

## 인공와우 이식 시기에 따른 모음의 음향음성학적 특성

Acoustic Characteristics of Some Vowels Produced  
by the CI Children of Various Age Groups김 고 은\* · 고 도 흥\*\*  
Go-eun Kim · Do-Heung Ko

## ABSTRACT

This study was to compare some acoustic characteristics of vowels produced by children with cochlear implant (CI) and the children with normal hearing. 20 subjects under ten years old were further classified into two groups (one group of CI children under four years old and the other group of CI children over four years old). For the normal hearing group, 20 subjects are participated in the experiment. Some acoustic parameters including fundamental frequency (F0) and formant frequencies (F1, F2) were measured in the two groups according to the age of cochlear implant operation. For the CI group, three corner vowels (/a/, /i/, /u/) were recorded five times in isolation and analyzed with Multi-Speech (Kay Elemetrics, model 3700), and two independent t-tests on their formant data were conducted using SPSS 11.5.

The result showed that the implanted group over four years had a significant difference in F0 and F1 comparing with the implanted group under four years of age as well as the normal hearing group. Those values of the children with the implanted group under four years old were closer to those of the children with the normal hearing. As to the F2, there was no significant difference among implanted groups. However, it was shown that the vowel space for the implanted groups regardless the operation age indicated much smaller than that for the normal hearing children. This acoustic results suggest that CI surgery would be much more effective if it is done under the age of four years old.

**Keywords:** F0, formant frequency, cochlear implant, vowel space

## 1. 서 론

인간의 의사소통이란 상호간에 언어정보를 교환하는 행위, 즉 정보를 받아들여서 분석한 다음 표출하는 반복적인 과정이라 할 수 있다. 이때 정보를 받아들이는 감각 기관 중 하나가 청각이며, 청각을 통하여 우리는 말-언어를 배우게 되고, 또 말소리를 통해 상대방에게 정보를 전달하게 된다. 그러나 언어를 습득하기 이전에 청력손실이 있는 선천성 청각장애 아동들은 정상적인 말과 언어발

\* 한림대학교 보건대학원 재활학과 언어병리학전공

\*\* 한림대학교 자연과학대학 언어청각학부

달이 어려우며, 청력손실 정도에 따라서도 말과 언어에 큰 영향을 준다. 청력손실의 정도가 91dB 이상인 심도 청각장애 아동의 경우 보청기를 통해 듣는 소리는 매우 제한적이다. 그래서 말소리의 정보를 청각적으로 충분히 전달받지 못하기 때문에 말 산출에서도 문제를 보이며, 건청아동의 말소리와는 다른 특성을 갖는다. 그 특성은 크게 분절적 요소와 초분절적 요소로 나누어 살펴볼 수 있다. 분절적 특성으로는 모음 산출에서의 포먼트(formant)와 자음에서 파열음의 발성개시시간(Voice Onset Time, VOT)이 다른 것이 대표적이며(오영자, 1999), 초분절적 특성은 목선 말소리와 안정되지 않은 높낮이, 다소 느려 빠는 운율, 부적절한 공명 등으로 인한 왜곡된 음성이다(문해란, 2002). 이러한 특성들은 또 심도 청각장애 아동들의 말 명료도(speech intelligibility)를 낮춤으로써 상대방에게 화자의 의도를 효율적으로 전달하지 못하게 되어, 말로 의사소통 하는 것을 어렵게 만든다. 특히, 모음의 경우는 말소리 중에서도 가장 먼저 발달되어 안정이 되는 말소리임에도 불구하고 청각장애 아동들은 부정확한 모음이 말 명료도를 낮추는 원인이 된다. 이런 모음의 중요성은 선행연구에서도 살펴볼 수 있다. Metz et al.(1985)의 연구에 의하면 청각장애 아동의 구어 기술을 평가하는 방법 중 말 명료도 검사가 효과적이라 주장하였고, 말 명료도에 영향을 미쳤던 요소 중 모음의  $F_2$  값이 건청집단과 유의미한 차이가 있었다. 국내연구에서 오영자(1999)에 의하면 각 모음의  $F_1$ ,  $F_2$ 를 좌표상에 표시했을 때, 건청집단에 비하여 청각장애 집단의 모음이 좁은 공간을 차지하였다. 이는 각 모음이 목표조음위치에 도달하지 못하고 중앙화 되는 것을 의미 하는데 이는 이전의 연구들(Dagenais & Critz-Crosby, 1992; Angelocci, Kopp & Holbrook, 1964; Osberger, 1987)과 일치하는 결과였다. 또한 오영자(1999)의 연구에 의하면 포먼트는 성도의 공명으로서, 모음의 공명은 인두-구강의 길이, 성도에서 협착의 위치, 협착 좁힘 정도에 따라 변한다고 하였다. 특히  $F_1$ 과  $F_2$ 의 주파수는 조음을 위해 필요한 입술, 혀, 인두, 턱 움직임과 같은 서도의 모양과 밀접한 관련이 있다고 했다.

