

## 인공와우이식 아동과 건청 아동의 음성 분석 비교

### A Comparison of Voice Analysis of Children with Cochlear Implant and with Normal Hearing

윤 미 선<sup>1)</sup> · 최 은 아<sup>2)</sup> · 성 영 주<sup>3)</sup>

Yoon, Misun · Choi, Eunah · Sung, Youngju

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the acoustic voice outcomes of children with cochlear implant to those of children with normal hearing. Participants were 41 children using unilateral cochlear implant (18 males and 23 females), and children with normal hearing from the same age and sex. Mean age of implantation was approximately 3 years old, mean duration of implant use was 4 years in CI group. Acoustic analyses were performed using MDVP of CSL. Speech samples were 3 sustained vowels, /a, i, u/. 9 parameters (F0, Fhi, Flo, Jitter, Shimmer, vF0, vAm, NHR, and SPI) were analyzed. Children with CI did not show the significant differences in those parameters after the vowel /a/ phonation. Meanwhile, there were significantly different results in F0, Fhi, vF0, and SPI after /i, u/ phonation. These results revealed that differences of voice characteristics in children with CI compare to children with NH persist regarding vowel context. It suggests that high vowels would recommend as speech samples for acoustic evaluation. Furthermore perceptual analysis and speech therapy for phonation control would be necessary for children with CI.

**Keywords:** cochlear implant, voice characteristics, acoustic analysis, vowel phonation, MDVP

#### 1. 서론

음성은 의사소통을 하는 데 가장 효과적인 방법 중 하나며 음성으로 의미를 명확하게 전달하기 위해서는 정상적인 호흡, 발성, 조음 등이 필수적이다. 그러므로 기질적 혹은 알 수 없는 원인으로 호흡, 발성, 조음 패턴이 정상적으로 나타나지 않으면 말명료도(intelligibility)가 낮아져서 청자에게 의미를 전달하는 것이 어려워질 수 있다. 특히 발성은 성대와 관련된 특성으로 음도(pitch), 강도(intensity), 음질(voice quality), 음성 조절능력(flexibility) 등에 의해 개개인의 음성 특성을 드러내며 이러한 측면들에서 문제가 발생되면 말명료도에 영향을 미칠 수 있다.

청력 손실이 90dB 이상인 심도(profound) 이상의 청각장애인의 경우 발성 기제의 조절이 원활하지 못하여 음도가 높은 가성발성을 함으로써 성대진동이 충분하게 일어나지 못 할 수 있다. 또는 음도와 강도의 자연스런 조절이 어려워 변이가 심하게 나타나고 너무 크거나 작은 강도로 말하며, 거칠고 쪼여 짜는 것과 같은 음질 특성을 보인다(윤미선, 2004; 허명진, 정옥란, 1997; Bolfan-Stosic & Simunjak, 2007; Boone et al., 2005; Higgins et al., 1994; Lee et al., 1997). 아동의 경우에도 성별이나 연령에 맞지 않게 너무 낮거나 높은 음도, 가성발성, 발화 시 불충분한 성대진동, 심한 음도와 강도의 변이, 성대떨림 등이 보고되었다(Campisi et al., 2005; Goffman et al. 2002; Lee et al., 1997; McGarr & Osberger, 1978). 그리고 평서문과 의문문에서 억양의 폭이 좁아 의미 전달이 어렵거나(조소영, 2003), 최대음 강도와 최소음 강도의 차이가 정상청력 아동보다 크고, 정상청력 아동들과는 달리 연령이 증가해도 강도가 줄어들지 않았다(허명진, 정옥란, 1997). 이렇듯 청각장애인은 음도, 강도, 음질, 음성조절능력 등에 문제가 발생하여 음성장애가 있는 것으로 평가를 받으며 음도가 낮고 강도가 클수록

- 
- 1) 나사렛대학교 언어치료학과, msoon@kornu.ac.kr  
2) 원광대학교 언어병리학과, eunah-choi@hanmail.net, 교신저자  
3) 한효섭언어청각연구소, youngju2020@hanmail.net

접수일자: 2013년 10월 31일  
수정일자: 2013년 11월 24일  
게재결정: 2013년 12월 4일

음성장애가 심한 것으로 지각된다(Ferrand, 2007).

