

## 학령기 인공와우이식 아동과 건청 아동의 말소리 산출 능력 비교

### A Comparison of the Speech Production Ability of Children With Cochlear Implants and Children With Normal Hearing

강지혜<sup>1</sup>, 윤미선<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 나사렛대학교 CAA센터 언어재활사

<sup>2</sup> 나사렛대학교 언어치료학과 교수

Ji Hye Kang<sup>1</sup>, Mi Sun Yoon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Korea Nazarene University CAA Center (Center of Communication Access for All), Speech-Language Pathologist

<sup>2</sup> Dept. of Speech-Language Therapy, Korea Nazarene University, Professor

**Purpose:** Speech production ability is important for successful communication and in the school life of children. The purpose of this study was to compare the speech production ability of children with cochlear implants (CIs) and children with normal hearing (NH). The children with CIs were implanted before 3 years of age, were over 6 in CAP, and were attending regular school. **Methods:** Speech samples were collected from 10 children with CIs (7-11 years old) and 10 children with NH with matching age and gender. Speech production ability was evaluated through voice evaluation, speech intelligibility (SI), and speech acceptability (SA). The voice evaluation was performed through perceptual evaluation by speech professionals and acoustic evaluation using MDVP. SI and SA were evaluated by college students. **Results:** There were significant differences between the groups in pitch, voice quality, and intonation in perceptual evaluation for voice. In acoustic evaluation for voice, there was no difference between groups in Jitt, Shim, and NHR, but there were significant differences in F0 and F1. There was a significant difference between the groups in SA, but not in SI. **Conclusions:** Some indicators of the speech production ability of children with CIs did not differ from children with NH. Meanwhile, differences between the groups in terms of pitch of voice and speech acceptability remained. In voice quality evaluation, the results between auditory and acoustic evaluation differed. These findings suggest that acoustical indicators should be studied for the speech assessment of children with CIs, and that the evaluation and intervention of speech acceptability including suprasegmental features is necessary.

**목적:** 학령기 아동의 말소리 산출 능력은 의사소통에서 핵심이며, 성공적인 학교 생활을 위해서도 중요한 요소이다. 본 연구의 목적은 3세 이전에 인공와우 이식을 받고 독화 없이 일상생활의 대화가 가능한 학령기 인공와우이식(CI) 아동의 말소리 산출 능력을 또래 건청(NH) 아동과 비교하는 것이다. **방법:** 7-11세의 CI 아동 10명과 생활연령, 성별을 일치시킨 NH 아동 10명을 대상으로 말자료를 녹음하여, 음성 평가와 말명료도 및 말용인도 평가를 실시하였다. 음성평가는 전문가에 의한 청지각적 평가와 MDVP를 사용한 음향학적 평가로 이루어졌고, 말명료도와 말용인도는 비전문가 집단의 청지각적 평가로 수행되었다. **결과:** 음성 평가에서 청지각적 평가는 강도를 제외한 음도, 음질, 억양, 공명, 말속도에서 집단 간 유의한 차이가 있었다. 음향학적인 평가에서는 Jitt, Shim, NHR에서는 집단 간 차이가 없었으나, F0와 F1, Tsam에서 두 집단 간 유의한 차이가 있었다. 또한 말명료도에서는 두 집단 간 차이가 없었으나 말용인도에서 유의한 차이가 있었다. **결론:** 학령기 CI 아동의 말소리 산출 능력은 또래 건청 아동과 차이가 없는 지표도 있었으나 여러 지표에서 여전히 차이를 보이는 것으로 나타났다. 음성 평가에서 음도, 전반적인 평가에서 말용인도가 두 집단 간 차이를 보였으며, 음질을 포함한 일부 지표는 청지각적 평가와 음향학적 평가 결과가 일치하지 않았다. 이러한 결과는 향후 CI 아동의 말산출 능력 평가를 위한 음향학적인 지표가 연구되어야 하며, 초본질적인 요인을 포함하여 말용인도의 평가와 중재가 필요함을 시사한다.

**Correspondence :** Mi Sun Yoon, PhD

**E-mail :** msyoon@kornu.ac.kr

**Received :** November 30, 2019

**Revision revised :** January 18, 2020

**Accepted :** January 30, 2020

This article was based on the first author's master's thesis from Korea Nazarene University (2017).

**Keywords :** Cochlear Implants, perceptual evaluation, acoustic evaluation, speech intelligibility, speech acceptability

**교신저자 :** 윤미선 (나사렛대학교)

**전자메일 :** msyoon@kornu.ac.kr

**게재신청일 :** 2019. 11. 30

**수정제출일 :** 2020. 01. 18

**게재확정일 :** 2020. 01. 30

이 논문은 강지혜(2017)의 석사학위 논문을 수정·보완하여 작성한 것임.

