청력수준에 따른 초등학교 아동의 기본주파수 비교*

윤미선(나사렛대학교)

<차 례>

1. 서 론
2. 연구방법
2.1. 연구대상
2.2. 연구절차와 분석방법
3. 결 과
3.1. 집단 간 기본주파수의 평균비교
3.2. 집단 별 기본주파수와 연령간의 관계
4. 결론 및 논의

<Abstract>

The Comparison of Fundamental Frequencies of Children with Different Hearing Level

Yoon, Misun

The purpose of this paper was to evaluate the effect of hearing level on fundamental frequencies in children. Participants totaled sixty children divided by three groups: congenitally deafened children with cochlear implantation(CI), congenitally deafened children with hearing aids(HA), and children with normal hearing(NH). Fundamental frequencies were measured during the sustained phonation of a vowel /a/. There was statistically significant difference of fundamental frequencies across the groups($p<.01$). In post hoc analysis, HA and NH group showed statistically significant difference, but CI group didn't showed significant differences with two groups. In correlation analysis between F0 and the chronological age, there were significant negative tendencies in CI and NH group, but not in HA group. The characteristics of fundamental frequency in CI group were found similar to NH group than HA group in this study. Therefore the results of this study suggest that the hearing level is one of the influencing factors to the fundamental frequency of children.

* Keywords: Hearing level, Cochlear Implantation, Congenitally deafened children, Fundamental frequency

---

* 본 논문은 나사렛대학교 개교 50주년 기념 논문임.

1. 서 론

음도(pitch), 강도(loudness), 질(quality)과 같은 목소리의 특성은 언어평가의 기본 항목이다. 언어평가에서 목소리에 대한 평가를 하는 이유는, 이러한 요인이 말명료도(speech intelligibility)와 말의 자연스러움(naturalness)에 영향을 주어 결과적으로 의사소통 능력에 영향을 주는 중요한 요인이기 때문이다[1]. 목소리를 평가하는 방법은 크게 두 가지로 나뉘는데, 숙련된 임상가가 자신의 귀로 듣고 평가하는 주관적인 방법과 기기를 사용하여 측정하는 객관적인 방법이 있다. 각각의 방법은 모두 장점과 단점이 있다. 주관적인 평가의 경우 별도의 기기가 필요하지 않고 피검사자의 목소리가 실제 의사소통 상황에서 청자에게 들려지는 대로 평가할 수 있다는 장점이 있는 반면, 평가자에 따라 결과에 차이가 있을 수 있어 객관적인 자료의 비교가 어렵다는 단점을 갖는다. 기기를 사용한 평가 결과는 객관적인 자료의 비교를 가능하게 하는 반면, 기기로 측정한 수치와 실제 청자가 느끼는 목소리의 평가 결과가 항상 일치하지는 않는다는 단점이 있다[2].

목소리의 평가 항목 중 음도는 가장 기본이 되는 평가항목으로서, 평가자가 피검사자의 목소리를 듣고 음도가 피검사자의 연령이나 성별에 적합한가를 척도로 표시하는 방법과, 음향학적 측정치로 음도를 나타내는 기본주파수(fundamental frequency)평가 방법이 일반적이다. 기본주파수의 측정은 목소리 평가의 다른 어느 영역에서보다 평가자가 듣고 평가하는 주관적인 평가 결과와 상관이 높아 사회적 타당도를 지닌 객관적인 평가 자료로 널리 쓰이고 있다[2]. 기본주파수는 성대의 진동수를 의미하며 기본주파수를 결정하는 요인은 기본적으로 성대의 길이와 긴장도이다[3]. 성별에 따라 남성은 여성보다 낮은 기본주파수를 보이며, 연령에 따라 성인은 아동보다 낮은 기본주파수를 나타낸다[4][5]. Lee et al.[4]의 연구에 따르면 아동의 기본주파수는 12세 이후 성별에 따라 유의한 차이가 시작되어, 남자 아동의 경우 15세까지 현저하게 낮아지는 양상을 보였다. 이렇게 음도는 성별과 연령에 따라 신체 기관과 운동능력의 성숙과 더불어 변화한다. 그러므로 연령과 성별에 따라 적절한 기본주파수의 범위를 넘어서는 음도를 보일 경우 원활한 의사소통에 어려움이 있는 음성장애의 일종으로 진단을 한다.

