

편측 인공와우 이식자의 보청기 사용

Use of Hearing Aids in Unilateral Cochlear Implantee

허 승 덕*^{***} · 김 리 석* · 정 동 근* · 최 아 현* · 고 도 흥** · 김 현 기^{***}

Seung-Deok Heo · Lee-Suk Kim · Dong-Keun Jung

Ah-Hyun Choi · Do-Heung Ko · Hyun-Gi Kim

ABSTRACT

The cochlear implantation(CI) as an useful tool for aural rehabilitation in bilateral severe to profound hearing impairment. However, CI prefer to usually one ear in spite of bilateral hearing impaired. because of the various characteristics of hearing loss, the hearing conservation for the future possibility, and socioeconomic condition of hearing impaired person and their families. The unilateral CI has limitations such as a directional loss, a difficult speech understanding in noise and a neural plasticity. These limitations will be overcome by hearing aid(HA) which is familiar with hearing impairer. but HA fitting for bimodal-binaural hearing are difficult because the difference output characteristic of HA and CI. This study will be confirm realities of use of HA in unilateral cochlear implantee. For this goal, 25(m:f=10:15) child participated who are used to HA for 1 to 17 months. We had telephone interviews with their mother about use of HA, change of auditory performance and own voice. As the results, hearing threshold levels of unimplanted ear, the use of a appropriate HA, implanted and aided hearing threshold level(HTL) are must be considered for successful biomodal-binaural hearing. Especially, implanted and aided HTL should be very useful parameter for a prediction of HA effect and a criterion of selection for bilateral cochlear implantation.

Keywords: hearing aids, cochlear implant, binaural hearing, bimodal hearing

1. 서 론

양이 청취는 소리에 대한 방향감 개선, 잡음 환경에서의 언어 청취 능력 향상, 음악 감상 과정에서 멜로디 이해와(Middlebrooks et al, 2005), 청신경 가소성에도 유리하다(Philibert et al, 2005). 따라서 난청이 양측에 있는 경우 두 귀에 보청기를 사용하는 것이 원칙이며, 보청기를 통한 교정 청력 개선에 한계가 있는 양측 고도 이상의 난청은 교정 청력 개선 효과가 좋고 청각 신호 전달 방식이 같은 인공와우 이식을 두 귀에 시술하는 것이 효과적이다. 그러나 난청자와 그 가족들은 미래

* 동아대학교 의과대학

** 한림대학교 자연과학대학

*** 전북대학교 음성과학연구소

재활 가능성에 대한 기대감과 경제적 부담 그리고 청력손실 특성 등을 이유로 한 쪽 귀의 이식을 선호한다. 한 쪽에 국한한 인공와우 이식자의 양이 청취는 한 개의 어음처리기(speech processor)에 두 개의 송화기를 사용하는 cross routing of signal(CROS)이나 보청기와 같이 신호 전달 방식이 다른 청각보조기(bimodal)의 사용을 들 수 있다. 이들 방법에서 CROS는 인공와우 이식기 제조 회사의 적극적인 참여가 필요하며, 보청기는 조용한 환경과 잡음 환경에서의 어음이해도와 방향성 검사(Gorda et al, 2004, Flynn et al, 2004, Kileny et al, 2004), 그리고 설문(Flynn et al, 2004) 등을 통한 적응 평가 후 사용 여부를 결정한다. 이 연구는 인공와우 이식자의 bimodal 양이 청취에 대한 기초 연구로 두 귀 음량 균형을 기본으로 장착한 보청기의 사용 실태를 설문으로 알아보고 이를 청각 특성과 비교하여 bimodal 양이 청취 및 양이 인공와우 이식 대상자 결정에 관한 재활 청각학적 단서를 얻고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 연구 대상