청력 손실 부위가 외이나 중이인 전음성 난청(conductive hearing loss)인 경우나 보청기 착용 후 교정 청력이 26-40dB 인 정도 청력손실 정도라면 음성을 포함한 말산출 능력에 크게 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있다. 심도 청력손실이어도, 신생아 선별검사 등을 통한 조기 진단과 2세 이전에 인공와우를 이식 받고 청각적 피드백(auditory feedback)을 충분히 받는 등의 조기 중재를 받은 아동의 말산출 능력은 건청 아동과 차이를 보이지 않을 가능성이 커진다(Hocevar-Boltezar et al., 2005; Yoshinaga-Itano & Sedey, 2000). 인공와우 이식을 받은 아동이나 성인의 경우에 매핑(mapping)이 진행되면서 듣기가 안정되고 청각적인 피드백이 충분하게 제공되면 음도나 강도 조절에 대해 특별한 중재를 하지 않아도 음도나 강도가 다소 안정되는 것으로 나타났다(윤미선, 2004; Hamzavi et al., 2000). 전은옥, 고도홍(2007)의 연구에서도 4세 이후에 인공와우 이식을 받은 아동의 경우에는 기본주파수, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음대 배음비율 등이 정상아동과 유의한 차이가 있었으나 4세 이전에 인공와우 이식을 받은 아동의 경우에는 /아/ 모음의 진폭변동률을 제외한 부분에서는 정상청력 아동과 유의한 차이를 보이지 않았다. Hocevar-Boltezar et al.(2005)에 의하면 4세 이전에 인공와우 이식을 받은 아동의 경우 기본주파수, 주파수변동률, 진폭변동률이 이식 후 6개월 이전에 변화를 보이는데 반해 4세 이후에 이식을 받은 아동은 24개월이 지나서야 변화를 보이기 시작했다. 또한 인공와우 이식 후 기본주파수를 제외한 모든 변수에서 청각장애 아동은 유의한 향상을 보였으나 청각장애 성인은 모든 변수에서 유의한 향상을 보이지 않았다(Hocevar-Boltezar et al., 2006). 이러한 선행연구들을 통해 어린 나이의 인공와우 이식과 일정 기간 이상의 인공와우 사용이 듣기 능력뿐 아니라 언어 발달, 발성 시 신경근육 조절의 적응 능력과 신경근육 조절 기제 성숙 등에 의한 음성 조절에 영향을 준다는 것을 알 수 있다(Cerçi et al., 2006; Hocevar-Boltezar et al., 2005).

최은아(2010)에 의하면, 일반적으로 모음 발성 시 성대 수준에서는 동일한 진동음이 성도를 통과하면서 다양한 모음으로 분화되는 것으로 알려져 있으나 성대 수준에서의 발성 특성을 설명해 주는 스펙트럼 기울기<sup>5)</sup>와 H1-H2<sup>6)</sup> 분석 결과 건

4) 인공와우 이식자가 가장 적절한 소리로 들을 수 있도록 다양한 전략을 사용하여 각 채널 별로 역치 수준(threshold level)과 가장 편안하게 들을 수 있는 수준(comfortable level)을 조정해 주는 과정이다.

5) 스펙트럼 기울기는 스펙트럼에서 주파수 증가에 따라 조화음 진폭이 감소하는 비율로 기식성이 있는 음성은 상대적으로 기울기가 급하고, 귀어짜는 음성은 상대적으로 기울기가 완만하게 나타난다(Stevens, 1999; Park, 2002).

6) H1-H2는 스펙트럼에서 첫 번째 조화음(harmonic)과 두 번째 조화음의 상대적인 진폭차이다. 상대적으로 H1-H2가 크면 발성 시 성문이 정상보다 많이 개방된 상태로 발성

청인과 청각장애인 모두 모음에 따라 성대의 긴장에 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 연구는 인공와우 이식 연령이 평균 3세로 비교적 초기에 인공와우이식을 받고, 평균 사용 기간이 4년 이상으로 안정적인 시기에 있다고 판단되는 아동을 대상으로 이들의 음성과 또래 아동의 음성 특성을 비교하는 것으로 목적으로 하였다. 기기를 이용한 음성 분석을 통해 두 집단의 음성 관련 변수들에서 어떤 차이가 있는지, 음성의 차이를 잘 설명하는 변수는 무엇이며, 어떤 말자료에서 차이가 있는지를 확인하였다. 음성분석은 현재 임상현장에서 가장 많이 사용되고 있는 음성 분석 프로그램인 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program, Key Pentax)를 사용하였고(표화영, 심현섭, 2007), 말자료는 MDVP에서 일반적으로 사용하는 /아/ 모음 외에 /이/, 우/의 두 개 모음 연장발성을 추가하여 모음 문맥에 따른 차이를 살펴보았다. 이러한 발성 유형과 관련된 변수들이 모음에 따라 다른 것으로 분석된 것을 반영하여 음성 평가나 음성 분석 시 적어도 모음 사각도의 극단에 위치한 /아, 이, 우/ 세 개 모음이 고려되어야 함을 알 수 있다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구대상

연구대상 아동은 만 6세~12세의 인공와우이식 받은 청각장애 아동(cochlear implanted children, CI)과 건청 아동(normal hearing children, NH) 각각 41명으로 총 82명이며, 남녀의 비율은 18:23이다. CI 아동은 선천성 심도청각장애(평균 역치 90dB 이상)로 인공와우 이식 나이가 4세 이하이며, 인공와우 이식 후 4년 이상 경과하였고, 청각장애 외의 다른 장애는 보고되지 않은 아동을 대상으로 하였다. 인공와우 이식 아동에 대한 정보는 <표 1>과 같다.