청각장애인의 음성은 '농아인의 목소리'(deaf voice)라고 불리우는 독특한 특성을 보인다. 일반적으로 이들의 음성에서 나타나는 특성은 긴장, 단조로움, 기식음화, 쥐어짜는 듯한 소리, 안정되지 않은 음도, 부적절한 공명 등이다[6]. 이 중 안정되지 않은 음도는 청각장애인의 음성 특징 중 대표적인 특성으로, 일반적으로 건청인의 음도보다 높은 것으로 보고 되고 있다[6][7]. 국내의 연구결과에서도 청각장애인은 같은 나이의 건청인에 비해 통계적으로 유의하게 높은 음도를 보였다[8][9]. 허명진, 정옥란[8]의 연구는 95dB 이상의 청력손실을 보이는 6세-20세의 청각장애인 36명을 대상으로 /a/ 모음의 연장 발성 시 기본주파수를 측정 비교하였

다. 연구 결과 건청인의 기본주파수 평균은 222.9Hz이었고, 청각장애인의 기본주파수 평균은 323.3Hz로 두 집단은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 나이별로 6-10세, 11-15세, 16-20세의 세 집단으로 나누었을 때, 건청인은 연령 집단 별로 기본주파수에 차이가 있었던 반면, 청각장애인은 연령에 따라 기본주파수에서 차이를 보이지 않았다.

청각장애인은 발성기간의 해부학적 모양과 생리적인 기능이 건청인과 다르지 않음에도 불구하고 후두와 성대의 활동으로 나타나는 음도를 포함한 음성 특성에서 이상을 보인다. 청각장애인이 독특하고 왜곡된 음성 특징을 보이는 원인은 제한적인 청각적피드백 때문으로 여겨진다[10]. 청력손실의 정도가 심할수록 음성의 왜곡정도도 심하였으며[11], 소리를 잘 듣던 사람이 후천적으로 50-1000-2000Hz에서 70dB 이상의 손실을 보이게 되면 목소리의 왜곡이 생긴 것 등은[12] 청력 수준과 목소리의 관계를 보여준다.

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 말소리를 잘 듣는 것으로 보고 되었다[13][14]. 또한 말소리의 산출 측면에서도 긍정적인 효과를 주고 있다[15][16]. 특히 4세 이전에 와우이식을 받은 청각장애 아동은 와우이식 후 목소리와 조음의 음향학적 분석에서 정상 아동의 결과와 차이를 보이지 않았다[17].

이상의 선행연구를 통해 청각장애인의 음도가 건청인과는 다른 특성을 보이며, 와우이식을 받은 후 음도에 변화가 온다는 점을 확인 할 수 있었다. 본 연구는 이러한 선행연구의 결과를 토대로, 단순히 청각장애인의 음도 특성을 보는 것이 아니라 청각적 피드백의 양을 결정하는 청력 수준이 음도에 주는 영향을 보는 것을 목적으로 하였다. 즉 기본주파수에 영향을 주는 나이와 성별을 통제한 상태로 청력수준의 변화에 따른 기본주파수의 차이를 직접 비교하여, 청각적피드백의 정도와 기본주파수의 관계를 보다 확실하게 관찰하고자 하였다. 이와 같은 목적에 맞추어 청력 수준이 다른 세 집단의 기본주파수를 비교하고, 집단별로 연령의 증가에 따른 기본주파수의 변화를 보았다. 청력 수준이 다른 세 집단은 선천적으로 100dB 이상의 청력손실을 갖고 있고 보청기를 사용하는 아동(HA), 선천적으로 100dB의 청력손실을 갖고 있기는 하나 와우이식을 통해 보청기를 사용하는 아동보다 많은 청각적피드백을 갖게 된 아동(CI), 청각적 피드백의 제한을 받지 않는 정상적인 청력을 가진 건청 아동(NH)으로 집단 별로 각각 20명의 아동을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

연구대상자는 6-12세 사이의 초등학교 학생이다. 12세로 나이를 제한 한 것은 12세 이후는 성장에 따른 기본주파수의 차이가 급격하게 관찰되기 때문이다[4]. 와우이식 아동(CI)의 선정조건은 다음과 같다: (1) 와우이식을 받은 지 1년 이상 경과한 아동, (2) 선천성청각장애로 와우이식 전의 잔존청력이 100dB이상인 아동, (3) 2세 이전에 청각장애의 진단을 받고 교육을 시작한 아동, (4) 청각장애 외의 다른 장애가 없는 아동. 이와 같은 조건에 따라 20명의 아동을 선정하였으며 연구대상아동의 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 와우이식 청각장애 아동의 특성