연구 대상은 인공와우를 이식받은 후, 2004년 6월부터 2005년 8월 사이 기간 동안 인공와우 반대 쪽 귀에 보청기를 장착한 유소아 106명을 이름순으로 정렬한 후, 5일 동안 차례로 전화 통화를 한 번씩 시도하여 면접이 가능하였던 25명(남:여=10:15)으로 하였다. 대상자의 나이는 생후 4세 5월부터 18세 9월(평균 11세 1월)이며 인공와우는 좌측 6귀, 우측 19귀에 각각 이식받았다. 난청을 발견하고 보청기를 사용하기 시작한 시기는 생후 3월부터 8세 5월(평균 2세 10월) 사이였으며, 인공와우 이식하기까지 보청기 사용 기간은 7개월부터 13년 4개월(평균 6년), 수술 후 인공와우만 사용한 시간은 3개월부터 3년 10개월(평균 1년 2개월), 인공와우와 보청기를 동시에 사용한 기간은 1개월부터 1년 5개월(평균 8개월)이었다. 순음청력손실평균(pure tone average; PTAs)은 91.2 dB HL이었다. 그러나 소리 전달 방식이 서로 달라 청력 교정 효과에서 차이를 보이는 bimodal 양이 청취 효과를 판정하기 위해서는 검사주파수 중에서 최소가청역치가 가장 좋은 3개의 주파수(best 3 frequencies)의 최소가청역치를 비교할 필요가 있으며, 이들 주파수 평균을 best PTAs로 정의 하였다. 대상자 전체의 보청기 착용 귀의 best PTAs 평균은 84.8 dB HL, 인공와우 교정청력(implanted best PTAs) 평균은 25.3 dB HL, 그리고 보청기 교정청력(aided best PTAs)은 38.5 dB HL이었다.

2.2 연구 방법

보청기는 대상자 모두 순음청력검사를 시행하고, 인공와우 및 보청기를 각각 그리고 동시에 사용하였을 때의 교정청력을 250, 500, 1,000, (1,500), 2,000, (3,000), 4,000 Hz의 대역잡음으로 평가하였다. 서로 다른 장치를 사용하고 있는 두 귀의 음향 균형을 위하여 각 귀의 교정 쾌적역치를 비교한 후, 보청기 출력음향특성을 재조절 하였고, 인공와우와 보청기를 모두 착용한 상태에서 음량 균형 여부를 비교하여 필요할 경우 추가로 조절하였다. 설문 내용은 난청 발견 시기, 인공와우 이식 전 보청기 사용 관련 정보, 인공와우 이식 후 보청기 사용 여부, 보청기 또는 인공와우 선호도, 보청기

사용 후 청각적 수용력 변화, 그리고 자발 음성 변화 등에 대한 19 항목으로 구성하였다. 설문 응답은 3 단계로 단순화하여 하나를 선택하도록 하였다. 대상자 면접은 한 명의 청각전문가가 대상자의 청각적 행동을 가장 가까이에서 관찰하고 있는 어머니에게 질문하여 그 응답을 기록하였다.

3. 결 과

Bimodal 양이청취를 위하여 전체 대상 25 명 중 21 명(84%)이 보청기를 항상 사용하고 있었으며, 1 명이 학교에서 수업을 위해 필요한 경우에만, 그리고 3 명이 사용하지 않는 것으로 응답하였다.

상시 사용자 21 명의 특성을 살펴보면, 두 장치에 대한 선호도는 인공와우가 15 명(71.4%), 두 장치를 모두 좋아하거나 보청기를 선호하는 경우가 각각 3 명이었다. 보청기 착용 방법은 스스로 착용하는 경우가 18 명(85.7%), 부모의 권유에 의해서만 착용하는 경우가 3 명이었으나 스스로 착용하는 18 명 중 3 명은 귀꽃이 착용감과 땀 때문에 하루 1 회 1 시간 정도 착용을 중단하는 것으로 응답하였다. 착용 순서는 인공와우를 먼저 착용하는 경우가 15 명(71.4%), 인공와우보다 보청기를 먼저 착용하는 경우가 6 명이었다. 사용 중 불편함을 느끼는 경우가 6 명(28.6%)이었으며, '시끄럽다', '귀꽃이 때문에 가렵고 답답하다', 'howling', '땀', 그리고 '고장' 등을 그 원인으로 지적하였다.

