

## 인공와우이식 아동의 모음공간면적과 말명료도

### Vowel Space Area and Speech Intelligibility of Children with Cochlear Implants

박혜미<sup>1)</sup> · 허명진<sup>2)</sup>

Park, Hyemi · Huh, Myungjin

#### ABSTRACT

This study measured speech intelligibility in relation to the vowel space area and the perception of the listener through acoustic analysis of children who had received cochlear implants. It also provided basic data in the evaluation of speech intelligibility by analyzing the correlation between the vowel space area and speech intelligibility. As a research method, the vowel space area was analyzed by obtaining the value of  $F_1$ ,  $F_2$  in children three years after receiving cochlear implants, and compared them to normal children by measuring speech intelligibility through interval scaling. A product-moment correlation analysis was conducted to investigate the correlation. Results showed that the vowel space area of the children who had received cochlear implants was significantly different from that of the normal children, though their speech intelligibility showed similar points to those of the normal children. The results of the correlation analysis on the vowel space area and speech intelligibility showed no significant correlation. Therefore, the period of improving intelligibility after receiving cochlear implants and the objective standards of the vowel space area could be established. In addition, the acoustic rating was required to increase the accuracy of the objective measurement in the evaluation of speech intelligibility.

**Keywords:** children of cochlear implants, speech intelligibility, vowel space area

#### 1. 서론

청각장애는 청력손실로 인하여 청각적 신호의 약화 또는 결함이 생겨 언어의 습득뿐만 아니라 조음 및 음성과 같은 다양한 문제를 동반한다. 첫째, 호흡측면에서 발생 시 흡기와 호기의 양을 적절하게 조절하는 데 어려움을 가진다. 둘째, 음성측면에서 음도(pitch), 강도(intensity), 음질(voice quality)에서도 차이를 보인다. 셋째, 공명측면에서 과대비성(hypernasality), 과소비성(hyponasality), 맹관공명(cul-de-sac) 등 공명문제가 나타난다. 넷째, 음운측면에서 다양한 음소에서의 오류를 보인다. 자음과 모음의 오류를 보이며, 특히 모음의 경우, 청각장애 집단의 모음공간이 더 좁게 나타나 각 모음이 정확한 목표 위치에 도달하지 못하고 중앙화 된다고 한다(오영자, 1999).

이러한 청각장애인의 말 산출에서 나타나는 다양한 문제는 말명료도(speech intelligibility)를 낮추는 원인이 된다. 심도 이상의 청각장애 아동은 청자가 화자의 의사를 얼마나 명확하게 알아듣는가 하는 말명료도에서 20%정도의 명료도를 보여 건청아동보다 낮은 것으로 나타났고(Osberger, 1992), 이러한 낮은 말명료도는 의사소통의 효율성을 감소시켜 의사소통에 어려움을 가져온다. 또한 말명료도는 자존감, 위축, 언어발달과 같은 내적인 문제부터 또래와의 상호작용, 교육배정, 취업의 여부 및 승진 등과 같은 인생의 외적인 문제까지 다양하게 관련되어 있기 때문에 청각장애아동의 치료의 목표를 말명료도 향상에 둘 만큼 말명료도의 중요성은 크다고 할 수 있다(이영미 외, 2011).

이러한 문제점을 보완하기 위해 심도 이상의 청각장애에게 청력의 보상을 통해 효율적인 의사소통을 가능하도록 개발한 것이 인공와우이다. 인공와우이식은 어음과 말소리 능력의 향상으로 긍정적인 인식과 높은 만족도를 보이고 있다(허명진 외, 2009). 하지만 인공와우이식을 하여 음성이나 조음 문제가 다소 안정화된다고 하더라도 충분한 청각재활 없이는 건청아동과 같이 정상수준으로 발달하기는 어렵다. 따라서 인공와우수술

1) 고신대학교복음병원, hmpark03@naver.com, 제1저자

2) 부산가톨릭대학교, magare@hanmail.net, 교신저자

접수일자: 2014년 5월 1일

수정일자: 2014년 5월 22일

게재결정: 2014년 6월 18일

후 충분한 청각재활을 통해 어음인지와 변별, 산출의 향상을 돕는 것은 매우 중요하며 언어치료를 포함한 다양한 전문가들의 관리를 받아 원활한 의사소통이 가능하도록 해야 한다.

