

인공와우 이식시기에 따른 아동의 음질 특성

The Voice Quality of the Children with Cochlear Implant According to the Time

전 은 옥* · 고 도 흥**
Eun-Ok Jun · Do-Heung Ko

ABSTRACT

This study investigates the voice quality including F0, jitter, shimmer, and NHR for the children with cochlear implant (CI group) and those with normal hearing (NH group). The CI group was further classified two sub-groups depending upon the time of surgery (i.e. under four years vs. over four years). Three corner vowels (e.g. /a/, /i/, /u/) with extended vocalization were used and analyzed with Multi-Dimensional Voice Program (Kay Elemetrics, Model 4300). The statistics were made in two independent sample t-test with SPSS 11.5.

The results can be summarized as follows: (1) The children with cochlear implanted before 4 years of age had very similar data with the NH group except for the vowel /a/. (2) The children with cochlear implanted after 4 years of age, however, indicated significant differences in Fo (/a/, /i/, /u/), Jitter (/e/), shimmer (/a/, /i/, /u/) and NHR(/a/) in all three vowels. It is concluded that the early CI surgery and the early intervention would be very important to maintain better voice quality.

Keywords: cochlear implant, sound quality, jitter, shimmer, NHR

1. 서 론

청각장애를 가진 아동의 음성은 기기를 사용하여 측정하거나 지각적으로 듣기에 건청아동과는 다른 특징들을 보인다. 음도나 강도의 변동이 건청아동보다 일반적으로 크고, 명료도가 낮으며, 운율이 부자연스럽고, 강한 기식성, 비성 등의 음성 특징을 나타낸다. 이는 청각장애 아동들이 청각 피드백을 받는 데 어려움이 있으므로, 청각 피드백을 얻기 위하여 발음 및 공명 기관을 비정상적으로 자극하거나 높은 음도와 강도를 사용하여 발성하게 됨으로써 음성의 문제를 야기하게 되는 것이다. 따라서 음도 상승, 강도의 변이, 공명의 문제를 지속적으로 나타내기 때문에 이러한 음성 장애에 대한 중재를 빨리 하여 의사소통에 도움을 주어야 한다.

심도 청각장애 아동이 말로 의사소통을 하는 데에 문제를 보이는 가장 기본적인 원인을 청력손실로 인한 청각적 피드백의 부족으로 본다면 와우 이식은 청각장애 아동의 효과적인 구어 의사소통

* 한림대학교 보건대학원 재활학과 언어병리학 전공
** 한림대학교 자연과학대학 언어청각학부 교수

의 새로운 가능성을 제시하였다(윤미선, 2003). 이러한 인공 와우 이식 수술은 처음에는 성인이나 학령기 아동을 대상으로 시술되었으나, 최근에는 18 개월 이전 유아에게도 이식되기 시작하였으며, 드문 경우로 10 개월 미만 유아에게도 이식되었다는 보고도 있다(Gantz et al., 2005). 인공 와우 이식 수술을 통해 바라는 최종 목표는 건청아동처럼 듣고 말하는 데 있을 것이다. 이처럼 건청아동과 같이 듣고 말하기 위해서는 와우 이식 시의 나이, 와우 이식기를 사용한 기간, 와우 이식 후 재활여부, 와우 이식 전의 잔존청력 등 다양한 변인들을 생각해야 한다. 특히 와우 이식 시의 나이는 다른 변인들보다도 말 산출에 큰 영향을 준다(윤미선, 2003). 와우 이식 시기가 빠른 아동이 시기가 늦은 아동보다 언어와 말 산출에서 더 나은 결과를 보였으며, 특히 12 개월 전에 인공 와우 이식 수술을 받은 아동은 다른 청각장애 아동들보다 빠른 언어발달을 보여주었다고 보고되었다(Gantz et al., 2005). 또한 Tong et al.(2005)은 2 세에서 4 세 사이에 인공 와우 이식 수술을 받은 아동은 음성 산출 점수가 77%로 높고, 사용기간이 길수록 80%까지 증가하는 반면에, 4 세 이후에 이식 수술을 받은 아동은 음성 산출 점수가 낮고, 사용기간이 길수록 산출 점수가 증가하는 비율이 떨어졌다고 보고하였다. 많은 연구 결과를 보면 인공 와우 이식 시기가 빠를수록 건청아동과 비슷한 발달을 보이지만, 특정 연령이 지나면 건청아동과는 다른 양상을 보인다고 한다.