상시 또는 필요한 경우에만 사용하는 22 명의 보청기 사용에 따른 언어 청취 및 발화 음성 특성을 살펴보면, 언어를 듣고, 이해하기와 소리 방향 찾기에서 '좋아졌다'고 응답한 경우가 16 명(72.7%)이었고 '변화 없다'고 응답한 경우가 6 명이었다. 잠을 속에서 말을 잘 이해한다와 심리적으로 편안해 한다고 응답한 경우가 14 명(63.6%)이었고 '변화 없다'고 응답한 경우가 8 명이었다. 발화 음성이 자연스러워지고 질이 개선되었다고 응답한 경우가 12 명(54.5%)이었고 '변화 없다'고 응답한 경우가 10 명이었다. 발화 음성 강도는 '작아졌다'가 3 명, '커졌다'가 1 명, 그리고 '변화 없다'가 18 명(81.8%)이었으며, 발화 음성의 명료도는 '좋아졌다'와 '변화 없다'가 각각 11 명(50%)이었다.

보청기 상시 사용 여부, 착용 순서 그리고 선호도 등의 착용 습관은 술전 보청기 사용 기간이 길수록 보청기를 먼저 또는 무순위로 착용하였고, 보청기 착용 귀의 청력이 좋을수록 그리고 implanted best PTAs와 aided best PTAs 차이가 적을수록 보청기를 먼저 착용하는 것으로 응답하였다.

필요한 경우에만 사용하는 1 명은 학교에서는 bimodal 양이청취를 선호하고 있으나 가정에서는 인공와우보다 보청기만을 착용하는 것으로 응답하였다.

사용하지 않는 3 명은 보청기가 들리지 않고, 보청기 착용시 귀꽃이 착용감을 그 원인으로 들었다. 이들의 보청기는 수술 전 사용하던 정점최대음향이득(peak full on gain)이 69 dB인 디지털(digital signal processing) 보청기 사용자가 1 명, 정점최대음향이득이 71, 77 dB인 선형(linear) 보청기 사용자가 각각 1 명이었다.

4. 고 찰

인공와우 이식자의 보청기 상시 사용 여부는 성공적인 bimodal 양이 청취 여부를 결정하는 단

서로서의 가치는 물론 이 연구 대상의 적절성 여부를 판단하는데도 유용하다. 설문 응답자의 84%가 보청기를 상시 착용하고, 이들 중 85.7%가 가족의 권유보다 스스로 선택하고 있는 점은 다양한 청각적 환경에서 보청기가 유용한 이득을 제공하고 있음을 시사하며 Flynn et al(2004)의 보고와 일치한다. 특히, 보청기를 사용하지 않는 3명은 현저히 개선된 이식 귀와 균형감을 제공하기에는 이득이 부족한 보청기 사용이 그 원인으로 적절한 증폭을 제공할 경우 상시 사용할 가능성이 높다. 이 점은 bimodal 양이 청취를 위한 보청기의 유용성을 뒷받침하는 단서로 볼 수 있다.

보청기 상시 사용자의 착용 습관에서 보청기 사용 기간이 양이 청취에 영향을 준 것은 이 연구 대상 아동의 난청을 발견한 시기가 2.9 세로 청각 중추에서의 가소성 민감기(sensitive period, Sharma et al, 2002) 이전에 보청기 사용을 시작한 점과 초기 청능 훈련을 통해 보청기에 친숙해진 점 등이 관련될 것으로 사료된다. 그러나 보청기 및 인공와우 사용 기간이 양이 청취에 미치는 영향을 규명하기 위한 보다 장기적인 추적 관찰이 필요할 것으로 보이며, 인공와우 이식 전 보청기 사용의 중요성을 암시하는 증거로 해석할 수 있다. 다만, 술후 인공와우 사용 기간이 bimodal 양이 청취 효과에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고한 Gorda et al(2004)를 고려한다면 보다 다양한 요인에 대한 후속 연구의 필요성을 제기할 수 있다.