말명료도는 원활한 의사소통에서 가장 주요한 요인이므로 (Tova et al., 2012), 충분한 청각적 보상을 제공받은 인공와우 이식아동들의 말명료도 향상을 치료목표로 세우고 효율적인 의사소통을 위한 중재방향을 수립하기 위해서는 정확한 말명료도 평가가 요구된다. 말명료도 평가는 일반적으로 음소대조 분석법, 명료도 지표, 전자법, 척도법(Allen et al., 2001; Garcia et al., 1996; Hustad, 2006; Kent, 1989; Weismer et al., 1992) 등이 사용되고 있다. 선행연구에서 주로 사용된 위의 평가방법들은 다양한 변수들에 의해 영향을 받을 수 있는 청지각적 말명료도 평가이다. 즉, 청지각적 말명료도 평가는 주관적인 요인에 의해 상황에 따라 달라진 결과를 제공할 수 있다. 따라서 말명료도를 평가하기 위해 여러 가지 요인들의 영향을 받지 않고 객관적인 결과를 도출하고 신뢰도를 높일 수 있는 평가방법이 필요하다. 청자의 배경지식, 환경, 판단 등 명료도에 영향을 줄 수 있는 주관적인 평가를 제외하고, 동일한 결과를 얻을 수 있어야 한다. 이 방법으로는 최근 여러 가지 장애유형의 말소리를 분석하거나 말명료도를 평가하기 위해 활용되고 있는 음향학적 평가 방법인 모음공간면적 측정을 들 수 있다(이옥분, 2010). 또한 모음공간면적과 말명료도는 상관관계가 있다는(Turner et al., 1995; Weismer et al., 2000) 선행 연구들에 의해 청력손실의 말을 음향학적 특성으로 세부화하는 연구들이 이루어지고 있다(Osberger, 1982).

국내에서는 인공와우이식화자를 대상으로 말명료도에 관련한 연구가 있었으나 음향학적 분석인 모음공간면적을 사용하여 말명료도 평가 결과를 도출하지는 못하였으며 모음공간면적과 말명료도간 상관성에 대한 결과는 보고되지 않았다. 최근 등간척도법을 사용한 청지각적 말명료도 평가와 모음공간면적을 사용한 음향학적 평가를 비교한 연구가 있었으나 마비 말장애 연구(이옥분 외, 2010) 및 파킨슨병 연구(심희정 외, 2012)가 시행되었고 청각장애아동에 대한 연구는 시행되지 않았다. 즉, 국내에서는 인공와우이식아동을 대상으로 한 음향학적 분석과 청자의 지각을 통한 분석의 관계에 관한 연구들이 미약한 실정이다. 따라서 심도청각장애아동을 대상으로 한 인공와우이식아동의 음향학적 평가방법인 모음공간면적과 청자의 지각을 통한 말명료도의 상관성을 제시하여, 평가방법에 대한 기준을 구체적으로 제시하고 평가 결과에 대해 화자와 청자 모두 신뢰할만한 판단 기준을 확립할 수 있을 것이라고 기대한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

#### 2.1.1 인공와우이식아동

4~10세의 청각장애아동 15명을 대상으로 하였다. 대상자 선정기준은 첫째, 선천성 고심도 이상의 청력손실을 가진 아동, 둘째, 인공와우이식수술을 받은 지 3년 이상이 된 아동, 셋째, 현재 구화를 사용하여 의사소통하는 아동, 넷째, 청각장애 이외에 다른 이차적인 장애가 없는 아동, 다섯째, 교정청력이 30dBHL이하에 해당되는 아동으로 선정하였다.

#### 2.1.2 건청아동

국내에 모음공간면적에 대한 표준화된 기준치가 없으므로, 본 연구에서는 통제집단을 선정하여 인공와우이식아동의 모음공간면적을 비교하였다. 통제집단은 5~7세의 정상청력아동 15명을 대상으로 청력 선별 검사(휴대용 순음청력검사기 사용)에서 청력이 20dBHL 이하이며 조음기관의 구조적 장애 및 운동기능에 문제가 관찰되지 않는 아동으로 선정하였다.

#### 2.1.3 건청대학생

인공와우이식아동의 말명료도를 평가하기 위해 8명의 건청 대학생(평균22세, 표준편차 5개월)을 선정하였다. 이들은 청각장애아동의 말을 들어보거나 평가한 경험이 없고 말명료도 검사와 관련된 경험이 없는 대학생이었다.

## 2.2 말샘플 수집

### 2.2.1 모음연장발성

인공와우를 이식한 아동들의 발화를 수집하기 위해 모음사각도 꼭지모음 /아, 이, 우, 애/로 발화과제를 구성하였고 5초간 연장 발성하게 하였다. 자연스럽고 편안한 발성을 유도하기 위해 한 모음 당 3회의 사전 연습을 실시하였으며, /아, 이, 우, 애/순으로 3회 반복하게 하여 총 3세트, 12개의 발화를 산출하게 하였다. 음성샘플수집은 조용한 방에서 휴대용 녹음기(R-09HR)를 사용하여 진행하였다. 마이크가 부착된 녹음기는 연구대상에게서 25cm의 거리를 유지하게 하였으며, Sampling rate는 44,000Hz로 맞추어 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>가 가장 안정적이고 정확하게 잡힐 수 있는 조건으로 녹음하였다. 녹음된 음성은 .wav 파일로 저장하여 음성프로그램 Praat(ver.5.2.16)을 사용하여 분석하였다.