현재 인공 와우 이식의 발달과 더불어 인공 와우 이식 아동의 언어특성, 말 특성, 음향 음성학적 특성과 관련된 연구들이 많이 있으나, 인공 와우 이식 시기에 따른 아동의 음향학적 특성에 관한 국내 연구는 미미한 실정이다.

이에 본 연구에서는 인공 와우 이식 시기에 따른 청각장애 아동들의 모음 연장 발성 과제에서 기본음도와 음성(F0, jitter, shimmer, NHR)에 차이가 있는지 알아보고자 한다. 이를 통해 인공 와우 이식 시기에 따른 청각장애 아동의 음성 특징을 고찰하고 이를 건청아동과 비교하여 차후 연구나 인공 와우 이식 아동의 음성 진단 및 치료에 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

이 연구는 서울, 경기, 충청 지역에 거주하는 인공와우 이식아동과 건청아동 각각 20 명을 대상으로 하였다. 인공 와우 이식 아동의 선정 기준은 인공와우를 이식한지 1 년 이상이 지났으며, 연령이 10 세를 넘지 않은 아동으로, 위의 기준에 해당되는 아동 20 명을 인공와우 이식시기에 따라 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동 10 명(4:2~6:6), 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동 10 명(8:3~9:5)으로 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 1년 이상으로 한 것은, 와우이식 후 최소 1년이 경과한 후에 와우이식의 효과를 볼 수 있다는 연구에 따라 착용기간을 1 년 이상으로 제한하였다(Mondain et al., 1997). 또한 4 세를 기준으로 인공와우 이식 시기를 구분한 것은 4 세 이전에 인공와우 이식 수술을 받은 아동들이 4 세 이후에 인공와우 이식 수술을 받은 아동보다 음성 산출에 높은 점수를 받았다는 Tong & Hasselt(2005)의 선행연구와 Seifert et al.(2002)의 선행 연구에 따라 인공와우 이식 시기를 4 세를 기준으로 구분하였다. 건청아동

선정기준은 인공와우 이식 아동과 성별이 일치하고 연령이 ±6 개월 이내에 있는 아동으로 하였다.

2.2 연구절차

대상 아동의 음성 자료를 수집하기 위해 /아/, /이/, /우/ 모음 연장발성을 사용하였다. 아동의 모음 연장 발성을 Sony TCD-D8 녹음기를 사용하여 녹음을 하였으며, 단일 지향성 마이크-19를 사용하였다.

2.3 자료 분석

5 번 시도된 발성에서 안정된 상태로 발성한 3 개의 음성을 가지고 분석하여 평균을 내었다. 각 음성에서 안정된 1.5 초 정도의 구간을 편집하여 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program, Kay Elemetrics, Model 4300)으로 분석하였으며, 기본주파수(fundamental frequency, F0), 주파수변동률(jitter), 진폭변동률(shimmer), 소음대 배음비(Noise to harmonic ratio, NHR)를 측정하여 인공와우 이식시기에 따라 건청 아동과 유의한 차이가 있는지 알아보기 위하여 통계 프로그램 SPSS for Window Version 11.5로 두 독립표본 t-test를 실시하였다.

3. 연구 결과

3.1 CI 이식시기에 따른 F0

인공와우 이식시기에 따른 아동의 기본주파수(F0)를 건청아동과 비교하면 <표 1>과 같다.