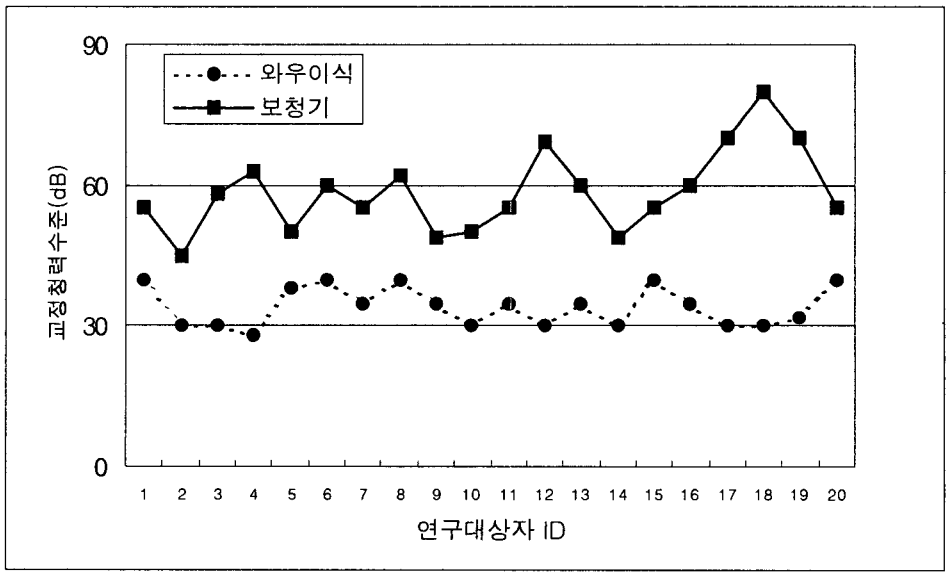
ID	생활연령 (년)	성별	와우이식 나이(년)	와우이식기 사용기간(년)	교정청력 (dB)
1	12	남	11	1	40
2	7	남	2	5	30
3	8	남	4	4	30
4	8	여	4	4	28
5	10	남	7	3	38
6	11	여	9	2	40
7	8	남	6	2	35
8	8	여	6	2	40
9	10	여	7	3	35
10	7	남	3	4	30
11	9	남	7	2	35
12	6	남	4	2	30
13	7	여	5	2	35
14	7	남	5	2	30
15	9	남	8	1	40
16	8	남	7	1	35
17	7	여	7	1	30
18	6	여	5	1	30
19	7	남	5	2	32
20	11	남	10	1	40

연구대상 와우이식 아동의 성비는 남자가 13명, 여자가 7명이었으며 생활연령의 평균은 8.3세, 와우이식을 받은 나이의 평균은 6.1세, 와우이식기의 평균사용기간은 2.25년, 와우이식기를 착용한 상태에서 측정한 교정청력의 평균은 34.15dB였다. 교정청력은 가장 최근에 측정한 순음청력검사의 결과이다.

보청기를 사용하는 청각장애 아동은 와우이식 아동의 성별과 생활연령에 일대일 대응하며 다음의 조건을 충족하는 20명의 아동을 선정하였다. 그 조건은 (1) 선천성청각장애로 보청기를 사용하지 않을 때의 잔존청력이 100dB이상인 아동, (2) 2세 이전에 청각장애의 진단을 받고 교육을 시작한 아동, (3) 청각장애 외의 다른 장애가 없는 아동과 같았다. 청각장애 아동의 교정청력은 보청기를 착용한 상태에서 가장 최근에 측정한 자료이다.

건청 아동은 와우이식 아동의 성별과 생활연령에 일대일 대응하며 연구자와의 면담을 통해 청력손실의 징후가 없는 것으로 판단된 아동 20명으로 선정하였다.

CI와 HA 집단 개인의 일상생활에서의 청력손실 정도를 보여주는 교정청력은 <그림 1>과 같다. 와우이식 아동의 교정청력이 30-40dB 사이에 위치하여 경도청력손실 수준을 보이는 데 비하여 보청기 사용 아동의 교정청력수준은 60dB 정도로 중도청력손실 수준인 것으로 나타난다.