표 1. 인공와우 아동 정보

Table 1. Information of cochlear implanted children

항목	생활연령 (m)		인공와우 이식나이 (m)		인공와우 사용기간 (m)		말지각 능력 (%)	
	남	여	남	여	남	여	남	여
평균	98.4	100.4	35.1	38.1	65.0	61.2	73.9	74.9
표준 편차	17.3	14.7	19.4	21.9	25.8	21.4	24.0	19.3
범위	72 ~140	77 ~130	16 ~84	20 ~88	14 ~116	12 ~98	10 ~100	30 ~100

유형 중 기식성이 있는 음성과 관계가 있고, 상대적으로 H1-H2가 작으면 발성 시 성문이 정상보다 꼭 닫힌 상태로 발성 유형 중 귀어짜는 음성과 관계가 있다(Park, 2002).

CI 아동 41명 모두 인공와우 착용 후의 교정 청력이 20~30dB 수준이었고, 양이 인공와우는 없었으며 인공와우 반대쪽에 보청기를 착용한 아동은 남자 11명, 여자 17명이었다. NH 아동은 인공와우 이식 아동과 연령 및 성별을 맞춘 아동으로, 사전 검사에서 수용 및 표현 어휘력 검사(REVT: 김영태 외, 2009), 조음음운 발달 검사(U-TAP: 김영태, 신문자, 2004), 말지각 검사(YBPB: 윤미선, 2006) 결과 정상 범주에 속하며 평가 중 청지각적으로 음성에 문제가 없는 것으로 파악된 아동으로 선정하였다. 말지각 검사는 2음절 단어를 보기가 없는 상황(open set)에서 듣고 따라 말하도록 제시하였다.

2.2 절차

2.2.1 말자료

말자료는 /아, 이, 우/ 세 모음 각각을 3회 2~3초간 연장 발성하게 하였고, 3회의 측정치를 평균 내어 최종 측정값으로 하였다. 발성 시 아동에게 평소와 같은 편안한 음도와 강도로 발성하도록 지시했다.

2.2.2 녹음 및 음성 분석

녹음 및 분석은 MDVP(Key Pentax)를 사용하였다. 언어치료실 또는 조용한 방에서 MDVP 프로그램이 내장되어 있는 컴퓨터에 외부 마이크를 연결하여 녹음을 하고 분석하였다. 외부 마이크는 Shure SM489 기종을 사용하였고, 마이크는 아동의 입에서 45도 아래쪽으로, 10cm 위치에 설치하였다. MDVP의 설정과 조작 등은 표화영(2008)의 지침을 따랐다. MDVP의 결과치 중 기본주파수(F0), 최고기본주파수(Fhi), 최저기본주파수(Flo), 주파수변동률(Jitt), 장기기본주파수변이(vF0), 진폭변동률(Shim), 장기진폭변이(vAm), 소음대 배음 비율(NHR), 성대접촉률(SPI) 등 9개 측정치를 분석하였다.

분석한 측정치들은 5개의 음도관련 변수(F0, Fhi, Flo, Jitt, vF0)와 2개의 강도관련 변수(Shim, vAm), 그리고 2개의 음질관련 변수(NHR, SPI)이다.

2.3 통계분석

각 모음에 대해 음성 측정치를 종속 변수로 하고, 집단을 독립변수로 하여 일원분산분석을 실시하였다. 집단은 인공와우 남자아동(CI-M), 인공와우 여자아동(CI-F), 건청 남자아동(NH-M), 건청 여자아동(NH-F)의 4개 집단을 비교하였으며 LSD 분석으로 사후검정을 실시하였다.

3. 결과

3.1 모음 /아/

모음 /아/ 연장 발성에 대한 집단 별 기술통계와 분산분석

결과는 <표 2>와 같다.

모음 /아/에서 F0, Fhi, Flo, vF0, vAm는 남녀 아동 모두 CI 아동이 NH 아동보다 높은 측정치를 보인 반면에 Jitt, Shim, NHR, SPI에서는 CI 아동이 NH 아동보다 낮은 측정치를 보였다. 그러나 9개 측정치 모두에서 CI 아동과 NH 아동 사이에 유의한 차이를 보이지는 않았다.

표 2 . 모음 /아/에 관한 기술통계와 분산분석 결과  
Table 2. Result of ANOVA and descriptive statistics by vowel /a/

	sex	group	N	M	SD	F
F0 (Hz)	M	CI	18	280.70	40.15	2.32
		NH	18	256.49	24.89	
	F	CI	23	285.20	47.91	
		NH	23	265.59	37.27	
Fhi (Hz)	M	CI	18	303.20	43.45	2.32
		NH	18	275.54	26.23	
	F	CI	23	310.12	55.85	
		NH	23	288.74	40.58	
Flo (Hz)	M	CI	18	257.70	40.62	1.30
		NH	18	240.08	26.68	
	F	CI	23	260.93	44.48	
		NH	23	244.76	41.81	
Jitt (%)	M	CI	18	0.74	0.47	0.47
		NH	18	0.96	0.73	
	F	CI	23	0.88	0.83	
		NH	23	0.96	0.42	
vF0 (%)	M	CI	18	2.65	1.04	1.56
		NH	18	1.46	0.54	
	F	CI	23	2.56	1.82	
		NH	23	2.24	2.85	
Shim (%)	M	CI	18	3.41	1.54	3.25
		NH	18	3.63	1.70	
	F	CI	23	3.41	1.45	
		NH	23	4.60	1.30	
vAm (%)	M	CI	18	20.50	9.37	1.30
		NH	18	16.61	4.78	
	F	CI	23	19.65	8.21	
		NH	23	17.45	4.67	
NHR	M	CI	18	0.12	0.02	1.17
		NH	18	0.57	1.91	
	F	CI	23	0.12	0.02	
		NH	23	0.12	0.02	
SPI	M	CI	18	6.67	5.62	1.50
		NH	18	7.44	4.64	
	F	CI	23	5.58	5.49	
		NH	23	4.54	2.45	