표 1. CI 이식시기에 따른 F0 (단위: Hz)

모음		CI 아동		NH 아동		t	p
		M	SD	M	SD		
/아/	4 세 이전	289.72	52.44	288.89	27.85	.044	.965
	4 세 이후	291.21	43.82	250.99	30.10	2.393	.028*
/이/	4 세 이전	320.37	53.72	301.28	45.12	.861	.401
	4 세 이후	296.01	46.30	278.98	44.29	.841	.412
/우/	4 세 이전	310.17	57.83	337.26	66.89	-.969	.345
	4 세 이후	285.26	38.10	241.33	28.28	2.928	.009*

*p <.05

F0에서 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동은 건청아동과 비교하였을 때 각 모음에서 차이를 보이지 않았다. 그러나 4 세 이후 인공와우 이식 수술을 받은 아동과 건청아동 간 기본주파수를 비교한 결과 /아/모음과 /우/모음에서 통계적으로 유의한 차이(p <.05)를 보였다. 즉, /아/ 모음에서 인공와우 이식 아동은 291.21Hz±43.82, 건청아동은 250.99Hz±0.10였으며, /우/ 모음에서 인공와우 이식 아동은 285.26Hz±38.10, 건청아동은 241.33Hz±28.28로 나타났다. /이/모음에서는 두 집단간 차이를 보이지 않았다.

3.2 CI 이식시기에 따른 jitter

인공와우 이식시기에 따른 아동의 주파수변동률(jitter)을 건청아동과 비교하면 <표 2>와 같다.

표 2. CI 이식시기에 따른 jitter

(단위: %)

모음		CI 아동		NH 아동		t	p
		M	SD	M	SD		
/아/	4 세 이전	1.24	.99	1.05	.40	.555	.586
	4 세 이후	1.54	.98	1.06	.52	1.355	.192
/이/	4 세 이전	1.03	.65	1.25	.91	-.652	.523
	4 세 이후	1.81	1.10	0.67	.52	2.953	.009*
/우/	4 세 이전	1.67	.72	1.21	.49	1.655	.115
	4 세 이후	2.30	1.01	1.78	.28	1.596	.128

* $p < .05$

연구 결과, 주파수변동률에서 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동은 건청아동과 비교하였을 때 각 모음에서 차이를 보이지 않았다. 그러나 4 세 이후 인공와우 이식 수술을 받은 아동과 건청아동 간 주파수변동률을 비교한 결과 /이/모음에서 통계적으로 유의한 차이($p < .05$)를 보였다.

/이/ 모음에서 인공와우 이식 아동은 $1.81\% \pm 1.10$, 건청아동은 $0.67\% \pm .52$ 를 나타냈다. /아/ 모음과 /우/ 모음에서는 인공와우 이식 아동과 건청아동 간 주파수변동률에 차이를 보이지 않았다.

3.3 CI 이식시기에 따른 shimmer

인공와우 이식시기에 따른 아동의 진폭변동률(shimmer)을 건청아동과 비교하면 <표 3>과 같다.

표 3. 인공와우 이식시기에 따른 shimmer

(단위: %)

모음		CI 아동		NH 아동		t	p
		M	SD	M	SD		
/아/	4 세 이전	2.84	.94	1.73	1.03	2.531	.021*
	4 세 이후	5.22	1.53	1.81	.69	6.420	.000*
/이/	4 세 이전	2.90	1.30	2.87	.55	.065	.949
	4 세 이후	4.46	1.22	2.90	.54	3.686	.002*
/우/	4 세 이전	2.58	.77	2.36	.87	.879	.391
	4 세 이후	3.74	1.50	2.71	.53	2.052	.064

* $p < .05$

연구 결과, 진폭변동률에서 4 세 이전 인공와우 이식 수술을 받은 아동과 4 세 이후에 인공와우 이식을 받은 아동을 건청아동과 비교하였을 때 두 집단 모두 /아/모음에서 통계적으로 유의한 차이($p < .05$)를 보였다. /아/ 모음에서 4 세 이전에 인공와우를 이식 한 아동은 $2.84\% \pm .94$, 건청아동은 $1.73\% \pm 1.03$ 를 나타냈다. 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동은 $5.22\% \pm 1.53$, 건청아동은 $1.81\% \pm .69$

였다.

/이/모음에서는 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동만이 건청아동과 비교하였을 때 인공와우 이식 아동 4.46%±1.22, 건청아동 2.90%±.54로 차이를 보였다.

/우/ 모음에서는 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동과 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동 모두 건청아동과 비교하였을 때 차이를 보이지 않았다.

3.4 CI 이식시기에 따른 NHR

인공와우 이식시기에 따른 아동의 소음대 배음비(NHR)를 건청아동과 비교하면 아래와 같다.