### 2.2.2 단어검사

낱말 선정은 우리 말 조음-음운 평가(Urimal Test of Articulation and Phonology, U-TAP; 김영태, 1994)를 사용하였다. 인공와우이식아동의 자발화를 통한 명료도를 측정하기 위해 연속적인 발화샘플이 전통적으로 사용되는 것이 일반적이

나 목표단어를 통제하기 어려워 U-TAP의 23개 낱말의 그림판을 통해 30개의 낱말을 검사하였다. 낱말과제의 단서는 아동의 정면에서 그림카드를 제시하였고, 자발화 산출을 유도했지만 자발화하지 못하면 검사자의 말을 모방하게 하였다. 검사자는 청각장애의 음성과 발화를 들어본 적이 없는 8명의 건청대학생에게 스피커를 통하여 인공와우이식아동의 U-TAP 낱말 발화를 쾌적청취역치인 60dB에서 무작위로 들려주어 훈련하였다. 각 발화는 한 번씩만 들려주며, 명료도 점수는 각 발화에 대하여 청자가 매긴 점수를 평균화하여 도출하였다.

2.3 자료분석

2.3.1 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 측정

각 모음의 F<sub>1</sub>과 F<sub>2</sub>가 모두 나타나는 시점부터 끝나는 지점까지 가장 선명한 발화 1개를 선정하여 총 4개의 발화를 분석하였으며, 5초 연장 발성한 중간지점 모음의 가장 안정적인 3초를 선택하였다. 즉, 모음의 3초는 고속푸리에변환(FFT) 파워스펙트럼에서 가장 높고 깨끗한 조화(harmonic)를 나타내는 영역을 의미한다.

2.3.2 모음공간면적

F<sub>1</sub>과 F<sub>2</sub>를 활용한 모음공간면적은 아래와 같으며, 각각의 아동이나 성인 남녀 등과 같이 성도가 다른 사람들이 고려되어 공간면적을 측정할 수 있도록 정리된 공식이다(Carolyn, Megan, 2002). Johnson(2004)의 연구를 인용하였으며, 그 공식은 다음과 같다.

$$\text{Area} = 0.5(F_1/i \times F_2/u - F_1/u \times F_2/i) + 0.5(F_1/u \times F_2/a - F_1/a \times F_2/u) + 0.5(F_1/a \times F_2/\ae - F_1/\ae \times F_2/a) + 0.5(F_1/\ae \times F_2/i - F_1/i \times F_2/\ae)$$

2.3.3 말명료도

각 인공와우이식아동에 대한 서열척도 유형에 따른 말명료도 점수를 알아보기 위해 건청 대학생 청자들을 대상으로 5점 척도로 말명료도 평가를 실시하였다. 점수가 높을수록 명료도가 높다는 것을 의미하였다.

표 1. 5점 척도 5-point scale

1점	말을 전혀 알아들을 수 없음(extreme severe)
2점	이해하기 상당히 어려우며 음절수만 추측 가능함 (severe)
3점	이해하기 어려우며 모음만 알아들을 수 있음 (moderate)
4점	정확하지 않으나 단어를 유추할 수 있음(mild)
5점	말을 완전히 알아들을 수 있음(normal)

2.4 통계처리

통계분석은 SPSS 18.0 버전을 이용하여 인공와우이식아동의 모음공간면적의 F<sub>1</sub>과 F<sub>2</sub>의 평균 주파수대 및 표준편차, 말명료도를 알아보기 위해 기술통계를 실시하고, 인공와우이식아동과 건청아동의 모음공간면적을 비교하기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 그리고 인공와우이식아동의 모음공간면적과 말명료도의 상관관계를 알아보기 위하여 적률상관관계 (Pearson correlation)분석을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1 인공와우이식아동의 모음공간면적

3.1.1 모음 산출 시 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>

각 모음 별 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 이에 따르면 인공와우이식아동이 건청아동에 비해 전반적으로 낮은 주파수대역을 형성하였다. 특히 모음/아/의 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>과 /에/의 F<sub>1</sub>에서 인공와우이식아동이 건청아동에 비해 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다.

표 2. 인공와우이식아동과 건청아동의 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>비교 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> among groups

		평균	표준편차	t
/아/	F <sub>1</sub>	이식아동 960.5	192.7	13.321*
		건청아동 1155.7	75.9	
/이/	F <sub>2</sub>	이식아동 1681.9	210.3	5.961*
		건청아동 1848.0	158.7	
/우/	F <sub>1</sub>	이식아동 540.7	75.3	1.036
		건청아동 569.3	78.6	
/에/	F <sub>2</sub>	이식아동 3164.0	371.9	1.646
		건청아동 3312.7	251.4	
/우/	F <sub>1</sub>	이식아동 511.3	74.9	2.162
		건청아동 548.0	60.9	
/에/	F <sub>2</sub>	이식아동 1175.5	552.1	.115
		건청아동 1124.8	172.5	
/에/	F <sub>1</sub>	이식아동 767.7	98.2	7.863*
		건청아동 878.8	117.7	
/에/	F <sub>2</sub>	이식아동 2339.9	490.9	1.011
		건청아동 2487.7	288.1	