3.2 모음 /이/

모음 /이/ 연장 발성에 대한 집단 별 기술통계와 분산분석

결과는 <표 3>과 같다.

분산분석 결과 F0, Fhi, vF0, SPI 측정치에서 집단 간 유의한 차이가 나타났다(F=2.94, p<.05; F=4.41, p<.05; F=11.38, p<.001; F=6.61, p<.001). 통계적으로 유의한 차이를 보인 측정값의 사후 분석 결과는 <표 4>와 같다.

표 3. 모음 /이/에 관한 기술통계와 분산분석 결과  
Table 3. Result of ANOVA and descriptive statistics by vowel /i/

	sex	group	N	M	SD	F
F0 (Hz)	M	CI	18	302.78	44.82	2.94*
		NH	18	270.46	31.14	
	F	CI	23	291.88	41.50	
		NH	23	273.55	37.80	
Fhi (Hz)	M	CI	18	331.20	55.64	4.14*
		NH	18	288.96	34.40	
	F	CI	23	311.61	41.78	
		NH	23	290.66	37.86	
Flo (Hz)	M	CI	18	276.79	40.56	1.84
		NH	18	253.78	28.90	
	F	CI	23	273.55	41.32	
		NH	23	256.47	40.03	
Jitt (%)	M	CI	18	0.76	0.40	0.91
		NH	18	0.99	0.70	
	F	CI	23	0.74	0.66	
		NH	23	0.95	0.64	
vF0 (%)	M	CI	18	2.54	0.76	11.38***
		NH	18	1.63	0.47	
	F	CI	23	2.01	0.79	
		NH	23	1.41	0.51	
Shim (%)	M	CI	18	3.68	0.97	1.18
		NH	18	3.25	1.22	
	F	CI	23	3.11	0.95	
		NH	23	3.26	0.86	
vAm (%)	M	CI	18	18.18	6.02	1.85
		NH	18	15.56	7.02	
	F	CI	23	14.31	5.75	
		NH	23	14.48	4.37	
NHR	M	CI	18	0.12	0.01	2.62
		NH	18	0.11	0.03	
	F	CI	23	0.12	0.02	
		NH	23	0.11	0.02	
SPI	M	CI	18	4.85	4.29	6.61***
		NH	18	8.62	6.41	
	F	CI	23	5.41	4.80	
		NH	23	10.40	3.96	

F0는 CI 남자 아동과 NH 남자 아동이 각각 302.78Hz와 270.46Hz, CI 여자 아동과 NH 여자 아동이 각각 291.88Hz와 273.55Hz로 남녀 아동 모두 CI 아동의 F0가 NH 아동의 F0보다 높았다. 사후 분석 결과 남자 아동은 CI 아동이 NH보다 유의하게 높았으나 여자 아동에서는 CI 아동과 NH 아동 간에 유의한 차이는 없었다.

Fhi는 CI 남자 아동과 NH 남자 아동이 각각 331.20Hz와 288.96Hz, CI 여자 아동과 NH 여자 아동이 311.61Hz와 290.66Hz였으며, 사후분석 결과는 F0와 동일하여 남자 아동은 CI 아동과 NH 아동 사이에 집단 간 차이가 유의하였으나 여자 아동은 CI 아동과 NH 아동 사이에 집단 간 차이가 유의하지 않았다.

vF0는 CI 남자 아동과 NH 남자 아동이 각각 2.54%와 1.63%, CI 여자 아동과 NH 여자 아동이 각각 2.01%와 1.41%로 나타났다. 사후분석 결과 CI 남자 아동은 다른 세 집단에 비해 유의하게 높았고, CI 여자 아동도 NH 여자 아동에 비해 유의하게 높았다.

SPI는 CI 남자 아동이 4.85, NH 남자 아동이 8.62였고, CI 여자 아동은 5.41, NH 여자 아동은 10.40이었다. 사후분석 결과 CI 남녀 아동은 NH 남녀 아동에 비해 유의하게 낮았다.

