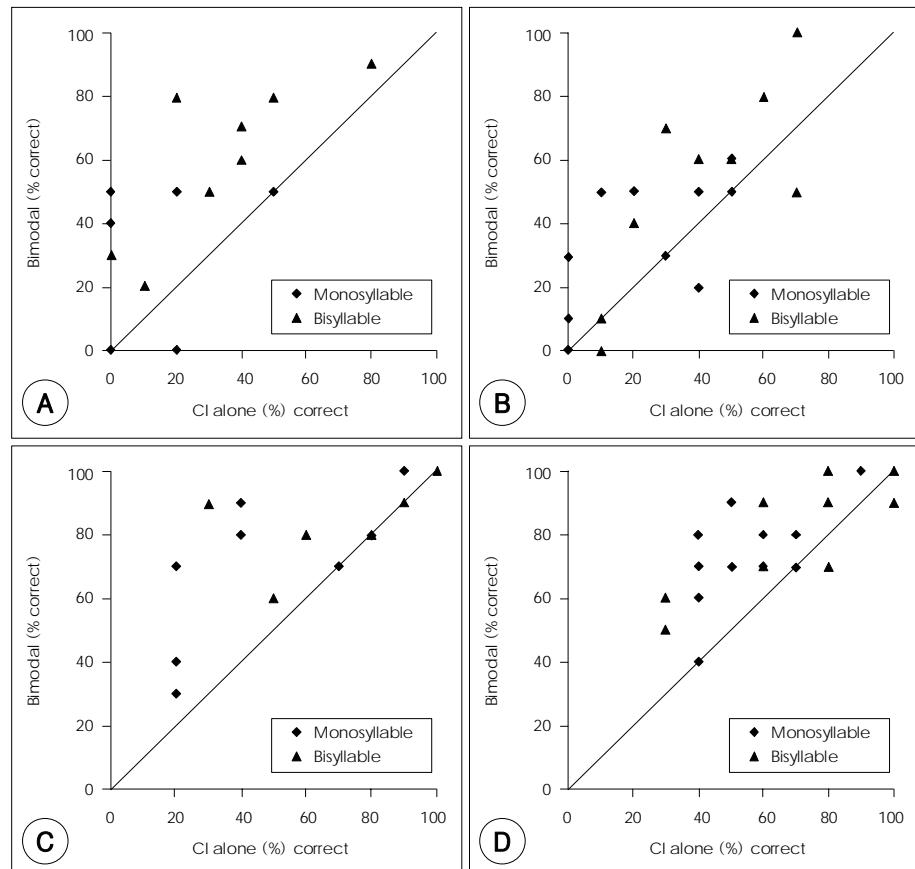


Fig. 3. Speech performance scores of the patients in each group are plotted. Test was conducted in bimodal hearing in relation to CI alone under noisy environment at 10 dB and 20 dB signal to noise ratio. A : 10 dB SNR, Group A (Residual ≤ 90). B : 10 dB SNR, Group B (Residual ≤ 90). C : 20 dB SNR, Group A (Residual ≤ 90). D : 20 dB SNR, Group B (Residual ≤ 90).

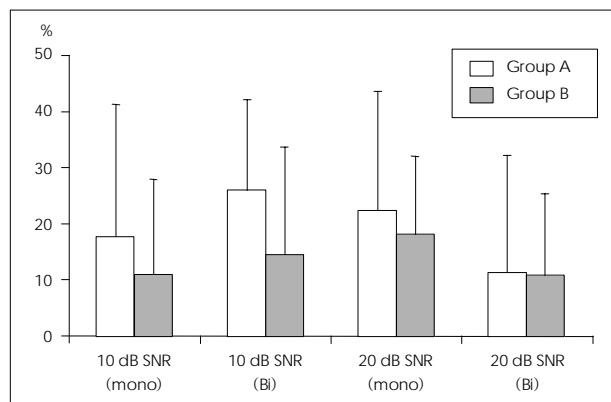


Fig. 4. Mean increase level of speech perception score of bimodal hearing in relation to CI alone using monosyllabic and bisyllabic words under 10 dB SNR and 20 dB SNR condition. The increased level was higher in bimodal hearing over unilateral cochlear implantation in Group A (better residual hearing group). However, there was no statistical significance. Bars represent standard deviation.