청력손실의 정도가 고도 난청 이하인 청각장애 아동은 조기에 보청기를 착용하고 말-언어습득 훈련을 받으면 말로 의사소통 하는데 큰 어려움이 없다. 그러나 심도 청각장애 아동의 경우는 심각한 청력손실로 인해 보청기 착용 효과가 크지 않아서 발생하는 청각적 피드백의 부족으로 말로 의사소통 하는데 문제를 보인다. 이러한 아동들을 위해 최근에 보완·대체 수단으로 개발되어 나온 것이 인공 와우다. 인공 와우 이식은 후천성 청각장애 뿐만 아니라 선천성 청각장애 아동에게도 말소리를 지각, 산출하는 능력에 많은 도움을 주는 것으로 나타났다.(Waltzman et al, 1997; Svirsky et al, 2000). 또 그 시기가 빠를수록 효과가 더 크다는 보고들도 여러 연구에서 찾아볼 수 있다. Waltzman et al.(1997)의 연구에 의하면 2 세 이전에 수술을 받은 어린 아동들이 2 세 이후에 수술을 받은 아동들보다 말인지 능력이 더 높았다. 윤미선(2002)의 연구에 의하면 5-12 세의 와우 이식 아동들을 대상으로 와우이식시 나이, 와우이식기의 사용 기간, 생활연령의 세 가지 요인 중 말 명료도에 유의하게 영향을 주는 변수는 와우이식시의 나이였다. 이와 같은 결과들은 와우이식시 나이가 중요하고, 그 시기가 빠를수록 효과가 크다는 것을 나타내 주고 있다.

현재 인공와우와 관련하여 이식 시기나 그 효과에 대한 연구가 외국에서는 활발히 진행되고 있으나 아직까지 국내에서는 인공와우 이식수술을 받은 청각장애 아동들과 인공와우 이식시기에 따라 어떠한 변화가 있는지에 대한 연구가 많지 않다. 그 중에서도 말 산출 능력에 대한 연구가 대부분이며, 이를 좀 더 객관적으로 제시하기 위한 음향음성학적 연구가 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 말소리 중 모음을 음향음성학적으로 분석하여 인공와우 이식 시기에 따라 모음의 포먼트가 어떻게 달

라지는지에 대한 자료를 제시하고, 또한 건청아동들과 비교하여 얼마나 다른가를 살펴보고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구대상

#### 2.1.1 인공와우 이식 아동

서울, 경기, 충청지역에 거주하는 아동 20 명을 대상으로 하였다. 인공와우 이식 아동의 선정기준은 다음과 같다. (1) 인공와우를 이식한지 1 년 이상이 지났으며, (2) 연령이 10 세를 넘지 않은 아동으로, (3) 선천적으로 청력을 상실하였거나 언어습득 이전기에 청력을 손실하였고, (4) 와우 이식 전 좋은 쪽 귀의 잔존 청력이 91 dB 이상인 아동으로 하였다. 또한 (5) 부모와 담당 언어치료사의 보고에 의해 기타 신체장애나 감각장애를 동반하지 않으며, (6) 술 후 주 의사소통 수단이 구어이고, (7) 모음연장발성 과제 수행이 가능한 아동을 대상으로 하였다. 위의 기준에 해당되는 아동 20 명을 인공와우 이식시기에 따라 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동 10 명, 4 세 이후에 인공와우 이식한 아동 10 명으로 나누어 연구를 진행하였다.