(\*p<.05)

3.1.2 모음사각도

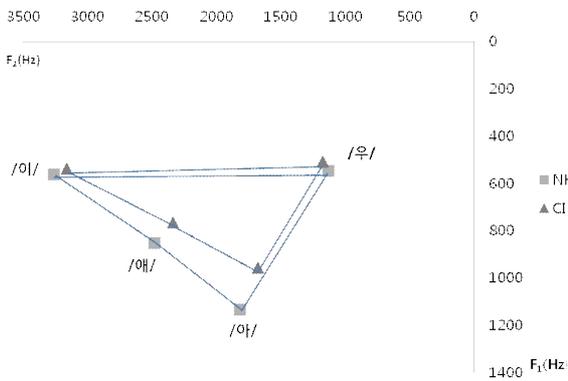


그림 1. 인공와우이식아동과 건청아동의 모음사각도  
vowel space among groups

4개 모음의 F<sub>1</sub>과 F<sub>2</sub>를 이용하여 인공와우이식아동과 건청아동의 모음사각도를 비교한 결과는 <그림 1>과 같다. 이와 같이, 인공와우이식아동과 건청아동의 모음사각도는 삼각형과 같은 유사한 형태를 띄고 있는 것으로 나타났다. 각 모음의 위치를 살펴보면, 모음/우/와 /이/의 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>의 좌표점은 건청아동과 비슷한 위치에 있으며 모음/아/의 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 좌표점과 모음/애/의 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>의 좌표점은 아래쪽으로 위치해 전반적으로 아래쪽으로 넓게 퍼진 삼각형의 모양을 나타냈다.

3.1.3 모음공간면적

4개 모음의 F<sub>1</sub>과 F<sub>2</sub>를 이용하여 인공와우이식아동과 건청아동의 모음공간면적을 분석한 결과는 <표 3>과 같다. 이에 따르면 인공와우이식아동과 건청아동의 집단 간 통계적으로 유의미한 차이가 나타나 인공와우이식아동이 건청아동에 비해 모음공간면적이 좁게 나타난 것을 알 수 있다.

표 3. 인공와우이식아동과 건청아동의 모음공간면적  
vowel space area among groups

	평균	표준편차	t
인공와우이식아동	442393.3	268419.4	8.527*
건청아동	716412.5	245033.0	

(\*p<.05)

3.2 인공와우이식아동의 말명료도

청각장애아동의 말을 들어보거나 평가한 경험이 없는 정상 건청인 대학생 8명이 U-TAP검사 30개의 단어를 듣고 청지각적 분석인 등간척도법으로 말명료도를 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 인공와우이식아동의 말명료도  
speech intelligibility of children with cochlear implants

번호	성별	연령	평균	표준편차
1	여	5	4.90	0.028
2	남	5	3.68	0.058
3	남	5	4.91	0.098
4	여	5	4.95	0.043
5	남	5	4.16	0.084
6	남	6	4.92	0.051
7	남	6	4.54	0.108
8	남	6	4.35	0.065
9	여	6	4.38	0.107
10	여	6	3.31	0.086
11	남	7	3.89	0.057
12	여	7	4.83	0.021
13	남	7	4.72	0.060
14	여	7	4.66	0.040
15	남	7	4.07	0.101
평균		6	4.41	

말명료도를 평가한 경험이 없는 청자들에게 5점 척도로 말명료도 평가를 실시한 결과, 평균4.41(표준편차:0.05)로 건청아동과 같은 5점에 가까운 점수를 나타냈다.

3.3 모음공간면적과 말명료도의 상관성

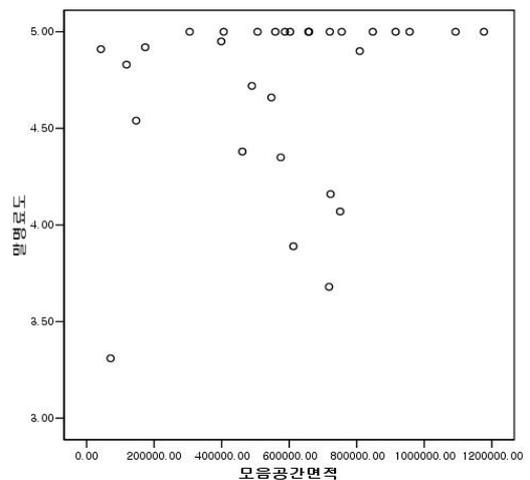


그림 2. 모음공간면적과 말명료도의 상관성  
vowel space area and speech intelligibility

모음공간면적과 말명료도의 상관관계를 알아보기 위해 적률상관분석(pearson correlation)을 실시한 결과, 모음공간면적과 말명료도 간에 유의한 상관관계가 나타나지 않았다( $r=.212$ ,  $p>.05$ ). 그 결과는 <그림 2>에 제시하였다. 이와 같이 높은 말

명료도를 보인 인공와우이식아동이 반드시 넓은 모음공간면적을 나타내는 정적상관관계를 보이지 않았으며, 이는 음향학적 분석을 통한 모음공간면적과 청자의 지각을 통한 말명료도 평가와는 차이가 있는 것을 알 수 있다.