표 4. 모음 /이/에 관한 사후분석 결과.  
Table 4. Result of Post hoc analysis by vowel /i/

	Group	NH-M	NH-F	CI-F
F0 (Hz)	CI-M	*	*	
	NH-M			
	NH-F			
Fhi (Hz)	CI-M	*	*	
	NH-M			
	NH-F			
vF0 (%)	CI-M	*	*	*
	NH-M			
	NH-F			*
SPI	CI-M	*	*	
	NH-M			*
	NH-F			*

3.3 모음 /우/

모음 /우/ 연장 발성에 대한 집단 별 기술통계와 분산분석 결과는 <표 5>와 같다. 분산분석 결과 F0, Flo, Fhi, vF0, SPI 측정치에서 집단 간 유의한 차이가 나타났다(F=4.17, p<.05; F=5.17, p<.001; F=3.95, p<.05; F=4.23, p<.05; F=3.01, p<.05).

통계적으로 유의한 차이를 보인 측정치의 사후 분석 결과는 <표 6>과 같다.

표 5. 모음 /우/에 관한 기술통계와 분산분석 결과  
Table 5. Result of ANOVA and descriptive statistics by vowel /u/

	sex	group	N	M	SD	F
F0 (Hz)	M	CI	18	310.88	48.70	4.17*
		NH	18	266.82	29.12	
	F	CI	23	297.44	54.12	
		NH	23	274.33	36.53	
Fhi (Hz)	M	CI	18	338.61	60.18	5.17***
		NH	18	283.61	33.19	
	F	CI	23	318.60	59.82	
		NH	23	288.66	40.16	
Flo (Hz)	M	CI	18	284.85	39.56	3.95*
		NH	18	252.15	26.78	
	F	CI	23	277.82	48.83	
		NH	23	256.45	17.59	
Jitt (%)	M	CI	18	0.97	0.57	0.09
		NH	18	1.04	0.43	
	F	CI	23	1.03	0.57	
		NH	23	1.02	0.42	
vF0 (%)	M	CI	18	2.73	1.42	4.23*
		NH	18	1.51	0.51	
	F	CI	23	2.16	0.55	
		NH	23	1.68	1.64	
Shim (%)	M	CI	18	2.02	0.58	0.49
		NH	18	2.01	0.76	
	F	CI	23	1.82	0.55	
		NH	23	1.89	0.69	
vAm (%)	M	CI	18	17.04	5.33	1.99
		NH	18	13.70	4.85	
	F	CI	23	13.49	4.97	
		NH	23	13.66	5.80	
NHR	M	CI	18	0.11	0.01	0.59
		NH	18	0.11	0.02	
	F	CI	23	0.11	0.02	
		NH	23	0.11	0.01	
SPI	M	CI	18	35.13	19.44	3.01*
		NH	18	49.58	26.36	
	F	CI	23	37.62	19.81	
		NH	23	49.59	13.31	

F0는 CI 남자 아동과 NH 남자 아동이 각각 310.88Hz와 266.82Hz, CI 여자 아동과 NH 여자 아동이 각각 297.44Hz와 274.33Hz로, 사후 분석 결과 남자 아동은 CI 아동의 F0가 NH 아동의 F0보다 유의하게 높았지만 여자 아동의 경우 CI 여자 아동의 F0는 NH 여자 아동의 F0와 유의한 차이가 없었다.

Fhi는 CI 남자 아동과 NH 남자 아동이 각각 338.61Hz와 283.61Hz, CI 여자 아동과 NH 여자 아동이 318.60Hz와 288.66Hz로, 사후분석 결과 CI 남자 아동의 Fhi가 NH 남녀 모든 집단에 비해 유의하게 높았고, CI 여자 아동의 Fhi 또한 NH 남녀 모든 집단의 Fhi에 비해 유의하게 높았다.

Flo는 CI 남자 아동과 NH 남자 아동이 각각 284.85Hz와 252.15Hz, CI 여자 아동과 NH 여자아동이 각각 277.82Hz, 256.42Hz로, 사후분석 결과 Fhi와 마찬가지로 CI 남자 아동의 Flo가 NH 남녀 아동의 Flo에 비해 유의하게 높았다. CI 여자 아동의 Flo 또한 NH 남녀 집단의 Flo에 비해 유의하게 높았다.

vF0는 CI 남자 아동은 2.73%, NH 남자 아동은 1.51%였으며 CI 여자 아동은 2.16%, NH 여자 아동은 1.68%로 나타났다. 사후분석 결과 남자 아동의 경우 CI 아동의 vF0가 NH 아동의 vF0에 비해 유의하게 높았으며 여자 아동의 경우에는 CI 아동의 vF0가 NH 아동의 vF0보다 높았으나 유의한 차이는 없었다.

SPI는 CI 남자 아동이 35.13, NH 남자 아동이 49.58, CI 여자 아동이 37.62, NH 여자 아동이 49.59였다. 사후분석 결과 남자 아동과 여자 아동 모두 CI 아동의 SPI가 NH 아동의 SPI에 비해 유의하게 낮았다.