대상자의 연령을 10 세로 제한한 것은 오영자(1999)의 선행연구에 따라 음향분석에 변성의 영향을 미치지 않도록 하기 위함이었다. 인공와우 이식 후 착용기간을 1 년 이상으로 한 것은, 와우이식 후 최소 1 년이 경과한 후에 와우이식의 효과를 볼 수 있다는 연구에 따라 착용기간을 1 년 이상으로 제한하였다(Mondain et al., 1997). 또한 술 후 주 의사소통 수단이 구어인 아동으로 제한한 것은 주요 의사소통 수단이 수화일 경우 피험자의 음성 사용이 적어 주요 의사소통 수단으로 구화를 사용하는 사람보다 두드러지게 말소리의 이해 가능도가 낮을 수 있기 때문이다(정한진, 2002). 4 세를 기준으로 인공와우 이식 시기를 구분한 것은 4 세 이전에 인공와우 이식 수술을 받은 아동들의 포먼트 값은 정상에 근접했으나, 4 세 이후에 인공와우 이식 수술을 받은 아동들은 정상 아동과 유의한 차이를 보였다는 Eberhard, et al.(2002)의 선행연구와 Seifert et al.(2002)의 선행 연구에 따라 인공와우 이식 시기를 4 세를 기준으로 구분하였다.

#### 2.1.2 건청아동

서울 및 경기 지역에 거주하는 아동 20 명을 대상으로 하였다. 건청아동 선정기준은 다음과 같다. (1) 인공와우 이식 아동과 성별이 일치하고 연령이  $\pm 6$  개월 이내에 있는 아동으로, (2) 부모 또는 교사가 청각장애나 인지장애, 말 기관의 기질적, 기능적 장애, 행동장애 등을 보이지 않는다고 보고한 아동으로 하였다.

인공와우 이식 수술을 받은 아동과 건청 아동의 성별 분포는 남자가 15 명, 여자가 5 명이었다. 이상의 조건에 의해 선정된 인공와우 이식 아동과 건청 아동의 개인정보는 <표 1>과 같다.

표 1. 인공와우 이식 아동과 건청 아동의 개인 정보

시기	인공와우 이식 아동						건청 아동	
	아동	성별	연령	인공와우 이식시기	와우 착용귀	수술전 청력	성별	연령
4 세 이 전	1	남	6;6	2;7	Rt	91dB이상	남	6;2
	2	남	4;2	2;8	Rt	91dB이상	남	4;3
	3	여	4;7	3;5	Rt	91dB이상	여	4;7
	4	남	5;9	2;1	Rt	91dB이상	남	5;6
	5	남	4;9	1;11	Rt	91dB이상	남	4;9
	6	남	5;5	1;10	Rt	91dB이상	남	5;1
	7	남	4;5	3;4	Rt	91dB이상	남	4;4
	8	남	4;10	3;10	Rt	91dB이상	남	4;8
	9	남	5;2	2;9	Lt	91dB이상	남	4;8
	10	남	5;10	3;9	Rt	91dB이상	남	5;9
4 세 이 후	11	남	8;6	7;3	Rt	91dB이상	남	8;3
	12	남	8;7	6;8	Rt	91dB이상	남	8;3
	13	남	9;5	7;3	Lt	91dB이상	남	9;4
	14	남	8;5	6;4	Rt	91dB이상	남	8;3
	15	남	9;10	7;6	Rt	91dB이상	남	9;6
	16	여	8;2	6;9	Rt	91dB이상	여	8;6
	17	여	9;7	6;8	Rt	91dB이상	여	9;1
	18	남	9;1	7;9	Rt	91dB이상	남	8;10
	19	여	9;1	6;10	Lt	91dB이상	여	8;10
	20	여	8;1	6;11	Rt	91dB이상	여	8;6

## 2.2 연구 절차 및 자료 분석

본 연구는 2006년 10월부터 11월 사이에 걸쳐 인공 와우 이식 아동 20명과 건청 아동 20명을 대상으로 자료를 수집하였다. 인공 와우 이식 아동은 개인 언어치료실과 청각장애 학교에서 그리고 건청 아동은 유치원과 일반 초등학교를 대상으로 자료를 수집하였다.

이 연구에서 실험한 자료는 아동들이 3개의 단모음(/아/, /이/, /우/)을 고립 환경에서 각 모음당 5회씩 연장발성 하여 그 중에서 제일 안정된 값 3개를 선정하여 평균 낸 값을 사용하였다.

