

청각적 피드백이 기본주파수에 주는 영향: 와우이식 아동, 보청기 사용아동, 및 건청아동 간의 비교

윤미선¹, 김종선²

¹ 나사렛 대학교 재활학부 언어치료학과

² 서울대학교 의과대학 이비인후과

The Effect of Auditory Feedback on Fundamental Frequencies: The Comparison Among Children with Cochlear Implantation, With Hearing Aids, and With Normal Hearing

Misun Yoon¹, Chongsun Kim²

¹Department of Communication Disorders, Korea Nazarene University

²Department of Otolaryngology, Seoul National University

E-mail : hearing@educyber.org

Abstract

The purpose of this paper was to evaluate the effect of auditory feedback on fundamental frequencies in prelingually deaf children. Participants totaled three groups of sixty children: deaf children with cochlear implantation(CI), deaf children with hearing aids (HA), and children with normal hearing(NH).

Fundamental frequencies were measured during sustained phonation of /a/. There were statistically significant differences of fundamental frequencies across the groups($p < .01$). In post hoc analysis, HA and NH group showed statistically significant differences, but CI group didn't. In correlation analysis between F_0 and the chronological age, there were significant negative tendencies in CI and NH group, but not in HA group. The characteristics of fundamental frequencies in CI group were found similar to NH group than HA group in this study. This could be understood as the effect of relatively sufficient auditory feedback after cochlear implantation.

I. 서론

청각장애인의 음성은 '농아인의 목소리'(deaf voice)라고 불리우는 독특한 특성을 보인다. 일반적으로 이들의 음성에서 나타나는 특성은 긴장, 단조로움, 기식음화, 쪼어짜는 듯한 소리, 안정되지 않은 높낮이, 부적절한 공명 등이다[1]. 이 중 안정되지 않은 목소리의 음도는 청각장애인의 음성 특징 중 대표적인 특성으로, 일반적으로 건청인의 음도보다 높은 것으로 보고되고 있다[2],[3]. 청각장애인이 독특하고 왜곡된 음성 특징을 보이는 원인은 제한적인 청각적피드백 때문이다. 청각장애인의 음성 특성에 영향을 주는 요인은 여러 가지이나 청력손실의 정도는 가장 중요한 요인의 하나로[4], 청력손실의 정도가 심할수록 음성의 왜곡정도도 심하게 된다.

와우이식은 보청기로 충분한 소리를 듣지 못하는 청각장애인을 위해 개발된 방법으로, 와우에 전극을 삽입하고 전기적 자극을 주어 소리를 듣게 하는 방법이다. 1980년대 이후 상용화되기 시작하였으며 와우이식을 받은 청각장애인은 보청기를 사용할 때보다 말소리의 지각을 잘하는 것으로 보고되고 있다[5],[6]. 또한 말소리의 산출 측면에서도 긍정적인 효과를 주고 있다[7], [8].

본 연구는 보청기를 사용하는 청각장애 아동, 와우이식을 통해 청각적 피드백을 받고 있는 와우이식 아동,

청각적 피드백의 제한을 받지 않는 정상적인 청력을 가진 건청 아동의 세 집단을 대상으로 기본주파수를 비교하여 청각적피드백이 기본주파수에 주는 영향을 살펴보았다.

II. 연구방법

2.1 연구대상

와우이식 아동의 선정조건은 첫째, 생활연령이 6 - 12세, 둘째, 와우이식을 받은 지 1년 이상 경과, 셋째, 선천성청각장애로 와우이식 전의 잔존청력이 100dB 이상, 넷째, 2세 이전에 청각장애의 진단을 받고 교육을 받은 아동이었다. 이와 같은 조건에 따라 20명의 아동을 선정하였다. 이들 아동의 성별과 나이분포는 표 1 과 같다. 성비는 남자가 13명, 여자가 7명이었으며 생활연령의 평균은 8세 6개월이었다.

표 1. 와우이식 아동의 성별과 생활연령 분포

성별 연령	6	7	8	9	10	11	12	총
남	1	4	3	2	1	1	1	13
여	2	1	2		1	1		7
총	3	5	5	2	2	2	1	20

청각장애 아동과 건청 아동의 집단은 와우이식 아동의 성별과 생활연령을 맞추어 각각 20명씩 선정하였다. 청각장애 아동의 경우에는 와우이식 아동 선정 기준 중 세 번째와 네 번째 조건, 즉 잔존청력과 청각장애의 진단과 교육시기를 충족시키는 아동으로 하였다.