표 6. 모음 /우/에 관한 사후분석 결과.  
Table 6. Result of Post hoc analysis by vowel /u/

	Group	NH-M	NH-F	CI-F
F0(Hz)	CI-M	*	*	
	NH-M			*
	NH-F			
Fhi(Hz)	CI-M	*	*	
	NH-M			*
	NH-F			*
Flo(Hz)	CI-M	*	*	
	NH-M			*
	NH-F			*
vF0(%)	CI-M	*	*	
	NH-M			
	NH-F			
SPI	CI-M	*	*	
	NH-M			
	NH-F			*

4. 논의 및 결론

청각장애인의 음성 이상은 일차적으로 발성 기관의 기질적 이상이 원인이 아니라 청각적 피드백의 제한에서 기인한 것이다(윤미선, 2012). 그러므로 인공와우를 통해 청각적 피드백을 제공함으로써 심도청각장애인의 청지각 능력의 상승 뿐 아니라 농음성(deaf voice)이라 일컬어지는 음성 특성도 개선되기를 기대하게 되었다. 그러나 인공와우 이식 후의 음성 특성은 이식 시기나 연구 방법 등에 따라 많은 차이를 보인다(윤미선, 2004; 전은옥, 고도홍, 2007; Hamzavi et al., 2000; Hocevar-Boltezar et al., 2005; Hocevar-Boltezar et al., 2006). 본 연구는 비교적 어린 나이에 인공와우 이식을 받고, 이식 후

평균 4년 이상 인공와우를 사용하여 인공와우를 통한 청각적 피드백에 익숙해졌다고 판단되는 아동을 대상으로 이들의 음성 특성을 건청 아동과 비교하였다. 또한 청각장애 아동에서 모음의 종류가 음성 관련 변인에 영향을 줄 수 있는 것으로 선행연구에서 확인되었으므로(최은아, 2010; 최은아, 박한상, 2012), 본 연구에서는 세 개의 모음에 대해 분석하였다.

연구 결과 저모음 /아/에서 인공와우 아동은 건청 아동과 9개 측정치 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 고모음 /이/와 /우/에서 인공와우 아동은 기본주파수(F0), 최고기본주파수(Fhi), 장기기본주파수변이(vF0), 성대접촉률(SPI)에서 건청 아동과 유의한 차이를 보였고, 반면 주파수변동률(Jitt), 진폭변동률(Shim), 장기진폭변이(vAm), 소음 대 배음 비율(NHR)에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

조기에 인공와우 이식을 받은 청각장애 아동에게 정상적인 음성 특성을 기대하는 것은 어릴수록 발성에 필요한 근육신경계의 조절 능력에서 감소성을 갖고 있고 새로운 환경에 적응하는 능력이 뛰어나므로 이들이 인공와우를 통해 얻은 청각적 피드백을 효율적으로 사용할 수 있다고 보기 때문이다(Hocevar-Boltezar et al., 2006). 모음 /아/에서 9개의 측정치 모두 건청 아동과 유의한 차이가 없는 본 연구 결과는 이를 뒷받침한다. 모음 /아/를 말자료로 사용한 선행연구 중에는 일부 변수가 건청 아동과 차이가 있는 것으로 나타난 경우들도 있다(Hocevar-Boltezar et al., 2006; Poissant et al., 2006; Seiferet et al., 2002). 이러한 연구와 비교하여 본 연구 대상은 상대적으로 인공와우 이식 나이가 어리고, 인공와우의 사용 기간은 길었다. 이러한 차이가 모음 /아/에서 건청 아동과 차이를 보이지 않은 이유가 될 것이다. 그러나 본 연구 결과 인공와우 아동들은 고모음 /이/와 /우/에 대해서는 음도 관련 변인인 F0, Fhi, vF0와 성대접촉의 정도를 보여주는 SPI에서 건청 아동과 유의한 차이가 있었다. 이는 인공와우 아동들이 저모음 /아/를 발성할 때 보다 /이/나 /우/와 같은 고모음의 연장 발성 시, 적절한 음도 조절에 어려움이 있고 성대의 접촉이 건청 아동보다 강하게 이루어짐을 의미한다. 따라서 인공와우 아동의 음성 평가 시 /아/ 모음에 대한 측정치만으로는 인공와우 아동의 음성 특성을 파악할 수 없으므로 보다 다양한 모음을 발성한 말자료를 사용하는 것이 필요함을 시사한다.

본 연구에서 모음 문맥과 관계없이 인공와우 아동이 건청 아동과 유의한 차이를 보이지 않은 측정치는 Jitter, Shimmer, NHR였는데, 이들 측정치는 일반적인 음성 평가에서는 기본적으로 사용하는 측정 변수이다(표화영, 2007). 이들 변수는 성대의 병리와 관계있는 변수로 청각장애인의 음성 문제가 성대 자체의 병변에서 기인하지 않는다는 점을 고려한다면 이 측정치들에서 인공와우 아동이 건청 아동과 유의한 차이가 없을 것임은 예견할 수 있는 결과이기도 하다. 따라서 음성 장애의 평가 시에 일반적으로 사용하고 있는 Jitter, Shimmer, NHR은

인공와우 아동, 나아가 청각장애 아동의 음성 평가 시에는 더 이상 유의한 측정값이 아님을 알 수 있다.