고 찰

양이청취는 머리 가림 효과(head shadow effect), 양이 가중 효과(binaural summation effect), 양이 소음 억제 효과(binaural squelch effect) 등을 통해 소음 환경에서의

미 없는 소음을 억제하고 말소리를 명확하게 구별하게 함으로써 말지각력의 향상을 가져오며⁷⁾ 양이를 통해 들어오는 자극의 시간차, 강도차 등을 통해 음원의 위치와 방향을 분별하는데 도움을 준다.⁸⁾ 더불어 양측 청각 피질을 자극하게 되어 한쪽 편만 자극시 발생할 수 있는 청각기능의 쇠퇴를 방지해 주고 중추 청각계의 발달에 도움을 준다.²⁾ 이러한 양이청의 효과는 특히 소음 환경에서의 언어이해에 도움을 준다.^{2,8)}

인공와우이식 환자의 양이청을 가능케 하는 방법은 와우이식 반대편에 인공와우를 이식하는 방법(bilateral cochlear implantation)과 보청기를 사용하는 방법(Bimodal 양이청취)이 있다. 2004년 스페인에서 발표된 International consensus에서는 한쪽 귀의 인공와우이식만으로는 만족치 못한 결과가 나타난 환자나 뇌마ertz 등으로 와우 골화가 진행될 가능성이 있는 환자, 양이청취의 회복을 원하거나 직업적으로 양이청취가 필요한 경우, 영구적인 양측 심도난청 환자에서 양측 인공와우이식을 시행하자고 제안하였고 잔존청력을 가진 경우, 인공와우 반대측의 보청기 사용효과가 좋은 경우, 양이청취를 원하는 경우, 유소아에서 정확한 청력파악의 어려움으로 가급적 모든 유소아에서 Bimodal

양이청취를 시행하자고 제안했다.⁹⁾ 그러나 아직 개개의 환자들을 대상으로 어떤 방법을 선택할 지에 대해 명확한 기준이 제시되지 못하고 있다. 이 중 양측 인공와우이식은 편측 인공와우이식에 비해 일반적으로 향상된 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있으나^{5,10)} 대부분의 환자에서 일측 인공와우 만으로 어음인지가 가능하여 반대측의 인공와우 수술로 첫 수술과 같은 큰 효과를 얻기가 어려우며 고가의 비용 및 반복된 마취를 감수해야 하며 미래의 치료를 어렵게 하는 단점이 있다.^{2,10)} 최근 인공와우 적응증의 확대로 잔존청력이 남아있는 환자에서 인공와우이식이 증가하고 있으며 특히 감각신경성 난청의 대부분에서 저주파수의 잔존청력이 존재하고 있고 이러한 영역은 보청기를 통한 청력 개선 효과가 좋아 Bimodal 양이청취에 대한 관심이 높아지고 있으며 이는 인공와우에 비해 좀 더 자연스러운 소리를 제공한다.¹¹⁾ 또한 시행이 용이하고 저주파수의 음이 갖는 특징인 음고와 음색을 감별하는 기능을 보청기를 통한 음향 자극을 통해 강화시키므로 보다 자연스러운 소리를 가능케 하고²⁾ 여러 소리가 섞여있는 환경에서도 원하는 음색을 감지하는 기능이 인공와우를 통한 전기 자극보다 용이한 장점을 가지고 있다.¹¹⁾ 또한 많은 환자들이 정확한 청력검사가 어려운 어린 나이에 수술이 시행되므로 우선 Bimodal 양이청취를 권하는 추세이다. 그러나 Bimodal 양이청취 또한 실제 연구에서는 개개인에 따라 상이한 결과가 보고되고 있고^{2,12)} 여전히 어느 정도의 잔존청력을 가진 환자에 있어 Bimodal 양이청취가 효과적인지에 관한 연구는 부족하다. 기존의 연구를 검토해 보아도 Bimodal 양이청취에 대한 연구는 모두 청력검사로 측정이 가능한 잔존청력을 가진 환아를 대상으로 시행이 되었고²⁾ 음의 방향 분별력 연구에 있어서는 잔존청력이 66 dB 보다 좋은 환자의 경우 정상인과 거의 동일하게 방향 분별을 하며¹³⁾ 잔존청력이 110 dB 이상되는 환자에 있어 Bimodal 양이청취를 시행시 중등고도의 난청환자에서 양측 보청기를 착용한 것과 동일하다는 보고는 있으나¹⁴⁾ 잔존청력과 Bimodal 양이청취의 효과에 대한 연구는 부족하다.