2.2 연구절차와 분석방법

연구대상 아동에게 /아/ 소리를 발성하게 하고 녹음한 후 PCquirer를 사용하여 기본주파수를 측정하였다. 녹음은 조용한 방에서 SONY ECM-MS 907 마이크를 연결한 SONY MZ-R5ST 녹음기를 사용하였다.

집단 간 기본주파수 차이의 검증을 위해 일원분산분석을 실시하였고, 기본주파수와 생활연령 간의 관계분석을 위하여 상관분석을 실시하였다. 상관분석에서는 각 집단의 남자 아동 13명 만을 대상으로 하였다.

III. 결과

와우이식 아동, 보청기 사용아동, 건청 아동의 기본주파수의 서술통계는 표 2. 와 같다. 건청아동의 기본주파수의 평균은 250.46 Hz 로 가장 낮았고, 와우이식 아동은

267.37 Hz, 보청기 사용 아동은 296.36 Hz 였다. 또한 보청기 사용 아동 집단의 기본주파수의 범위는 205.68 Hz 로 매우 컸다.

표 2. 와우이식 아동(CI), 보청기 사용 아동(HA), 건청 아동(NH)의 기본주파수의 서술통계(N = 20)

	CI	HA	NH
평균	267.37	296.36	250.46
표준편차	34.03	57.43	23.97
최고값	392.75	436.37	281.83
최저값	210.37	231.69	198.42

세 집단 간의 기본주파수의 평균의 차이를 검증하기 위한 분산분석의 결과는 표 3 과 같다.

표 3. 와우이식 아동(CI), 보청기 사용 아동(HA), 건청 아동(NH)의 기본주파수의 분산분석

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F
집단	21555.96	2	10777.98	6.43*
오차	95571.76	57	1676.69	
총	117127.72	59		

* $p < .01$

와우이식 아동, 보청기 사용 아동, 및 건청아동의 기본주파수의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($F=6.43, p < .01$). 사후분석의 결과는 표 4 와 같다.

표 4. 와우이식 아동(CI), 보청기 사용 아동(HA), 건청 아동(NH) 기본주파수의 분산분석의 사후비교

	집단	평균차
CI	HA	-28.99
	NH	16.91
HA	CI	28.98
	NH	45.90*

* $p < .01$

사후분석의 결과 기본주파수의 유의한 집단 간 차이는 보청기 사용 아동과 건청 아동에서 나타났다($p < .01$). 보청기 사용 아동의 기본주파수는 건청 아동의 기본주파수에 비해 유의하게 높았다. 반면 와우이식 아동의 기본주파수는 건청아동의 기본주파수보다 높고, 보청기 사용

아동 보다 낮았으나 평균의 차이가 통계적으로 유의하지 못했다.

남자 아동 13명을 대상으로 기본주파수와 생활연령 사이의 상관분석 결과 나타난 산포도는 그림 1, 그림 2, 그림 3과 같다.