장기변동지수인 vF0와 vAm을 비교하여 보면, 음도 관련 변인인 vF0는 집단 간 유의한 차이가 있었으나 강도 관련 변인인 vAm은 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 인공와우 이식 후 음성 조절에서 강도 조절을 먼저, 쉽게 하고 음도 조절은 상대적으로 어려워 한다는 선행연구 결과와 일치한다(Allegro et al, 2010; Campisi et al., 2005). 또한 감각신경성 청각장애인이 기본주파수의 조절에 어려움이 있으며 특히 음도를 유지하는 것을 더 어려워한다는 연구 결과에도 부합한다(Lee, 2012). 본 연구를 통해 조기에 인공와우 이식을 받은 청각장애 아동이 건청 아동과 유사한 음성 특성을 보일 가능성을 확인 할 수 있었으며, 이는 조기진단과 조기중재의 필요성을 뒷받침하는 자료가 될 것이다. 그러나 말자료에 따라 음성 특성에서 건청 아동과 차이를 보였으므로 인공와우 아동의 음성 분석 시에는 다양한 말자료를 사용할 필요성이 있는 것으로 나타났다. 또한 인공와우 이식의 나이가 비교적 조기고, 일정 기간 이상 인공와우를 통한 청각적 피드백을 받았음에도 불구하고 문맥에 따라 음성 관련 변인에서 건청 아동과 차이를 보인 것은 이들에게 단순히 청각적 피드백을 통한 자연적인 음성 개선 효과와 같은 수동적 접근이 아닌 보다 개별적이고 특화된 능동적인 접근의 필요성을 시사한다.

음성 특성의 비교에는 기기를 이용한 평가 외에 청지각적 평가가 중요한 부분을 차지한다. 본 연구는 기기를 이용하여 인공와우 아동의 음성 특성을 비교하는 것을 목적으로 하였으므로, 대상자의 청지각적 음성 평가는 다루지 않았으나, 이는 대상자의 전반적인 음성 특성을 파악하는 데에 제한점이 될 수 있다. 따라서 후속 연구를 통해 청지각적 평가에 의한 인공와우 아동의 음성 특성이 제시되기를 기대한다.

## 참고문헌

- Allegro, J., Papsin, B., Harrison, R., & Campisi, P. (2010). Acoustic analysis of voice in cochlear implant recipients with post-meningitic hearing loss. *Cochlear Implant International*, 11(2), 100-116.
- Bolfan-Stosic N, Simunjak, B. (2007). Effects of hearing loss on the voice in children. *Journal of Otolaryngology*. 36(2), 120-123.
- Boone, D. R., McFarlane, S. C. & Von Berg, S. L. (2005). *Voice and voice therapy(7th ed.)*. MA: Allyn and Bacon.
- Campisi, P., Low, A., Papsin, B., Mount, R., Cohen K., R. & Harrison, R.(2005). Acoustic analysis of the voice pediatric cochlear implant recipients: A longitudinal study. *Laryngoscope*, 115, 1046-1050.