대상 아동의 음성 자료를 수집하기 위해 조용한 방에서 SONY TCM-80 녹음기를 사용하여 녹음하였고, 마이크는 소음을 거의 흡수하지 않고 바로 앞의 소리만을 흡수하는 단일 지향성 마이크 -19를 사용하였다. 녹음 시 볼륨은 5로 고정하였다. 또 마이크와의 거리로 인한 변수를 고려하여 음성 자료 수집 시에는 마이크를 아동의 입에서 10cm 이내에 두어 설치하고, 대상자가 의자에 편안히 앉은 자세에서 입과 마이크의 거리, 위치를 조절하였다. 검사자는 검사 실시 과정에 대해 아동에게 충분히 설명해 주었다. 검사자는 아동에게 평상시에 발화하듯이 편안하게 3개의 모음을 검사자가

오른 손을 들고 있는 동안에 소리를 내도록 시범을 보였다. 그 뒤 아동과 함께 모음을 발성하는 연습을 하고 아동이 정확히 과제에 대해 이해를 했는지를 확인하였다. 자료 환경이 바뀔 때마다 방법을 설명해주었고, 음성휴식을 취하게 하였다. 자료 수집에 소요된 시간은 1 명당 약 20 분 정도였다.

### 2.3 자료 분석

자료 분석은 모음별 F0, F1, F2 값을 보기 위해 Multi-Speech Model 3700 프로그램에 있는 MSP Advanced를 이용하였다. F0는 MSP Advanced의 Capture Setup에서 Sampling Frequency를 50000 Hz로 하여 MDVP로 불러와 F0 값을 보았고, F1과 F2는 MSP Advanced에서 Capture Setup에서 Sampling Frequency를 11000 Hz로 하여 정밀분석 하였다. F1과 F2는 녹음된 자료를 첫 번째 활성화창에 불러와서 음도 일탈이나 음성의 떨림이 없이 파형의 가장 안정된 구간을 지정한 뒤, 두 번째 활성화창에서 지정된 구간의 Spectrogram과 Formant Histogram의 값을 보고 통계치를 구하는 방식을 취했다.

### 2.4 자료의 통계적 처리

모음의 음향음성학적 특성을 통계분석하기 위해 SPSS version 11.5를 사용하였다. 3 개 단모음의 F0, F1, F2 값에 대한 기초 통계량으로 평균과 표준편차를 구했다. 인공와우 이식 시기에 따라 두 집단간 모음별(/아/, /이/, /우/) 포먼트 값에 차이가 있는지를 알아보기 위해 두 독립표본 t검정 (two independent samples *t*-test)을 실시하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 F0 값

인공와우 이식 시기 따른 두 집단간 모음별 F0 값은 <표 2>와 같다.

표 2. 인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 모음별 F0 값

모음		인공와우 이식 아동		건청아동		<i>t</i>	<i>p</i>
		평균	표준편차	평균	표준편차		
/아/	4 세 이전	289.7	52.4	288.8	27.8	.044	.965
	4 세 이후	291.2	43.8	250.9	30.1	2.393 *	.028
/이/	4 세 이전	320.3	53.7	301.2	45.1	.861	.401
	4 세 이후	296	46.3	278.9	44.2	.841	.412
/우/	4 세 이전	310.1	57.8	337.2	66.8	-.969	.345
	4 세 이후	285.2	38.1	241.3	28.2	2.928 *	.009

\*  $p < .05$

연구 결과, /아/와 /우/ 모음에서 4 세 이전에 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 4 세 이후에 인공와우를 이식 한 아동과 건청아동 간에는 유의한 차이를 보였다(/아/:  $t=2.393$ , /우/:  $t=2.928$ ,  $p<.05$ ). /이/ 모음에서는 4 세 이전과 4 세 이후 모두 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

### 3.2 인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 $F_1$ 값

인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 모음별  $F_1$  값은 <표 3>과 같다.

표 3. 인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 모음별  $F_1$  값

모음		인공와우 이식 아동		건청아동		$t$	$p$
		평균	표준편차	평균	표준편차		
/아/	4 세 이전	1216.	126.5	1258.2	175.9	-.602	.555
	4 세 이후	1000.	72.3	1096.2	55.9	-3.310 *	.004
/이/	4 세 이전	539.	93.7	471.7	69.6	1.840	.082
	4 세 이후	603.	105.7	428.9	43.4	4.844 *	.000
/우/	4 세 이전	514.1	137.9	516.9	67.0	-0.058	.955
	4 세 이후	482.3	102.1	484.3	56.2	-.053	.959

\*  $p<.05$

연구 결과, /아/와 /이/모음에서 4 세 이전에 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 4 세 이후에 인공와우를 이식 한 아동과 건청아동 간에는 유의한 차이를 보였다(/아/:  $t=-3.310$ , /이/:  $t=4.844$ ,  $p<.05$ ).