일부 연구에서는 소음환경에서 Bimodal 양이청취 후 어음인지력이 감소한 소견도 보고되고 있다.^{15,16)} 이는 일반적으로 두 개의 독립적인 기기 사용으로 인한 양이간 시간, 강도등의 혼돈으로 인하므로¹⁶⁾ Bimodal 양이청취시 보청기와 인공와우 기기를 조절(fitting)함에 있어 음성 자극과 전기 자극간의 시간차, 강도차, 위상차에 대한 균형을 유지하는 것이 중요하다.¹¹⁾ 이를 위해서는 인공와우이식 부위의 부종이 가라앉고 접촉 저항이 안정되고 Mapping이 안정된 이후 반대측의 보청기 사용을 시도한 후 개개인에 맞

는 적절한 보청기 미세조절방식(fine fitting)이 필요할 것이다.²⁾

본 연구에서는 모든 환자에서 순음청력검사상 인공와우이식 후에 향상된 청력역치를 보여주었으나 보청기를 추가한 Bimodal 양이청취와 인공와우 단독 착용시 나타나는 순음청력역치는 24 dB, 26 dB로 큰 차이를 보이지 않아 보청기를 사용하더라도 청력역치의 향상은 기대할 수 없었으나 소음이 있는 환경에서의 언어인지검사 결과 인공와우만을 착용하였을 때 보다 Bimodal 양이청취시 통계적으로 유의한 향상을 보여 Bimodal 양이청취가 소음환경에서의 어음인지에 도움을 준다는 기존의 연구들과 일관된 소견을 보였다.^{2,12)} 또 잔존청력의 정도에 따라 나눈 두 군 간의 소음환경에서의 어음이해력 비교에서 기존의 연구들을 토대로 하였을 때 잔존청력이 좋은 군에서 더 좋은 어음인지 향상력을 보일 것으로 기대하였으나¹³⁾ 본원의 연구에서는 +10 dB, +20 dB 신호 대 잡음비에서 시행한 일음절, 이음 절검사 모두에서 평균적으로 잔존청력이 좋은 군에서 편측 인공와우이식에 비해 Bimodal hearing시 향상폭이 크게 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 본원의 연구는 환자의 수가 적고 잔존청력의 정도에 따라 나눈 그룹간 나아 및 언어발달 연령이 매치가 되지 않으므로 전반적인 경향을 볼 뿐 통계적인 의미를 두기는 어려웠다. 또한 인공와우 환아 중 청력검사로 측정이 가능한 잔존청력을 가진 환아들만을 대상으로 Bimodal hearing을 시행하여 잔존청력을 가지지 않은 환아들에서 Bimodal hearing이 효과가 있는지에 대한 연구가 미흡하였다. 이는 환자의 수가 추가되어 좀더 다양한 잔존청력을 가진 환자군을 연구에 포함하여 보완하여야 할 것이다. 또한 장기간의 추적관찰을 통하여 시간 경과에 따른 Bimodal 양이청취의 향상 정도에 대한 연구도 필요할 것으로 생각한다.

결 론

본원의 연구에서 잔존청력이 다른 두 군 모두에서 Bimodal 양이청취시 인공와우 단독 사용에 비해 소음환경에서 향상된 어음인지력을 보였다.