- Cerçi U, Kandoğan T, Olgun L, Gültekin G, Alper S. (2006). The effect of cochlear implantation on voice development. *Journal of Ear, Nose, and Throat*, 16(3), 112-21.
- Cho, S. Y. (2003). Characteristics of intonation in declarative and interrogative Sentences by Hearing-Impaired Children. MA thesis. Dan Kook University.  
(조소영 (2003). 청각장애 아동의 평서문, 의문문에서의 억양 특성. 단국대학교 석사학위논문)
- Choi, E. A.(2010). The acoustic characteristics on the speech of profound hearing-impaired adults and children. Ph.D. dissertation, Chungnam National University.  
(최은아 (2010). 심도 청각장애 성인과 아동 음성의 음향음성학적 특성. 충남대학교 박사학위논문)
- Choi, E. A., Park, H. S. (2012). The phonatory characteristics of voice in profoundly hearing-impaired children: with reference to F0, intensity and their perturbation. *Phonetics and Speech Science*, 2(1), 135-145.  
(최은아, 박한상 (2012). 심도 청각장애 아동의 발성특성: 강도 음도, 및 그 변동률을 중심으로. 말소리와 음성과학, 2(1), 135-145.)
- Ferrand, C. T. (2007). *Speech science: An integrated approach to theory and clinical practice(2nd ed.)*. MA: Allyn and Bacon.
- Goffman, L., Ertmer, D. & Erdle, C. (2002). Changes in speech production in a child with a cochlear implant: Acoustic and kinematic evidence. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 45, 891-901.
- Hamzavi J., Deutsch, W., Baumgartner, W. D., Bigenzahn, W. & Gstoettner, W. (2000). Short-term effect of auditory feedback on fundamental frequency after cochlear implantation. *Audiology*, 39(2). 102-105.
- Higgins, M. B., Carney, A. E. & Omaha, N. E. (1994). Physiological assessment of speech and voice production of adults with hearing loss. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 37(3), 510-521.
- Hocevar-Boltezar, I., Vatovec, J., Gros, A. & Zargi, M. (2005). The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngol.* 69, 1635-1640.
- Hocevar-Boltezar I, Radsel Z, Vatovec J, Geczy B, Cernelc S, Gros A, Zupancic J, Battelino S, Lavrencak B, Zargi M. (2006). Change of phonation control after cochlear implantation. *Otology & Neurotology*, 27(4), 499-503.
- Huh, M. J., Jeong, O. R. (1997). Acoustic characteristics of prelingual hearing impaired speakers. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 6(1), 61-77.
- (허명진, 정옥란(1997). 언어습득 전 난청자의 음향학적 특성. 『언어치료연구』, 6(1), 61-77.)
- Jun, E. O., Ko, D. H. (2007). The voice quality oh the children with cochlear implant according to the time. *Speech Sciences*, 14(4), 213-220.  
(전은옥, 고도홍 (2007). 인공와우 이식시기에 따른 아동의 음질 특성. 음성과학, 14(4), 213-220.)
- Kim, Y. T., Hong, K. H., Kim, K. H., Chang, H. S. & Lee, J. Y. (2009). *Receptive and Expressive Vocabulary Test (REVT)*. Seoul: Seoul Community Rehabilitation Center.  
(김영태, 홍경훈, 김경희, 장혜성, 이주연 (2009). 수용·표현어휘력 검사(REVT). 서울: 서울장애인복지관.)
- Kim, Y. T. Shin, M. J. (2004). *Urimal Test of Articulation and Phonology (U-TAP)*. Seoul: Hakjisa.  
(김영태, 신문자 (2004). 우리말 조음-음운 평가(U-TAP). 서울: 학지사.)
- Lee, G. S.(2012). Variability in voice fundamental frequency of sustained vowels in speakers with sensorineural hearing loss. *Journal of Voice*, 26(1), 24-29.
- Lee, S. H., Huh, M. J., Jeoung, O. R. & Cho, T. H.(1997). Acoustic characteristics of Korean deaf speakers. *Korean Journal of Speech Sciences*, 2, 89-94.
- McGarr, N. S. & Osberger, M. J.(1978). Pitch deviancy and intelligibility of deaf speech. *Journal of Communication Disorders*, 11, 237-247.
- Park, H. S.(2002). *Temporal and spectral characteristics of Korean phonation types*. Seoul: Hanbitmunhwa.
- Poissant, S., Peters, K., & Robb, M.(2006). Acoustic and perceptual appraisal of speech production in pediatric cochlear implant users. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70, 1195-1203.
- Pyo, H. Y., Sim, H. S. (2007). A study for the development of Korean voice assessment model for the patients with voice disorders: A qualitative study. *Speech Sciences*, 14(2), 7-22.  
(표화영, 심현섭 (2007). 음성장애 진단 및 평가에 관한 질적 연구: 진단 및 평가 모형 정립을 위한 기초 연구. 음성과학, 14(2), 7-22.)
- Seiferet, E., Oswald, M., Bruns, U., Vischer, M., Kompis, M., & Haeusler, R.(2002). Change of voice and articulation in children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 66, 115-123.
- Stevens, K. N.(1999). *Acoustic phonetics*. Cambridge: The MIT Press.
- Yoon, M. S. (2004). The comparison of fundamental frequencies of children with different hearing level, *Malsori*, 52, 49-60.

(윤미선 (2004). 청력수준에 따른 초등학교 아동의 기본주파수 비교. 말소리, 52, 49-60.)

Yoon, M. S. (2006). Cochlear implant and language rehabilitation workshops for language pathologist. Chungnam: Korea Nazarene University.

(윤미선 (2006). 전문가를 위한 인공와우이식과 언어재활 워크숍 I. 충남: 나사렛대학교.)

Yoon, M. S. (2012). Voice therapy for deaf and cleft palate patients. Korean Society of Laryngology, Phoniatrics, and Logopedics(Ed.). Understanding of laryngology: voice, speech and swallowing. Seoul: Ilchogak.

(윤미선 (2012). 난청 및 구개열 환자의 음성치료. 대한음성언어의학회(편). 후두음성언어의학. 서울: 일조각)

Yoshinaga-Itano, C. & Sedey, A. L.(2000). Early speech development of children who are deaf or hard of hearing: Interrelationship with language and hearing. *The Volta Review*, 100(5), 181-211.

• **윤미선 (Yoon, Misun)**

나사렛대학교 언어치료학과

충남 천안시 서북구 쌍용동

Tel: 041-570-1412 Fax: 041-570-7846

E-mail: msyoon@kornu.ac.kr

관심분야: 청각장애, 말장애

현재 나사렛대학교 언어치료학과 교수

• **최은아 (Choi, Eunah)**

원광대학교 언어병리학과

전북 익산시 익산대로 460

Tel: 063-850-6390

E-mail: slpeunah@wku.ac.kr

관심분야: 청각장애, 음성장애, 말과학

현재 원광대학교 언어병리학과 교수

• **성영주 (Sung, Youngju)**

한효섭언어청각연구소

경기도 안양시 관양동 1594-1 효성인텔리안 314호

Tel: 031-382-2588

E-mail: youngju2020@hanmail.net

관심분야: 청각장애, 말장애.

현재 한효섭언어청각연구소 언어치료사.