## 4. 논의 및 결론

### 4.1 인공와우이식아동의 모음공간면적

#### 4.1.1 모음 산출 시 $F_1$ , $F_2$

인공와우이식아동이 산출한 모음의  $F_1$ 과  $F_2$ 는 건청아동에 비해 전반적으로 낮은 주파수대에서 형성되었다. 즉, 인공와우이식아동이 산출한  $F_1$ ,  $F_2$ 로 본 모음 도식이 건청아동과 비슷하다고 판단할 수 있다. 이는 인공와우이식 후 2년이 지나면 약 2000Hz 정도의 음형대 주파수 대역이 감소한다는 허명진 외(2007)의 연구와 일치한다. 또한 Serry et al(1999)의 연구에서도 인공와우이식 후 초기에 단모음의 발달이 빠르게 이루어진다고 하였다. 이는 인공와우를 이식한 후 3년이 지난 아동들은 시각적 단서와 촉각적인 단서에 의존하지 않고 청각적인 단서에 초점을 맞추어 산출하여 건청아동과 같이 전체적인 포먼트 수치가 비슷하거나 다소 낮아졌음을 알 수 있다. 따라서 본 연구의 대상아동들은 모두 인공와우이식한 후 3년이 지난 아동이므로 이미 청각적 피드백이 안정화되어 있어 청각적 단서만을 의존해서 구어를 산출할 수 있게 되므로 건청아동과의 모음산출이 크게 다르지 않다고 판단된다.

모음/아/의  $F_1$ ,  $F_2$ , 모음/에/의  $F_1$ 에서 차이를 보이는 것은 인공와우이식아동이 건청아동에 비해서 혀의 위치가 더 상승되고 후방화되어 있다는 것을 의미하며, 모음/아/ 산출 시 건청아동에 비해 인두강을 좁혀서 조음한다는 것을 알 수 있다. 이는 인공와우이식아동이 모음/아/에서 건청아동에 비해  $F_1$ 이 낮다는 김고은 외(2007)의 연구와 일치한다. 또한 모음/에/의  $F_1$ 이 건청아동과 비교하여 유의미하게 낮게 나타난 것은 인공와우이식아동이 건청아동에 비해서 혀의 위치가 더 높다는 것을 의미한다. 이것은 인공와우이식아동이 충분한 청각적 피드백이 없을 때 시각적, 촉각적 피드백에 의존해서 모방, 산출하던 개모음이 고착되어 3년 동안 청각적 피드백을 지속적으로 받음에도 불구하고 중설모음화가 고쳐지지 않은 것으로 판단된다. 즉, 시각적, 촉각적 피드백에 의존하던 시기에 가장 먼저 보고 모방할 수 있는 개모음을 학습시켰을 때, 시각적 모방을 통해 개구도는 크게 학습될 수 있으나 청각적 피드백이 안정화되지 못했기 때문에 중설모음화와 같이 왜곡된 발음으로 고착된 것으로 사료된다. 따라서 인공와우이식아동은 모음/이/와 /우/는 건청아동과 유사한 형태의 결과를 보였으나 모음/아/와 /에/는 건청아동과 유사함에도 긴장성이 유지되고 있다는 것을 의미한다.

### 4.1.2 인공와우이식아동의 모음공간면적

인공와우이식아동의  $F_1$ ,  $F_2$ 를 사용하여 모음공간면적에 대해 살펴본 결과, 인공와우이식아동이 건청아동에 비해 모음공간면적이 통계적으로 유의미하게 좁게 나타났다. 이는 각 모음의  $F_1$ ,  $F_2$ 를 좌표에 나타냈을 때, 청각장애집단이 건청아동보다 좁은 공간면적을 차지하였으며(오영자, 1999), 선천성 청각장애아동의 모음사각도가 건청아동의 모음사각도에 비해 매우 좁고 모여 있는 형태를 띤다는(허명진 외, 2007) 선행연구와 일치한다. 즉, 인공와우이식수술 후 3년의 기간이 지나 건청아동과 유사한 모음  $F_1$ ,  $F_2$ 에도 불구하고 건청아동에 비해 좁고 중앙화되어 있으며 정확한 목표 위치에 도달하지 못한 것을 알 수 있다. 이는 모음공간면적의 좌표에서 모음/아/와 /에/의 위치로 인해 모음공간면적의 차이가 나타났기 때문인데 즉, 건청아동이 인공와우이식아동 보다 모음/아/와 /에/가 아래쪽으로 더 넓게 퍼져 위치해, 이로 인해 통계적으로 유의한 차이가 나타난 것을 알 수 있다.