<그림 1> 와우이식 아동과 보청기 사용 아동의 교정청력 수준

2.2. 연구절차와 분석방법

조용한 방에서 연구대상 아동에게, "지금부터 <아----> 소리를 내는데, 가능한 한 길게, 보통 때 말하는 것처럼 해봐" 라고 지시를 하고 의자에 앉은 편안한 자세로 연장모음 /a/를 발성하게 한 후 녹음을 하였다. 녹음은 SONY ECM-MS 907 마이크를 연결한 SONY MZ-R5ST 녹음기로 녹음을 하였다. 마이크의 위치는 입에서 15-20cm 떨어진 곳에 두었다. 녹음자료는 PCquirer 프로그램을 사용하여 파형을 보고 시작과 끝을 제외한 안정된 구간에서 기본주파수를 측정하였다.

청력수준에 따른 세 집단 간 기본주파수 차이의 검증을 위해 각 집단 별로 20명의 아동을 대상으로 일원분산분석을 실시하고 사후검정을 하였다. 또한 기본주파수와 생활연령 간의 관계분석을 위하여 각 집단의 남자 아동 13명을 대상으로 상관분석을 실시하였다. 상관분석에서 남자아동만을 대상으로 한 것은, 남자아동은 연령에 따른 기본주파수의 변화가 여자 아동보다 의미가 있기 때문이다[4].

3. 결 과

3.1. 집단 간 기본주파수의 평균 비교

와우이식 아동, 보청기 사용아동, 건청 아동의 기본주파수의 서술통계는 <표 2>와 같다. 세 집단의 기본주파수의 높고 낮은 순서는 청각적 피드백의 정도에 따랐는데, 청각적피드백이 가장 많은 건청 아동의 기본주파수가 가장 낮았고(250.46 Hz), 와우이식을 통해 소리를 보다 잘 듣게 된 와우이식 아동의 기본주파수가 그 다음이었으며(267.37Hz), 청각적 피드백을 가장 적게 받는 보청기 사용 아동의 기본주파수가 가장 높았다(296.36 Hz). 보청기 사용 아동은 가장 낮은 기본주파수를 보인 아동이 231.68Hz이고 가장 높은 기본주파수를 보인 아동이 436.37Hz로 최저값과 최고값의 차이가 다른 두 집단에 비해 컸다. 연구대상자 개인의 기본주파수 값은 <그림 2>와 같고 집단 간 기본주파수 평균은 <그림 3>과 같다.

<표 2> 연구대상 아동 기본주파수의 서술통계(N = 20)

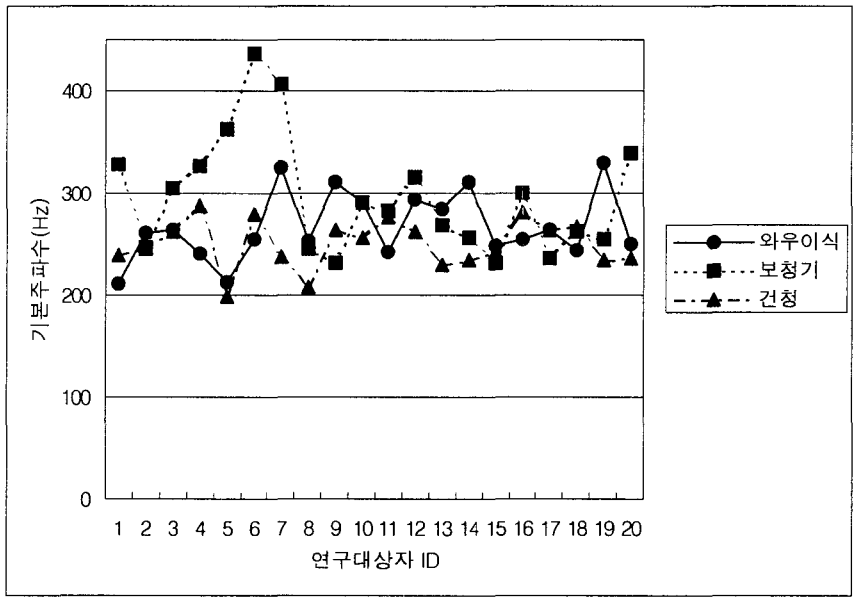
	와우이식아동	보청기사용아동	건청아동
평균	267.37	296.36	250.46
표준편차	34.03	57.43	23.97
최고값	392.75	436.37	281.83
최저값	210.37	231.69	198.42