그러나 인공와우 단독 사용에 대한 Bimodal 양이청취시의 어음인지 향상률은 잔존청력 정도에 관계없이 두 군 모두에서 비슷한 정도로 향상되었다. 이상의 결과를 토대로 잔존청력이 존재하는 환아에서 인공와우이식이 시행되었을 때 Bimodal 양이청취를 고려해 보아야 하며, 잔존청력 정도가 90 dB 이상으로 미약하더라도 우선 Bimodal 양이청취를 시도해 보는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

중심 단어 : 인공외우 · 보청기 · 어음인지 · 두 가지 방식의 양방 청취.

REFERENCES

- 1) U.S.Food and Drug administration. *FDA public health notification: Continued risk of bacterial meningitis in children with cochlear implants with a positioned beyond twenty-four months post-implantation.* Available from: URL <http://www.fda.gov>. Assessed August 1, 2007.
- 2) Ching TY, van Wanrooy E, Dillon H. *Binaural-bimodal fitting or bilateral implantation for managing severe to profound deafness: A review.* *Trends Amplif* 2007;11 (3):161-92.
- 3) Fu QJ, Shannon RV, Wang X. *Effects of noise and spectral resolution on vowel and consonant recognition: Acoustic and electric hearing.* *J Acoust Soc Am* 1998;104 (6):3586-96.
- 4) Chang JE, Bai JY, Zeng FG. *Unintelligible low-frequency sound enhances simulated cochlear-implant speech recognition in noise.* *IEEE Trans Biomed Eng* 2006;53 (12 pt 2):2598-601.
- 5) Litovsky R, Parkinson A, Arcaroli J, Sammeth C. *Simultaneous bilateral cochlear implantation in adults: A multicenter clinical study.* *Ear Hear* 2006;27 (6):714-31.
- 6) Francis HW, Yeagle JD, Brightwell T, Venick H. *Central effects of residual hearing: Implications for choice of ear for cochlear implantation.* *Laryngoscope* 2004;114 (10):1747-52.
- 7) Steven Colburn H, Shinn-Cunningham B, Kidd G Jr, Durlach N. *The perceptual consequences of binaural hearing.* *Int J Audiol* 2006;45 Suppl:34-44.
- 8) Ching TY, Hill M, Brew J, Incerti P, Priolo S, Rushbrook E, et al. *The effect of auditory experience on speech perception, localization, and functional performance of children who use a cochlear implant and a hearing aid in opposite ears.* *Int J Audiol* 2005;44 (12):677-90.
- 9) Offeciers E, Morera C, Muller J, Huarte A, Shallop J, Cavalle L. *International consensus on bilateral cochlear implants and bimodal stimulation.* *Acta Otolaryngol* 2005;125 (9):918-9.
- 10) Brown KD, Balkany TJ. *Benefits of bilateral cochlear implantation: A review.* *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;15 (5):315-8.
- 11) Kong YY, Stickney GS, Zeng FG. *Speech and melody recognition in binaurally combined acoustic and electric hearing.* *J Acoust Soc Am* 2005;117 (3 pt 1):1351-61.
- 12) Mok M, Grayden D, Dowell RC, Lawrence D. *Speech perception for adults who use hearing aids in conjunction with cochlear implants in opposite ears.* *J Speech Lang Hear Res* 2006;49 (2):338-51.
- 13) Seeber BU, Baumann U, Fastl H. *Localization ability with bimodal hearing aids and bilateral cochlear implants.* *J Acoust Soc Am* 2004;116 (3):1698-709.
- 14) Ching TY, Hill M. *The parents' evaluation of aural/oral performance of children (PEACH) scale: Normative data.* *J Am Acad Audiol* 2007;18 (3):220-35.
- 15) Dunn CC, Tyler RS, Witt SA. *Benefit of wearing a hearing aid on the unimplanted ear in adult users of a cochlear implant.* *J Speech Lang Hear Res* 2005;48 (3):668-80.
- 16) Litovsky RY, Johnstone PM, Godar SP. *Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children.* *Int J Audiol* 2006;45 Suppl 1:S78-91.