/우/ 모음에서는 4 세 이전과 4 세 이후 모두 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

### 3.3 인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 $F_2$ 값

인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 모음별  $F_2$  값에 대한 기술통계 및  $t$  검정 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 인공와우 이식 시기에 따른 두 집단간 모음별 F2 값

모음		인공와우 이식 아동		건청아동		t	p
		평균	표준편차	평균	표준편차		
/아/	4 세 이전	2225.5	399.8	2129.7	282.0	.619	.544
	4 세 이후	2304.9	465.2	1872.6	132.2	2.827 *	.011
/이/	4 세 이전	2590.2	394.3	2966.1	203.8	-2.677 *	.015
	4 세 이후	2468.1	246.6	3183.1	158.7	-7.708 *	.000
/우/	4 세 이전	1605.5	561.3	1416.1	248.6	.976	.342
	4 세 이후	1896.1	449.4	1675.2	326.5	1.257	.225

\*  $p < .05$

연구 결과, /아/ 모음에서 4 세 이전에 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 4 세 이후에 인공와우를 이식 한 아동과 건청아동 간에는 유의한 차이를 보였다( $t = 2.827, p < .05$ ).

/이/ 모음에서는 4 세 이전과 4 세 이후 모두 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다(4 세 이전:  $t = -2.677$ , 4 세 이후:  $t = -7.708, p < .05$ ).

/우/ 모음에서는 4 세 이전과 4 세 이후 모두 인공와우 이식을 한 아동과 건청아동 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

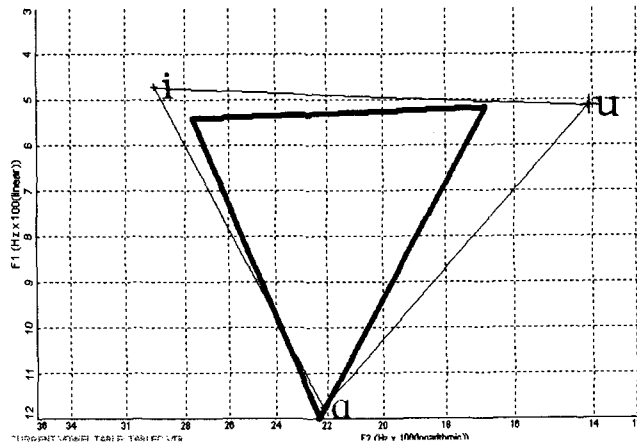


그림 10. 4 세 이전 두 집단간 모음 삼각도

<그림 1>은 4 세 이전에 수술을 한 인공와우 이식 아동과 연령을 일치시킨 건청아동이 산출한 모음공간이다. 그림에서 보듯이, 인공와우를 이식 한 아동들이 건청아동들과 비교하여 모음공간이 중앙으로 모여 있기는 하나, 상대적으로 그 차이가 크지 않으며 건청아동들의 모음공간과 유사한 형태인 것을 볼 수 있다.

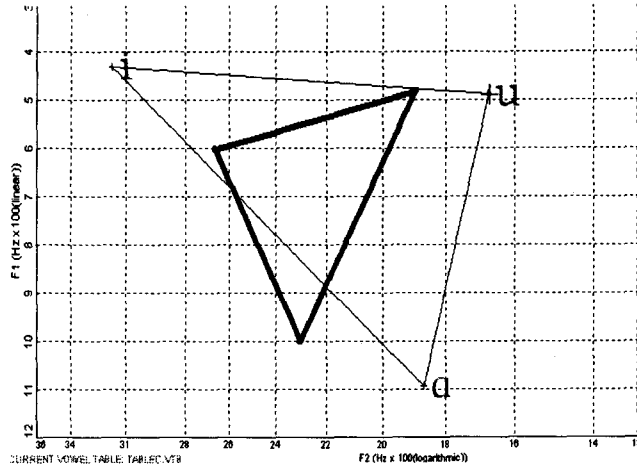


그림 11. 4 세 이후 두 집단간 모음 삼각도

<그림 2>는 4 세 이후에 인공와우 이식을 한 아동과 연령을 일치시킨 건청아동이 산출한 모음 공간이다. 그림에서 보듯이, 인공와우 이식아동이 건청아동과 비교 하여 꼭지모음이 중앙으로 모여 있는 것을 볼 수 있다.