<표 3>은 세 집단 간 기본주파수의 평균 차이를 검증하기 위한 분산분석의 결과이다. 와우이식 아동, 보청기 사용 아동, 및 건청아동의 기분주파수의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(F=6.43, 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 통계적으로 유의하게 높았으나, 와우이식 아동의 기본주파수와는 유의한 차이를 보이지 않았다. 와우이식 아동의 기본주파수는 보청기 사용 아동의 기본주파수보다 낮고 건청아동의 기본주파수보다는 높았으나, 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

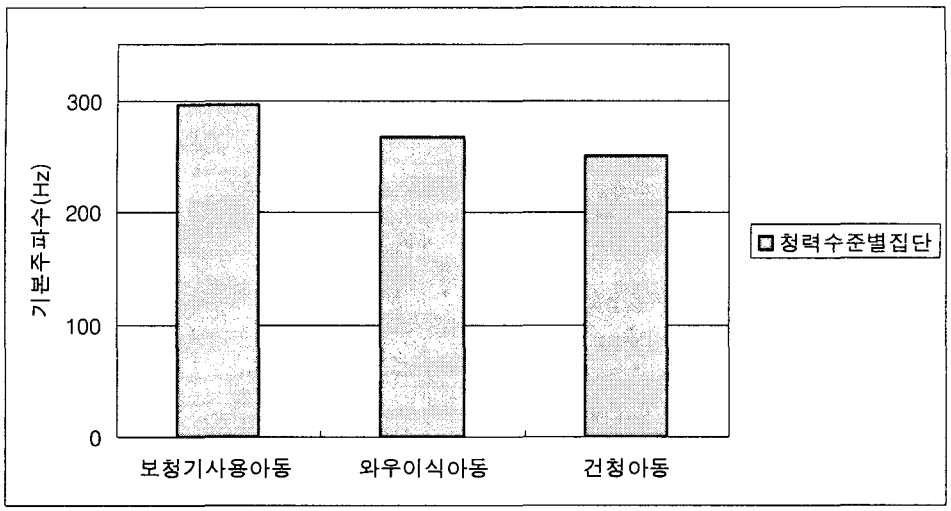
<표 3> 와우이식 아동, 보청기 사용 아동, 건청 아동 기본주파수의 분산분석

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F
집단	21555.96	2	1077.98	6.43*
오차	95571.76	57	1676.69	
총	117127.72	59		

(*p<.01)



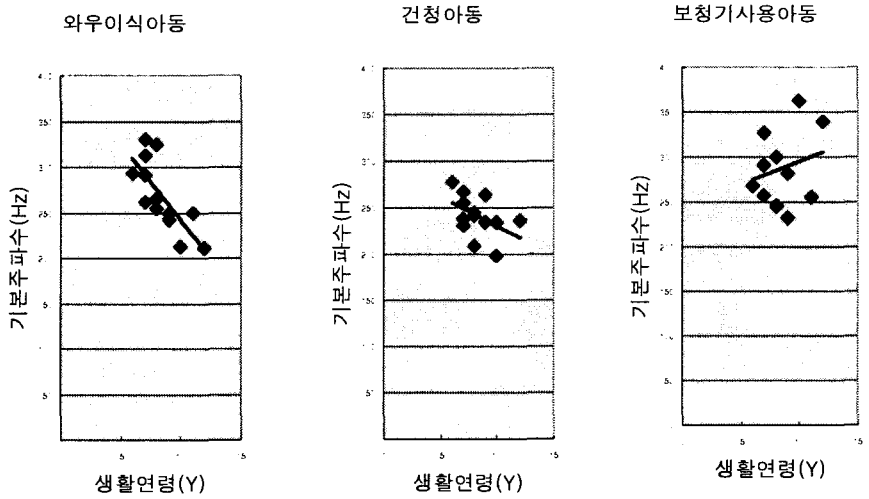
<그림 2> 연구대상 아동들의 기본주파수 값



<그림 3> 청력수준에 따른 집단 별 기본주파수의 평균

3.2. 집단 별 기본주파수와 연령간의 관계

와우이식 아동, 건청아동, 보청기사용 아동의 각 집단 별로 남자 아동 13명에 대한 기본주파수와 생활연령 사이의 상관분석 결과 나타난 산포도는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 기본주파수와 생활연령 간의 산포도