표 4. CI 이식시기에 따른 아동의 NHR (단위: %)

모음		CI 아동		NH 아동		t	p
		M	SD	M	SD		
/아/	4 세 이전	.13	.03	.14	.02	-.109	.914
	4 세 이후	.18	.07	.13	.01	2.257	.037*
/이/	4 세 이전	.12	.02	.12	.01	.430	.672
	4 세 이후	.16	.06	.14	.02	.912	.374
/우/	4 세 이전	.12	.02	.12	.04	-.378	.710
	4 세 이후	.15	.07	.13	.02	1.005	.328

*p <.05

연구 결과, NHR에서 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동은 건청아동과 비교하였을 때 각 모음에서 차이를 보이지 않았다. 그러나 4 세 이후 인공와우 이식 수술을 받은 아동과 건청아동 간 NHR을 비교한 결과 /아/모음에서 통계적으로 유의한 차이(p <.05)를 보였다. /아/ 모음에서 인공와우 이식 아동은 .18%±.07, 건청아동은 .13%±.01를 나타냈다. /이/와 /우/ 모음에서는 인공와우 이식 아동과 정상 아동간 NHR에 유의한 차이를 보이지 않았다.

4. 고 찰

4.1 CI 이식시기에 따른 아동의 F0

F0에서는 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동은 연령이 동일한 건청아동과 비교하였을 때, 각 모음에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동은 건청아동과 비교하였을 때 /아/모음(CI: 291.21 Hz, NH: 252.40 Hz과 /우/모음(CI: 285.26 Hz, NH: 247.34 Hz)에서 유의한 차이를 나타내었다.

4:6-6:6세 건청아동의 평균 F0 280 Hz의 연구결과(전미정, 2005)와 5 세 건청아동의 평균 F0가 291.76 Hz의 연구결과(윤선영, 1997)와 비교해 볼 때 4 세 이전 인공와우 이식한 아동의 F0는 약간 높은 결과를 보였다. 그러나 10 세 전후 건청아동의 F0가 225-239 Hz의 연구결과(이승환, 1994)에

비교해볼 때, 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동의 F0가 뚜렷이 높은 것을 알 수 있으며, 9 세 건청아동의 F0가 255.21Hz로 연구 결과(윤선영, 1997)와 비교해 볼 때도 4 세 이후의 인공와우 이식 아동은 건청아동 보다 높은 F0를 나타내었다. 이는 4 세 이전에 와우이식을 받은 아동의 F0는 나이와 성별을 일치시킨 건청아동의 것과 유의한 차이가 없었고, 4 세 이후에 와우이식을 받은 아동 집단의 F0 값은 건청아동 집단과 유의한 차이가 있다고 보고 한 Seifert et al.(2002)의 연구와 비슷한 결과로 보인다.

또한 4 세 이전에 수술한 아동의 연령(4;2-6;6)과 4 세 이후에 수술한 아동의 연령(8;1-10;2)을 고려하여 평균을 살펴보면, /이/와 /우/에서 연령이 증가할수록 F0가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 Robb & Saxman(1985)의 F0가 연령이 증가함에 따라 감소한다는 연구와 비슷한 결과로 보이며, 또한 4-20 세의 건청자를 대상으로 한 허명진(1996)의 연구에서도 연령이 증가할수록 F0가 감소한다는 연구와도 비슷한 결과를 보였다.

4.2 CI 이식시기에 따른 아동의 jitter

jitter에서는 두 집단에서 유의미한 차이는 나타나지 않았지만 각 모음에서 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동이 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동보다 jitter의 평균이 낮음을 알 수 있었다. 또한 /이/모음에서 4 세 이후에 인공와우 이식한 아동과 건청아동 간의 유의한 차이가 나타났다. /이/모음 발성 시 인공와우 이식한 아동의 jitter는 1.81%, 건청아동의 jitter는 0.67%였다. 4 세 이전에 인공와우를 이식한 집단과 건청아동 집단 간의 jitter에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4.3 CI 이식시기에 따른 아동의 shimmer