## 4. 고 찰

### 4.1 결론 및 논의

이 연구는 인공와우 이식시기에 따라 인공와우 이식아동(CI)과 건청아동(NH)이 산출한 /아/, /이/, /우/ 3 개 꼭지모음(corner vowels)의 기본주파수(F0)와 포먼트주파수(F1, F2) 값에 차이가 있는지를 살펴보았다. 이를 위해 인공와우 이식 아동 20 명과 건청아동 20 명을 대상으로 /아/, /이/, /우/ 3 개 모음 연장 발성을 각각 5 회씩 실시하였다.

이 연구는 첫째, 인공와우 이식 시기에 따라 인공와우 이식 아동과 건청아동 두 집단간 모음의 F0값에 차이가 있는지를 알아보는 것이었다. 4 세 이전에 인공와우 이식을 한 아동의 F0 값은 연령을 일치 시킨 건청아동과 비교했을 때, /아/, /이/, /우/ 3 개의 모음에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동은 건청아동과 비교했을 때, /아/모음(CI: 291 Hz, NH: 250 Hz)과 /우/ 모음(CI: 285 Hz, NH: 241 HZ)에서 인공와우 이식 아동이 유의미하게 높았다. 이러한 결과는 4 세 이전에 인공와우를 이식한 집단과 건청 집단간 F0 값에 유의한 차이가 없었고, 4세 이후에 이식을 한 인공와우 집단과 건청 집단 간 유의미한 차이가 있었다는 이전의 연구들(Eberhard et al., 2002; Olgun et al., 2005; Seifert et al., 2002)과 일치하는 결과이다. 그러나 /이/ 모음의 경우는 건청아동과 비교했을 때, 4 세 이전과 4 세 이후에 인공와우 이식을 한 두 집단 모두 유의한 차이를 나타내지는 않았는데, 이는 술 전과 후의 치료 교육 여부와 인공와우 착용 기간이 영



향을 준 것으로 생각된다.

둘째, 인공와우 이식 시기에 따라 인공와우 이식 아동과 건청아동 두 집단 간 모음의  $F_1$  값에 차이가 있는지를 알아보았다. 4 세 이전에 인공와우 이식을 한 아동의  $F_1$  값은 연령을 일치 시킨 건청아동과 비교했을 때, 각 모음에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 4 세 이후에 인공와우 이식 아동과 건청아동을 비교했을 때, /아/모음(CI: 1,000 Hz, NH: 1,096 Hz)에서는 인공와우 이식 아동이 유의미하게 낮았고, /이/모음(CI: 603 Hz, NH: 428 Hz)에서는 인공와우 이식 아동이 유의미하게 높았다. 이는 건청아동과 비교하여 4 세 이후에 인공와우를 이식 한 아동들이 4 세 이전에 인공와우를 이식 한 아동보다 저모음인 /아/의 경우는 혀를 위쪽으로 고모음인 /이/의 경우는 혀를 아래쪽 내리서 산출하여 혀의 운동범위가 좁아진다는 것을 알 수 있다.

셋째, 인공와우 이식 시기에 따라 인공와우 이식 아동과 건청아동 두 집단간 모음의  $F_2$  값에 차이가 있는지를 알아보았다. 4 세 이전에 인공와우 이식을 한 아동의  $F_2$  값은 연령을 일치 시킨 건청아동과 비교했을 때, /이/모음(CI: 2,590 Hz, NH: 2,966 Hz)에서 유의미하게 낮았다. 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동과 건청아동을 비교했을 때, /아/모음(CI: 2,304 Hz, NH: 1,872 Hz)은 인공와우 이식 집단이 유의미하게 높았고, /이/모음(CI: 2,468 Hz, NH: 3,183 Hz)은 인공와우 이식 집단이 유의미하게 낮았다. 이는 건청아동과 비교하여 4 세 이후에 인공와우를 이식 한 아동들이 4 세 이전에 인공와우를 이식 한 아동보다 혀의 위치가 앞쪽인 전설모음 /이/ 경우는 혀를 뒤쪽으로, 혀의 위치가 뒤쪽인 후설모음 /아/의 경우는 혀를 앞 쪽으로 향해 산출하는 것을 알 수 있다.