와우이식 아동과 건청 아동은 기본주파수와 생활연령 간에 유의한 상관을 보이며($p<.05$), 생활연령이 증가함에 따라 기본주파수가 낮아지는 부적상관을 보였다($r = -.63$, $r = -.45$). 그러나 보청기 사용 아동의 경우 기본주파수와 생활연령은 정적인 경향을 보이며 통계적으로 유의하지 못했다($r = .22$).

4. 결론 및 논의

건청인이 듣는 것만큼 소리를 듣지 못하는, 즉 청각 자극을 받아들이는 역치가 건청인보다 높은 청각장애인은 목소리를 산출하는 후두와 성대의 해부학적인 이상이 없고 근육의 움직임을 조절하는 신경학적인 문제가 없음에도 불구하고 기본주파수와 같은 목소리의 조정에서 실패하고 있다[18]. 이것은 목소리의 발성을 포함한 말산출 과정은 인간의 성숙과 함께 10대에 이르기까지 계속적으로 근육이나 기관의 미세 움직임의 재조정과정을 거쳐야하는데[5], 이 과정에서 가장 큰 정보를 제공하는 것은 청각적 피드백이기 때문이다. 우리는 타인의 목소리를 듣는 것 뿐 아니라 자신의 목소리를 듣고 지속적인 조종을 하는 과정을 통해 말산출 능력을 발전시킨다[19].

청각장애인은 목소리나 발음의 조정을 위해 필요한 청각적 피드백이 제한된 만큼 다른 감각정보를 이용해야 한다. 청각장애인이 이 과정에서 사용하는 또 다른 피드백은 체성감각정보(somatosensory information)가 가장 많을 것으로 여겨진다[20]. 체성감각은 근육의 위치나 움직임 등을 기억하는 감각으로서, 청각적 피드백을 대신하여 말단 조음과 발성 산출기관의 정보를 중앙으로 보내는 구심성(afferent) 정보전달 통로의 역할을 하게 된다. 그러나 체성감각을 구심성 정보통로로 사용할 때의 문제는 말소리의 음향적인 변수와의 상호호환이 어렵다는 것이다. 청각장애인이 말소리를 산출할 때에 후두의 근육이 과도하게 긴장되는 것이나[18], 청각장애인의 기본주파수가 높은 것 등[6][7][8][9][18]은 체성감각에 의지하기 위해 과도하게 근육을 긴장시킨 결과로 받아들여진다.

본 연구는 청력 수준이 말산출 과정에 영향을 준다는 가정을 검증하기 위하여 청력 수준이 서로 다른 초등학교 아동을 대상으로 기본주파수 특성을 살펴보았다. 6세에서 12세 사이의 아동들을 청력 수준에 따라 10dB이하의 청력수준을 보이는 건청아동, 선천성청각장애이나 와우이식을 받아서 교정청력 수준이 30-40dB인 아동, 선천성청각장애로 보청기를 사용하나 교정청력 수준이 60-70dB인 아동의 세 집단으로 나누었다. 연구 결과 청각적 피드백을 가장 많이 받는 건청 아동의 기본주파수가 가장 낮았고 청각적 피드백을 가장 적게 받는 보청기를 사용하는 아동의 기본주파수가 가장 높았으며 두 집단 간의 차이는 통계적으로 유의하였다. 또한 선천적으로 보청기를 사용하는 아동과 같은 정도의 청력 수준이었으나 와우이

식을 통해 보다 소리를 잘 듣게 된 와우이식 아동의 기본주파수는 보청기 사용 아동보다 낮고 건청 아동 보다 높은 수준에 있는 것으로 나타났다. 남자 아동의 생활연령과 기본주파수의 관계를 보면 와우이식 아동과 건청아동은 나이의 증가에 따라 기본주파수가 유의하게 하강하는 경향을 보였다. 그러나 보청기 사용 아동은 생활연령의 증가에 따라 기본주파수가 유의하게 변화하지 않았으며 오히려 약간 상승하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 남자아동의 기본주파수 변화가 단순히 신체적 성숙에 따른 효과만이 아니라 청각적피드백의 영향도 받고 있음을 시사한다.