이러한 모음사각도의 형태를 살펴보면, 인공와우이식아동뿐만 아니라 건청아동 역시 유사한 삼각형의 패턴을 드러내고 있고 건청아동의 각 모음/아, 이, 우, 에/의 꼭지점에 비슷하게 위치해 있는 것을 알 수 있다. 이는 청각장애아동이 인공와우이식 후 청각적 피드백을 제공받아 모음공간면적에 영향을 미치는 모음의 음향학적 특성에 변화를 가지게 되어, 좁고 작은 모양을 이루는 모음의 위치를 건청아동과 비교적 비슷하게 이동시켜 사용하는 형태를 보이게 된 것임을 알 수 있다. 즉, 본 연구에서는 선천성 심도청각장애아동이 인공와우이식수술 후 청각장애가 가지고 있는 음성과 조음, 공명기관등이 시간이 지날수록 안정화되고 부드럽게 사용한다는 것을 알 수 있다.

이러한 결과를 바탕으로 모음사각도의 형태에 대해 살펴보면, 본 연구는 미국 Jacewicz et al(2007)과 Ladefoged(1996)의 연구 결과를 기초로 하여 모음사각도에 근거한 /아, 이, 우, 에/를 분석하였다. 이는 완전한 모음공간은 각 꼭지점에 있는 모음/아, 이, 우, 에/의 결과를 바탕으로 구성되어지며, 각 4개의 모음이 유의미한  $F_1$ 과  $F_2$ 의 차이를 나타내기 때문이다. 또한 이 모음들은 말소리에서 가장 널리 사용되는 음으로 알려져 본 연구에서는 모음사각도에 기초하여 분석을 실시하였다. 그러나 이와 달리 연구 결과, 모음/에/가 모음/아/와 모음/이/ 사이에 포함되어 모음사각도가 아닌 모음삼각도의 형태를 띠고 있었다. 국내 연구를 살펴보면, 양병곤(1998)의 연구에서 모음포먼트를 모음사각도 /아, 이, 우, 에/의 꼭지점으로 나누지 않고 입술, 경구개, 후두개와 목젓 중간을 교점으로 보아 모음 /아, 이, 우/를 사용하여 분석하였으며, 권미지 외(2007)의 연구에서도 모음/아, 이, 우/를 사용하여 모음 포먼트 특성을 연구하였다. 이와 같은 선행연구와 본 연구결과를 조합해보면, 미국 모음은 모음사각도에 기초하고 있지만 우리나라 모음은 모음삼각도에 기초하고 있는 것으로 볼 수 있다.

#### 4.2 인공와우이식아동의 말명료도

인공와우이식아동의 말명료도 분석 결과, 비전문가 청자들은 인공와우이식아동의 말소리를 높게 인지하였다.

인공와우이식아동이 여러 가지 호흡, 음성, 공명, 조음 등의 문제를 가지고 있음에도 불구하고 비전문가 청자가 판단하는 인공와우이식아동의 말명료도가 정상에 가까운 점수를 얻은 것은 인공와우를 통한 피드백이 향상되어 말 산출 및 조음능력이 안정화되었기 때문이라 사료된다. 이는 허명진(2010)의 연구에서 청각적 수행능력은 인공와우이식기간이 늘어날수록 통계적으로 유의하게 향상된다고 언급한 바 있으며, 김유경 외(2005)의 연구에서도 인공와우이식 후 2년의 기간이 조음정확도의 향상을 가져오는 시기라고 판단하였다. 또한 김정서(2006)의 연구에서는 인공와우이식 후 초기 3년까지 음소발달을 살펴본 결과, 3년 후 오조음과 오조음에 따른 음운변동이 감소한다고 하였다. Tobey et al(1996)은 인공와우이식수술을 한 후 3년 동안 아동의 구어를 연구한 결과, 인공와우이식수술을 한 후 2년부터 정확도가 유의미하게 높아졌다고 보고 하였으며, 인공와우이식수술을 한 후 3년부터는 모음과 자음이 70% 증가하였고 명료도가 향상되었다고 하였다. Chin et al(2012)은 15명의 인공와우이식수술을 한 아동을 대상으로 말명료도에 대해 연구한 결과, 인공와우이식수술 후 서술문의 문장에서 높은 정확도로 평가되었으며 성인 청자가 쉽게 변별할 수 있는 말명료도 수준을 나타냈다고 한다. 이는 일반인이 생각하는 말명료도가 인공와우이식수술 후 2년이 지나면서 향상되어지고, 3년이 지난 후에는 높은 명료도를 보이는 것을 알 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 인공와우를 이식한 지 3년 이상 아동들을 대상으로 하여 인공와우이식수술 후 기간이 지날수록 청각적 수행능력이 향상되고 안정화 단계에 접어들게 되면서 말을 인지할 수 있었고 누구나가 알아들을 수 있는 명료도가 되어 일반 청자에게서 높은 명료도를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