$F_1$ 과  $F_2$  값을 좌표상에 표시한 모음 삼각도와 연관지어 살펴보면, 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동과 건청아동들은 평균에서 약간의 차이는 있었으나, 건청아동에 근접하였고, 모음 삼각도 형태 역시 유사하였다. 그러나 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동이 산출한 각 모음이 목표 조음 위치에 도달하지 못하고 중앙화 되고, 음운 공간이 좁아졌다. 즉, 인공와우 이식 시기가 빠를수록 모음의 포먼트 값이 건청아동과 유사함을 알 수 있다.

#### 4.2 제한점

이 연구에서는 인공와우 수술 전후 교육 여부에 대해서는 고려하지 않았다. 수술 전후의 교육 여부에 따라서도 아동들이 산출한 말소리가 달라질 수 있을 것이다. 따라서 이를 통제하여 연구가 이루어진다면 인공와우 이식 시기에 따른 모음의 포먼트 값에 대한 보다 정확한 정보를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- 문해란. 2002. *최중도 청각장애 아동의 음도 특성 연구*. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 오영자. 1999. *청각장애 아동과 건청아동의 모음 및 파열음 산출의 음향음성학적 특성 비교*. 이화여자 대학교 석사학위 논문.
- 윤미선. 2002. *선천성 심도 청각장애 아동의 와우 이식 후 말 산출 예측 변인*. 이화여자대학교 박사학위 논문.
- 정한진. 2002. *청각장애 여성과 건청 여성의 모음 산출에 대한 음향음성학적특성*. 한림대학교 석사

학위 논문.

- Angelocci, A., Kopp, G. & Holbrook, A. 1964. "The vowel formants of deaf and normal-hearing eleven-to fourteen-year-old Boys." *Journal of Speech and Hearing Disorders* 29, 156-170.
- Dagenais, P. & Critz-Crosby, P. 1992. "Comparing tongue positioning normal-hearing and hearing-impaired children during vowel production." *Journal of Speech and Hearing Research* 35, 35-44.
- Eberhard S., Monica O., Ulrike B., Mattheus V., Martin Kompis & Rudolf Haeusler. 2002. "Changes of voice and articulation in children with cochlear implants." *International Journal of Otorhinolaryngology* 66, 115-123.
- Mets, D., Samr, V., Schiavetti, N., Sitler, R. & Whitehead, R. 1985. "Acoustic Dimensions of hearing-impaired speaker's intelligibility." *Journal of Speech and Hearing Research* 28, 345-355.
- Mondain, M., Sillon, M., Vieu, A., Lanvin, M., Reuillard-artieres, F., Tobey, E. & Uzeil, A. 1997. "Speech perception skills and speech production intelligibility in French children with prelingual deafness and cochlear implants." *Archive Otolaryngology, Head & Neck Surgery* 123, 181-184.
- Olgun, L., Kandogan, T., Cerci, U., Gultekin, G. & Caner, G. 2005. "Impact of cochlear implantation on voice development of congenitally deaf children." *The 5th Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences*, 124.
- Osberger, M. 1987. "Training effects on vowel production by profoundly hearing-impaired speakers." *Journal of Speech and Hearing Research* 30, 241-251.
- Seifert, E., Oswald, M., Bruns, U., Vischer, M., Kompis, M. & Haeusler, R. 2002. "Changes of voice and articulation in children with cochlear implants." *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 66(2), 115.
- Waltzman, S., Cohen, N., Gornolin, R., Green, J., Shapiro, W., Brackett D. & Zara, C. 1997. "Perception and production results in children implanted between 2 and 5 years of age." *Advances in Oto-Rhino-Laryngology* 52, 177-180

접수일자: 2007. 10. 12

게재결정: 2007. 11. 28

▲ 김고은

강원도 춘천시 한림대학길 39 (우: 200-702)  
한림대학교 보건대학원 재활학과 언어병리학전공  
H.P: 018-648-4627  
E-mail: rora916@hanmail.net

▲ 고도홍

강원도 춘천시 한림대학길 39 (우: 200-702)  
한림대학교 자연과학대학 언어청각학부  
Tel: +82-33-248-2212  
E-mail: dhko7@hallym.ac.kr