청력 수준의 차이가 기본주파수에 영향을 주는 것으로 나타난 본 연구의 결과는 선행연구결과와도 일치한다. Lane & Webster[21]는 언어를 습득한 후 청력손실이 발생한 성인 3명을 상대로 기본주파수와 모음 산출 시의 음향적인 변인들을 분석 한 결과, 후천적청각장애인의 기본주파수 조절 능력이 건청인과 차이를 보이는 것으로 보고했다. 이들은 건청인에 비해 전반적으로 높은 기본주파수를 보였고, 음도의 변화 폭이 크며, 문장 내에서 음도가 갑자기 떨어지는 현상(pitch fluctuation)이 자주 나타났는데, 이러한 현상은 청력 수준이 정상인 사람에게서는 일반적이지 않았다. 청력 수준이 감소된 후천적청각장애인과는 반대로 청력 수준이 향상된 경우에도 기본주파수는 변화하였다. 와우이식 청각장애인을 대상으로 와우이식 전과 후의 기본주파수를 비교해 보았을 때, 와우이식 후 일관되게 기본주파수가 낮아졌으며 이러한 현상은 아동과 성인에서 동일하게 나타났다[17][22][23][24].

와우이식 후 기본주파수의 변화 경향을 보면 와우이식 직후는 변화가 크지 않으며 와우이식 후 2년까지 시간이 경과하면서 점차적으로 건청인의 기본주파수 범위로 낮아지는 경향을 보였다[24]. Higgins et al.[25]의 연구에서는 5세 이후에 와우이식을 받은 아동은 와우이식 후 말산출 능력이 좋아지기는 하나 일정 기간이 경과한 후에도 말산출에서 장애를 보였으며 이것이 지속되었다. 연구대상 아동의 기본주파수는 와우이식 전보다 낮아졌으나 건청 아동의 평균에는 이르지 못하였다. 또한 Yoon & Kim[26]에서는 말소리의 오류특성에 가장 영향을 주는 요인으로 적절한 청각적 피드백을 받지 못하고 지낸 기간, 즉 와우이식 아동의 경우 와우이식 시의 나이가 가장 영향을 주는 요인으로 보고하였다. 어린 나이에 와우이식을 받아 청각적피드백을 더 많이 받을 수 있었던 아동이 늦은 나이에 와우이식을 받은 아동보다 건청인에 가까운 목소리 특성을 보였다.

본 연구의 결과 청력수준은 아동의 기본주파수에 영향을 주는 유의한 요인으로 확인되었다. 또한 청각적 피드백이 부분적으로 회복되어 말지각능력에 변화가 온 와우이식 청각장애 아동의 경우 기본주파수 특성이 건청 아동의 특성을 따라가기는 하였으나, 완전히 일치하지는 못하였다. 이것은 청각장애인의 듣기 능력이 회복된 후에도 말산출능력까지 변화가 확산되려면 시간이 필요하며, 일정 기간 이

상 청각적피드백이 부족했던 경우는 말지각능력의 회복만으로 말산출 능력의 회복을 가져오는 것에 한계가 있음을 의미한다. 따라서 청각장애 아동의 말산출능력의 발전을 위해서는 조기진단과 중재 등을 통해 아동의 청각적피드백이 제한되는 기간을 가능한 한 짧게 하고, 청각장애 아동에게 가장 적합한 증폭장치를 공급하여 청력 수준을 높여야 할 것이다.

참고문헌

[1] D. Boone, S. McFarlane, The Voice and Voice Therapy, (6th), Allyn and Bacon, 2000.

[2] R. D. Kent, M. Ball, *Voice Quality Measurement,* Singular Publishing Group, 2000.

[3] J. Stemple, L. Glaze, B. Klaben, *Clinical Voice Pathology: Theory and Management, (3rd),* Singular Publishing Group, 2000.

[4] S. Lee, A. Potamianos, S. Narayanan, "Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters". *Journal of the Acoustic Society of America*, Vol. 105, pp.1455~1468, 1999.

[5] R. D. Kent, "Anatomical and neuromuscular maturation of the speech mechanism: Evidence from acoustic studies", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 19, pp.421~447, 1976.