shimmer에서는 /아/모음에서 4 세 이전과 4 세 이후에 이식한 집단에서 건청아동과 유의한 차이가 나타났다. 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동의 shimmer는 2.84%였으며, 건청 아동은 1.75%였다. 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동의 shimmer는 5.22%였으며, 건청아동은 1.81%였다. /이/모음에서는 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동만이 건청아동과 유의한 차이를 나타냈다. 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동의 shimmer는 4.46%였으며, 건청아동은 2.90%였다. 이는 건청아동과 비교하여 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동이 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동보다 성대의 강도조절에 큰 어려움을 보인다고 할 수 있다. /우/모음에서는 4 세 이전과 4 세 이후에 이식한 아동, 건청아동 간의 shimmer에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 전미정(2005)의 인공와우 이식 아동과 정상아동의 shimmer의 비교에서 /우/모음에서 인공와우 이식 아동이 가장 불안한 발성을 한 연구와 반대되는 결과를 나타냈다.

4.4 CI 이식시기에 따른 아동의 NHR

NHR에서는 각 모음에서 이식시기에 따라 유의미한 차이를 보이지 않았지만 4 세 이전에 인공와우 이식한 아동이 4 세 이후에 인공와우를 이식한 아동보다 평균과 표준편차에서 낮은 수치를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

또한 /아/모음에서 4 세 이후에 인공와우 이식한 아동과 건청아동간의 유의한 차이가 나타났다.

4 세 이후에 인공와우 이식한 아동의 NHR은 .18%였으며, 건청아동의 NHR는 .13%였다. /이/와 /우/ 모음에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동과 건청아동간의 NHR에서도 유의한 차이가 나타나지 않아 4 세 이전에 인공와우를 이식한 아동이 건청아동과 음성에 소음이 섞여있는 정도가 비슷하다는 것을 알 수 있는 결과였다.

참 고 문 헌

- 오영자 1999. 청각장애아동과 건청 아동의 모음 및 파열음 산출의 음향음성학적 특성 비교. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤미선, 심현섭, 박현영, 조응경, 장선오, 김종선. 2001. “와우이식 후 아동의 말 명료도에 영향을 주는 와우이식 관련 요인.” 언어청각임상학회 학술대회 발표논문집, 84-89.
- 윤미선. 2003. 선천성 심도 청각장애 아동의 와우 이식 후 말 산출 예측 변인. 이화여자대학교 대학원 박사학위 논문.
- 윤선영. 1997. 정상 아동 음성의 음향물리학적 특성. 대구대학교 재활과학대학원 석사학위논문.
- 이승환, 이환구, 박철원, 이형석, 안경원. 1994. “한국인에서의 외후두의 높이 및 음성 기본주파수의 임상적 측정.” *한이인지* 37(4), 747-752.
- 전미정. 2005. 인공와우 아동과 정상아동 음성의 음향학적 특성. 대구대학교 재활과학대학원 석사학위 논문.
- 허명진. 1996. 정상인과 청각장애인 음성의 음향학적 특성. 대구대학교 석사학위 논문.
- Gantz, B., Bruce, J. T., Spencer, L., Barker, B. & Hubbs, S. 2005. “Age of implantation and growth of language.” *The 5th Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences* 70.
- Mondain, M., Sillon, M., Vieu, A., Lanvin, M., Reuilardartieres, F., Tobey, E. & Uzeil, A. 1997. “Speech perception skills and speech production intelligibility in French children with prelingual deafness and cochlear implants.” *Archives Otolaryngology, Head & neck Surgery* 123, 181-184.
- Robb, M. P. & Saxman, F. B. 1985. “Development trends in vocal fundamental frequency in young children.” *Journal of Speech and Hearing Research* 28, 421-427.
- 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.
- Tong, M. & Hasselt, V. 2005. “The critical age for tone acquisition in children following cochlear implantation.” *The 5th Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences* 79.

접수일자: 2007. 10. 12

게재결정: 2007. 11. 27

- ▲ 전은옥
강원도 춘천시 한림대학길 39 (우: 200-702)
한림대학교 보건대학원 재활학과 언어병리학전공
Tel: 016-9221-2116
E-mail: soo-yung211@hanmail.net

- ▲ 고도홍
강원도 춘천시 한림대학길 39 (우: 200-702)
한림대학교 자연과학대학 언어청각학부
Tel: +82-33-248-2212 +82-33-240-5282
E-mail: dhko7@hallym.ac.kr