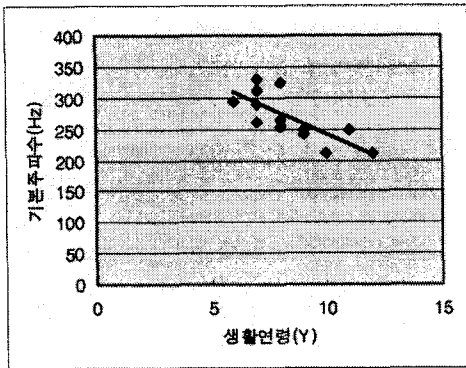


그림 1. 와우이식 아동의 기본주파수와 생활연령 간의 산포도

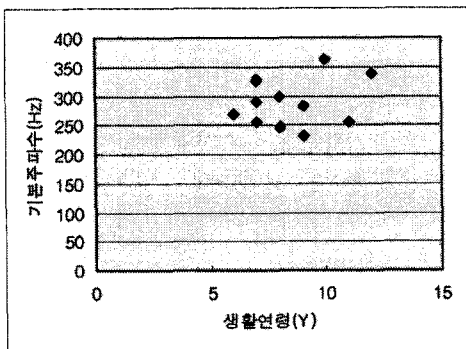


그림 2. 보청기 사용 아동의 기본주파수와 생활연령간의 산포도

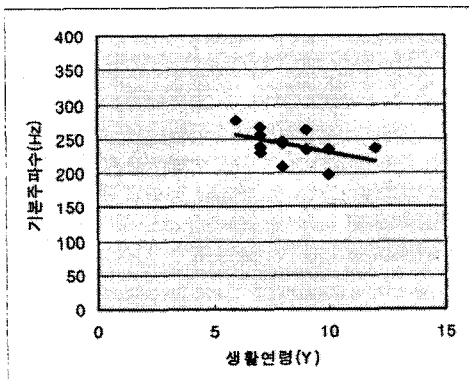


그림 3. 건청아동의 기본주파수와 생활연령간의 산포도

와우이식 남자아동과 건청 남자아동은 기본주파수와 생

활연령 간에 유의한 상관을 보이며($p < .05$), 생활연령이 증가함에 따라 기본주파수가 낮아지는 부적상관을 보였다($r = -.63$, $r = -.45$). 그러나 보청기 사용 아동의 경우 기본주파수와 생활연령은 유의한 상관을 보이지 않았다($r = .22$).

IV. 결론

본 연구의 대상은 6세에서 12세 사이의 아동들로 청각적 피드백의 정도에 따라 세 집단으로 나누어 기본주파수에서 나타나는 차이를 살펴보았다. 본 연구에 따르면 청각적 피드백의 정도에 따라 아동들의 기본주파수는 차이를 보였다. 청각적 피드백을 가장 많이 받는 정상청력의 아동의 기본주파수는 가장 낮았고 청각적 피드백을 가장 적게 받는 보청기를 사용하는 아동의 기본주파수는 가장 높았으며 두 집단간의 차이는 통계적으로 유의하였다. 또한 보청기를 사용하는 아동과 같은 정도의 청력손실을 가지고 있었으나 와우이식을 통해 보다 소리를 잘 듣게 된 와우이식 아동의 경우 기본주파수는 보청기 사용아동보다는 낮고 건청아동 보다는 높았다. 와우이식을 통해 청각적 피드백이 증가할 경우 기본주파수가 낮아지고 건청인의 기본주파수 범위에 가까워지는 것은 아동 뿐 아니라 성인에게서도 보고되었다[9], [10].

본 연구에서 나타난 남자 아동의 생활연령과 기본주파수의 관계를 보면 와우이식 아동과 건청아동은 나이의 증가에 따라 기본주파수가 하강하는 경향을 보였다. 그러나 보청기 사용 아동은 생활연령의 증가에 따라 기본주파수가 유의하게 변화하지 않았으며 오히려 상승하는 경향을 보였다. 이것은 남자아동의 기본주파수의 하강이 단순히 신체적 성숙에 따른 효과만이 아니라 청각적 피드백의 영향도 받고 있음을 시사한다.

참고문헌

- [1] S. Wirz, The voice of the deaf, In Fawcus, M.(Ed.). *Voice Disorders and Their Management*. Chapman & Hall. pp. 283-303, 1991
- [2] 윤미선, 난청 아동의 말소리, 언어, 심리 및 행동 특징. *언어치료전 문인을 위한 청각학*. 군자출판사, 1994
- [3] D. Seyfried and P. Kricos, Language and speech of the deaf and hard of hearing. In Schow, R., & Neronne, M.(Eds.), *Introduction to Audiologic Rehabilitation*. Allyn and Bacon. pp. 168-228, 1996

- [4] D. Smith, "Residual hearing and speech production in deaf children". *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, pp. 795-811, 1975
- [5] J. Fryauf-Bertschy, H. Tyler, R. Kelsay, D. Gantz, and G. Woodworth, "Cochlear implant use by prelingually deafened children: The influences of age at implantation and length of device use," *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, pp. 183-199, 1997
- [6] S. B. Walzman, Variables affecting speech perception in children. In S. B. Walzman, and N. L. Cohen(Eds.), *Cochlear Implants*. Thieme, pp. 199-205, 2000.
- [7] M. Allen, T. Nikolopoulos, and G. O'Donoghue, "Speech intelligibility in children after cochlear implantation," *The American Journal of Otology*, 19, pp. 742-746, 1998
- [8] M. Svirsky and C. Chin, Speech production. In S. B. Walzman and N. L. Cohen(Eds.), *Cochlear Implants*. Thieme. pp. 293-309, 2000
- [9] J. Hamzavi, W. Deutsh, W. Baumgartner, W. Bigenzahn, and W. Gstoettner, "Short-term effect of auditory feedback on fundamental frequency after cochlear implantation. *Audiology*, 39(2), pp. 102-105, 2000
- [10] M. C. Langeries, A. Bosman, A. van Olphen, and G. F. Smoorenburg, "Effect of cochlear implantation on voice fundamental frequency in post-lingually deafened adults," *Audiology*, 37(4), pp. 219-230, 1998