#### 4.3 모음공간면적과 말명료도의 상관성

모음의  $F_1$ 과  $F_2$ 를 통해 측정한 모음공간면적이 넓을수록 명료도가 높을 것이라는 상관성을 보인 선행연구가 이루어져왔다(Higgins et al., 2002; Liu et al., 2005). 따라서 본 연구에서도 모음공간면적과 말명료도 간의 상관관계를 예상하였으나, 인공와우이식아동의 모음공간면적과 말명료도의 상관성을 살펴본 결과, 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다.

인공와우이식아동의 정상에 가까운 높은 말명료도에도 불구하고 모음공간 면적은 다양하게 나타났다. 즉, 높은 말명료도를 보이더라도 모음공간면적은 좁게 나타날 수 있다는 것을 의미하며 모음공간면적과 말명료도가 반드시 일치하지 않는다는 것을 알 수 있다. 이는 말명료도에 영향을 미치는 요인이 다양하며 비전문가들이 인공와우이식아동이 산출하는 구어를 듣고 정확한 음운분석을 시행할 수 없기 때문에 높은 점수의 명료도 평

가가 이루어진 것으로 판단된다. 즉, 높은 말명료도를 가진 인공와우이식아동이라도 객관적인 측정에서는 낮은 수치를 나타낼 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 말명료도 평가에 있어서, 주관적인 말명료도 평가뿐만 아니라 평가의 정확성을 높이기 위해 음향학적 평가가 보완되어야 함을 알 수 있었다.

본 연구의 논의 및 결론을 통해 후속 연구를 위한 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 단어와 모음을 사용하였으나 인공와우이식아동의 일상생활의 대화는 문장, 자발화에서 많이 이루어지므로 추후 연구에서는 다양한 언어학적 단위 및 환경에서의 말명료도 특성을 살펴보아야 할 것이다.

둘째, 본 연구는 또래의 건청아동을 통제집단으로 설정하고 인공와우를 이식한 기간이 3년 이상인 아동을 대상으로 선정하였으나, 인공와우수술시기 및 그에 따른 언어치료기간이 일치하지 않았다. 따라서 후속 연구에서는 수술시기연령 및 언어치료기간이 동일한 아동들을 대상으로 한 분석이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 일반적으로 음소발달은 모음이 기본적으로 발달한 후 자음 발달이 일어나게 된다. 본 연구에서는 모음이 3년이 지나자 안정화 단계에 속하였으나 자음의 발달 기간은 연구되지 않았다. 즉, 기본 모음 이외에 자음에 근거한 연구가 추후에 이루어져야 할 것이다.

### 참고문헌

- Carolyn, M., Megan, M. (2002). Vowel area and intelligibility in children with and without dysarthria. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 10(4), 271-277.
- Chin, S. B., Bergeson, T. R., & Phan, J. (2012). Speech intelligibility and prosody production in children with cochlear implants. *Journal Communication Disorder*, 45(4), 355-66.
- Higgins, C., Hodge, M. (2002). Vowel area and intelligibility in children with and without dysarthria. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 10, 4.
- Huh, M. J. (2010). Auditory perception development for young children with hearing impaired in terms of CI use. *The Journal of Special Children Education*, 12(1), 67-80.
- (허명진(2010). 인공와우 착용기간에 따른 청각장애 영유아의 청각적 기능변화. 특수아동교육연구, 12(1), 67-80.)
- Huh, M. J., Choi, S. K., Lee, S. H. (2007). The phonetical change by auditory feedback for congenital profoundly hearing impaired children: in point of vowels. *Korean Journal of Special Education*, 41(4), 21-35.
- (허명진, 최성규, 이상훈(2007). 인공와우 착용기간에 따른 청