본 연구에서 보청기 착용 효과는 이식하지 않은 귀의 잔존 청력에 크게 의존하였으며, 이러한 결과는 Gorda et al(2004)의 연구 결과와 일치한다. 잔존 청력이 좋으면 후보 보청기 선택의 폭이 넓고, 교정 청력 개선 효과를 크게 할 수 있어서 aided PTA와 implanted PTA의 차이를 최소화 할 수 있으며, 인공와우 이식기의 가청범위(dynamic range)와의 균형 유지가 용이하여 착용 효과를 높일 수 있기 때문이다. 또 인공와우 반대 귀의 잔존 청력이 적은 경우에도 음향이득을 높게 하여 최근 출시된 보청기를 사용하여 aided PTA와 implanted PTA의 차이를 줄일 수 있었다. 이러한 결과는 bimodal 양이 청취 대상을 더욱 넓게 한 것으로 만약 양이 인공와우 이식을 고려하지 않는다고 하더라도 양이 청취의 한계를 줄이는 좋은 방법이 될 것으로 기대된다.

인공와우 및 보청기를 통한 적절한 청각적 자극은 의사소통과정에서 많은 이득을 얻을 수 있다. 이에 관해서는 방향성 검사, 잡음하 어음이해도 검사 등의 도구가 일반적으로 사용되고 있다. 본 연구의 청각 자극에 대한 수용 평가는 3단계로 단순화한 주관적 척도 중의 하나를 인공와우 이식 유소아의 가장 가까운 양육자인 어머니가 선택하게 하여 평가하였는데, 잡음하 어음이해도(63.6%) 향상보다 말소리의 청취와 이해 그리고 방향감(72.7%) 향상에서 더 많은 개선이 있었다고 응답하였다. 이러한 차이는 두 명을 대상으로 하여 잡음하 어음이해도가 낮아진 것으로 보고한 Godar et al(2004)의 연구 결과를 제외한 대부분의 연구 성적들과 일치한다.

난청자의 발화 음성 특성은 Lombard effect로 인하여 비교적 강한 강도의 발성 양상을 보인다. 그러나 인공와우 이식 등으로 청각 자극에 대한 난청자의 수용 능력이 향상되면 pitch와 Formant frequency가 낮아지고, 발생 시간이 길어지는 등의 긍정적 변화가 나타난다(Perrin et al, 1999). 이러한 발화 음성 특성의 긍정적 변화는 인공와우 이식 수술 당시 나이 4세를 기준으로 하여 어릴수록 빠르고, 나이 들수록 지연된다(Hocevar-Boltezar et al, 2005). 청각 자극의 수용보다 발화 음성 특성의 변화가 다소 낮은 것으로 응답한 이 연구 결과는 선행 연구 결과들과 일치하며, 특히 발화 음성 명료도에 대해서는 장기 추적 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