[6] S. Wirz, "The voice of the deaf", In M. Fawcus(ed.), *Voice Disorders and Their Management,* Chapman & Hall. pp. 283~303, 1991.

[7] 윤미선, "난청 아동의 말소리, 언어, 심리 및 행동 특징". *언어치료전문인을 위한 청각학*, 군자출판사, 1994.

[8] 허명진, 정옥란, "언어습득 전 난청자의 음향학적 특성", *언어치료연구*, 6권, 1호, pp.61~77, 1997.

[9] 문해란, *최중도 청각장애 아동의 음도 특성 연구*, 이화여자대학교대학원 석사학위논문, 2003.

[10] D. Seyfried, P. Kricos, "Language and speech of the deaf and hard of hearing". In R. Schow, M. Neronne(ed.), *Introduction to Audiologic Rehabilitation.* Allyn and Bacon, pp.168~228, 1996.

[11] D. Smith, "Residual hearing and speech production in deaf children", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 18, pp.795~811, 1975.

[12] D. Boone, S. McFarlane, *The Voice and Voice Therapy (6th),* Allyn and Bacon, pp.227~229, 2000.

[13] J. Fryauf-Bertschy, H. Tyler, R. Kelsay, et al., "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*, Vol. 40, pp.183~199, 1997.

[14] S. B. Walzman, "Variables affecting speech perception in children", In S. B. Walzman, N. L. Cohen(ed.), Cochlear Implants, Thieme, pp.199~205, 2000.

[15] M. Allen, T. Nikolopoulos, G. O'Donoghhue, "Speech intelligibility in children after cochlear implantation", *The American Journal of Otology*, Vol. 19, pp.742~746, 1998.

[16] M. Svirsky, C. Chin, "Speech production". In S. B. Walzman, N. L. Cohen(ed.), *Cochlear Implants*, Thieme, pp.293~309, 2000.

[17] E. Seifert, M. Oswald, U. Bruns, et al., "Changes of voice and articulation in children with cochlear implants", *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, Vol. 66(2), pp.115~123, 2002.

[18] R. Cowie, B. Douglas-Cowie, "Speech production in profound post-lingual deafness", In M. Lutman, M. Haggard(ed.), *Hearing Science and Hearing Disorders*, Academic Press, pp.183~231, 1983.

[19] G. Zimmerman, P. Rettaliata, "Articulatory patterns of an adventitiously deaf speaker: Implications for the role of auditory information in speech production", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 25, pp.169~178, 1981.

[20] J. S. Perkell, "Phonetic features and the physiology of speech production", In B. Butterworth(ed.), *Language Production*, Academic Press, 1980.

[21] H. Lane, J. W. Webster, "Speech deterioration in postlingually deafened adults", *Journal of Acoustic Society of America*, Vol. 89(2), pp.859~866, 1991.

[22] J. Hamzavi, W. Deutsh, W. Baumgartner, et al., "Short-term effect of auditory feedback on fundamental frequency after cochlear implantation", *Audiology*, Vol. 39(2), pp.102~105, 2000.

[23] M. C. Langeries, A. Bosman, A. van Olphen, et al., "Effect of cochlear implantation on voice fundamental frequency in post-lingually deafened adults", *Audiology*, Vol. 37(4), pp.219~230, 1998.

[24] L. Kishon-Rabin, R. Taitelbaum, Y. Tobin, et al., "The effect of partially restored hearing on speech production of postlingually deafened adults with multichannel cochlear implants", *Journal of Acoustic Society of America*, Vol. 106(5), pp.2843~2857, 1999.

[25] M. Higgins, E. McCleary, A. Carney, et al.. "Longitudinal changes in children's speech and voice physiology after cochlear implantation", *Ear & Hearing*, Vol. 24(1), pp.48~69, 2003.

[26] M. S. Yoon, C. S. Kim, "Voice characteristics of children with cochlear implant", *Proceedings of The International Conference on Newborn Hearing Screening Diagnosis and Intervention 2004*, pp.47, 2004.

접수일자 : 2004년 11월 12일
게재결정 : 2004년 12월 3일

▶ 윤미선(Yoon, Misun)
주소: 330-718 충남 천안시 쌍용동 456번지
소속: 나사렛대학교 재활학부 언어치료학과
전화: 041) 570-1412
E-mail: msyoon@kornu.ac.kr