- 각장애아동의 모음 산출 특성 분석. 특수교육학연구, 41(4), 21-35.)
- Huh, M. J., Lee, D. (2009). A review of transitions to cochlear implants in Korea. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 18(2), 123-144.  
(허명진, 이드보라(2009). 국내 인공와우 이식 변천에 대한 소고. 언어치료연구, 18(2), 123-144.)
- Kim, G. E., Ko, D. H. (2007). Acoustic characteristics of some vowels produced by the CI children of various age groups. *Speech Science*, 14(4), 203-212.  
(김고은, 고도홍(2007). 인공와우 이식 시기에 따른 모음의 음향음성학적 특성. 음성과학, 14(4), 203-212.)
- Kim, J. S. (2006). Consonant development of young cochlear implant users in post-implant periods. Ewha Womans University.  
(김정서(2006). 인공와우 이식 영유아의 수술 후 기간에 따른 음소 발달. 이화여자대학교 석사학위논문)
- Kim, Y. K., Park, M. H., Seok, D. I. (2005). Development of articulation in pediatric user of cochlear implants. *The Journal of Special Education: Theory and Practice*, 6(2), 67-83.  
(김유경, 박미혜, 석동일(2005). 인공와우이식아동의 조음 발달에 관한 연구. 특수교육저널 : 이론과 실천, 6(2), 67-83.)
- Kwon, M. J., Ko, Y. O., Kim, H. K., Lee, E. J., & Jeong, O. R. (2007). A study on the pitch and formants of vowels produced by monolingual and bilingual children. *Speech Science*, 14(3), 47-57.  
(권미지, 고영옥, 김혜경, 이은정, 정옥란(2007). 이중언어환경아동의 모음 포먼트 특성에 관한 연구. 음성과학, 14(3), 47-57.)
- Ladefoged, P., Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*(Blackwell, Malden, MA).
- Lee, O. B., Han, J. Y., Park, S. H. (2010). Speech intelligibility in syllables and vowel space according to dysarthric severity. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 2(2), 85-92.  
(이옥분, 한지연, 박상희(2010). 마비말장애 심각도에 따른 음절 단위 말명료도와 모음공간. 말소리와 음성과학, 2(2), 85-92.)
- Lee, O. B. (2010). Speech intelligibility and vowel space area. *Cogito*, 69, 7-26.  
(이옥분(2010). 말소리 명료도와 모음공간면적의 상관성. 코기토, 69, 7-26.)
- Lee, Y. M., Sung, J. Y., Park, J. M., Sim, H. S. (2011). Effect of listener's experience, severity of speaker's articulation and linguistic cues on speech intelligibility in congenitally deafened adults with cochlear implants. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 3(1), 125-134.  
(이영미, 성지은, 박정미, 심현섭(2011). 청자의 경험, 화자의 중증도, 단서유형이 인공와우이식 선천성 농 성인의 말명료도에 미치는 영향. 말소리와 음성과학, 3(1), 125-134.)
- Liu, H. M., Taso, F. M., & Kuhl, P. K. (2005). The effect of reduced vowel working space on speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *Journal Acoustical Society of America*, 117(6), 3879-3889.
- Oh, Y. J. (1999). Acoustic comparisons of vowel and plosive productions between the normal and the hearing-impaired children. Ewha Womans University.  
(오영자(1999). 청각장애아동과 건청아동의 모음 및 파열음 산출의 음향 음성학적 특성비교. 이화여자대학교 석사학위논문)
- Osberger, M. (1992). Speech intelligibility in the hearing impaired : Research and Clinical implications. In R. Kent(Ed.). *Intelligibility in speech disorders*. Philadelphia, PA : John Benjamins.
- Park, H. J. (2007). Validity and reliability of equal-appearing interval scales for speech intelligibility test of dysarthria. Yonsei University.  
(박혜진(2007). 마비말장애 환자의 말명료도 측정을 위한 등간척도법 비교. 연세대학교 대학원. 석사학위논문.)
- Serry, T. A., Blamey, P. (1999). A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant user. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 141-154
- Shim, H. J., Park, W. K., Ko, D. H. (2012). Characteristics of speech intelligibility and the vowel space in patients with parkinson's disease. *Journal of Speech Language & Hearing Disorders*, 4(3), 161-169.  
(심희정, 박원경, 고도홍(2012). 파킨슨병 환자의 말명료도와 모음공간특성. 말소리와 음성과학, 4(3), 161-169.)
- Tobey, E., Greeres, A., & Bremmer, C. (1996). Speech production results: Speech feature acquisition. *The Volta Review*, 96(5), 109-129.
- Tova, M., Sara, I., & Einat, H. A. (2012). Social Competence, Sense of Loneliness, and Speech Intelligibility of Young Children With Hearing Loss in individual Inclusion and Group Inclusion. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(2), 259-272.
- Turner, G. S., Tjaden, K., & Weismer, G. (1995). The influence of speaking rate of vowel working space and speech intelligibility for individuals with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Speech Hearing. Reserch*. 38, 1001-1013.
- Yang, B. G. (1998). A study on vowel formant variation by vocal tract modification. *Speech Science*, 3, 83-92.

(양병곤(1998). 성도 변형에 따른 모음 포먼트의 변화 고찰.  
음성과학, 3, 83-92.)

● **박혜미(Park, Hyemi), 제1저자**

고신대학교복음병원

hmpark03@naver.com

관심분야: 음성장애, 청각장애, 신경말-언어장애

● **허명진(Huh, Myungjin), 교신저자**

부산가톨릭대학교 언어청각치료학과

Tel: 051-510-0843

magare@hanmail.net

관심분야: 음성장애, 청각장애, 말과학