5. 결 론

인공와우 이식자는 bimodal 양이청취를 위하여 84%가 보청기를 상시 착용하였다. 이들 중 스스로 선택하여 착용하는 이식자는 85%였으나 인공와우를 선호하는 이식자가 많았다. 보청기 착용 습관은 수술 전 보청기 사용 기간, 이식하지 않은 귀의 청력과 사용하는 보청기 종류 그리고 implanted best PTAs와 aided best PTAs의 차이 등에 영향을 받았다. 인공와우 이식자의 보청기를 통한 청각적 수행력은 모두 개선되었으나 잡음 환경에서의 이해보다는 듣기와 소리의 방향 찾기에 더 많은 이득이 있었다. 발화 음성의 경우 강도는 변하지 않았으며, 자연스러워지고 명료도가 개선되는 것으로 나타났다. 따라서 보청기는 인공와우 이식자의 양이청취를 위한 bimodal 청각재활 도구로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다. 아울러 인공와우 이식자의 성공적인 보청기 사용을 위해서는 이식하지 않은 귀의 청력, 이식 전 적절한 보청기 사용, 이식 후 양이 균형을 고려한 보청기 선택, implanted best PTAs와 aided best PTAs의 차이 등을 고려하여야 한다. 이들 정보는 이식 귀를 선택하는데 유용하고 특히, implanted best PTAs와 aided best PTAs의 차이는 양이 인공와우 이식 대상자 선정 과정에서 최종 결정 기준으로 가치가 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Flynn, M. C. & Schmidtke, T. 2004. Benefits of bimodal stimulation for adults with a cochlear implant. *International Congress Series*, 1273, 227-230.
- Godar, S. P., Litovsky, R. Y., Johnstone, P. M. & Agrawal, S. S. 2004. "Cochlear implant plus hearing aid: measuring binaural benefit in children." *International Congress Series*, 1273, 219-222.
- Hocevar-Boltezar, I., Vatovec, J., Gros, A. & Zargi, M. 2005. The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, In Press.
- Kileny, P. R., Snorrason, R. M., Zwolan, T. A., Macpherson, E. A. & Middlebrooks, J. C. 2004. Contralateral hearing aid benefit in patients with cochlear implants. *International Congress Series*, 1273, 231-234.
- Middlebrooks, J. C., Bierer, J. A. & Snyder, R. L. 2005. "Cochlear implants: the view from the brain." *Current Opinion in Neurology* 15, 488-493.
- Perrin, E., Berger-Vachon, C., Topouzkhanian, T. E. & Morgon, A. 1999. "Evaluation of cochlear implanted children's voices." *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 47, 181-186.
- Philibert, B., Collet, L., Vesson, J. F. & Veillet, E. 2005. "The auditory acclimatization effect in sensorineural hearing-impaired listeners: Evidence for functional plasticity." *Hearing Research* 205, 131-142.
- Sharma, A., Dorman, M. F. & Spahr, A. J. 2002. "A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implication for age of implantation." *Ear & Hearing*, 23(6), 532-539.

감사의 글

가득한 사랑으로 아이들을 양육하시느라 바쁘신 중에도 설문에 응답하여 주신 어머님들께 깊은 감사드립니다.

접수일자: 2005. 11. 10

게재결정: 2005. 11. 30

▲ 허승덕

부산시 서구 동대신동 3가 1번지 (우: 602-715)
 동아대학교 의과대학 이비인후과학교실/의공학교실
 전라북도 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 560-182)
 전북대학교 의과대학 음성과학연구소
 Tel: +82-51-240-5422
 E-mail: audiolog@donga.ac.kr

▲ 김리석

부산시 서구 동대신동 3가 1번지 (우: 602-715)
 동아대학교 의과대학 이비인후과학교실
 Tel: +82-51-240-5428
 E-mail: klsolkor@chollian.net

▲ 정동근

부산시 서구 동대신동 3가 1번지 (우: 602-714)
 동아대학교 의과대학 의공학교실
 Tel: +82-51-240-2868
 E-mail: dkjung@dau.ac.kr

▲ 최아현

부산시 서구 동대신동 3가 1번지 (우: 602-715)
 동아대학교 의과대학 이비인후과학교실
 Tel: +82-51-240-5420
 E-mail: ahchoi@damc.or.kr

▲ 고도홍

강원도 춘천시 한림대학길 39 (우: 200-702)
 한림대학교 자연과학대학 언어청각학부
 Tel: +1-865-386-1658
 E-mail: dhko@utk.edu

▲ 김현기

전라북도 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 560-182)
 전북대학교 의과대학 음성과학연구소
 Tel: +82-63-270-4325/3888
 E-mail: hyungk@chonbuk.ac.kr