**검색어 :** 인공와우, 청지각적평가, 음향학적평가, 말명료도, 말용인도

## I. 서 론

선천성 청각장애 아동은 구어의 습득과 발달이 어렵고, 이는 일반 학교에서의 학업 수행을 어렵게 하므로 전통적으로 청각장애 아동은 학업을 위해 청각 특수학교에 진학했다. 그러나 기술의 발달, 조기진단과 조기중재의 영향으로 인공와우이식을 받은 대다수의 청각장애 아동은 현재 일반 학교에서 교육을 받고 있다(Daya et al., 2000; Huber et al., 2008; Park et al., 2016). 아동이 학령기에 접어들게 되면 학령전기와는 다른 새로운 환경과 교육방식, 규칙에 적응해야 한다. 학교라는 공간에서 의사소통 능력은 또래와의 관계 형성과 학교 적응에 중요한 역할을 하게 된다. 말(Speech)이란 원활한 의사소통을 위하여 사용되는 가장 일상적인 양식으로, 인공와우 아동의 말산출 능력은 통합 상황에서 성공적으로 또래와 관계를 맺고 학업을 수행하기 위해 필수적이다(Tobey et al., 2011). 청각장애 아동은 청각적인 피드백(Auditory feedback)의 문제로 인하여 말 산출에 어려움을 겪게 된다(Yoon et al., 2005). 그러나 인공와우 아동의 경우에는 첨단 기술의 도움으로 보다 많은 청각적 피드백을 받을 수 있게 되었고, 나아가 말산출 능력 또한 향상된 것으로 보고되고 있다(Peng et al., 2004; Tobey et al., 2011). 그러나 여전히 건청 또래와의 차이를 보고하는 연구 결과들도 지속되고 있다(Fang et al., 2014; Yoon et al., 2013).

청각장애인의 음성은 높은 음도, 거칠고 탁한 음색, 과도비성, 느린 말속도, 부적절한 쉼 등의 독특한 특성을 보인다(Lee et al., 2010; Wirz, 1991; Yoon, 2004; Yoon et al., 2013). 청각장애인의 음성은 구조적인 문제가 없음에도 공명 문제가 나타나는데, 이는 비강과 구강의 불완전한 폐쇄로 인하여, 연인두 폐쇄의 협응이 적절한 타이밍을 맞추지 못하여 문제가 발생하는 것으로 알려져 있다(Nguyen et al., 2008; Yoon et al., 2013). 일반적으로 음성을 평가하는 방법은 음향학적인 평가와 청지각적인 평가로 나눌 수 있는데, 두 방법은 각각 장점과 한계점을 갖고 있다. 음향학적인 평가는 기계를 통해 특정한 영역을 분석하는 평가로, 음성은 말이라는 특성 상 즉시적이기에 기계를 통하여 정확하고 객관적인 수치를 얻는 것이 중요하며 신뢰할 수 있는 평가 방법으로 받아들여진다. 청지각적 평가는 평가자가 직접 말소리를 듣고 평가하는 방법이다. 실제로 의사소통 시 말을 주고받게 되는 상대방은 사람이므로, 사람이 평가하는 것이 신뢰로우며, 간편하기에 활용도가 높다는 보고 또한 존재한다(Pyo & Shim, 2007). 현재 인공와우이식 아동의 말소리 산출을 살펴보기 위하여 청지각적인 평가와 음향학적인 평가가 모두 사용되고 있다(Huh & Kim, 2019; Montag et al., 2014; Wang et al., 2017; Yoon, 2014; Yoon et al., 2013). 음향학적 평가에서는 주로 F0, Jitt, Shim, NHR의 4가지 측정치를 살펴보고 있으며, 각각 기본주파수 정보, 기본주파수 변이, 음성강도 변이, 잡음을 살펴볼 수 있는 측정치이다. 인공와우이식 아동의 F0는 건청 아동보다 높은 편이며(Yoon et al., 2013), 4세 이후에 인공와우를 이식한 아동의 경우 Jitt와 Shim, NHR 모두 건청아동 보다 유의하게 높았으나(Jeon & Ko, 2007), 4세 이전에 인공와우 이식을 한 아동의 경우 유의한 차이가 없는 것으로 보고된다(Jeon & Ko, 2007; Yoon et al., 2013).

말명료도(speech intelligibility)와 말용인도(speech acceptability)

는 청각장애인의 말산출 능력을 전반적으로 평가하기 위한 지표로 사용된다(Yoon, 2014). 말명료도는 화자가 전달하고자 하는 의도가 청자에게 제대로 전달된 정도를 의미하는 것이며, 말용인도는 화자의 말이 얼마나 자연스럽게 수용이 가능한지를 살펴볼 수 있는 지표이다(Han, 2009; Yoon, 2014). Dagenais 등(2011)은 말명료도는 객관적인 측정치라고 볼 수 있는 반면 말용인도는 보다 주관적인 측정치이며, 두 지표가 화자 말의 다른 부분에 대한 청자의 인식을 측정하므로 평가에는 두 지표가 모두 필요하다고 제안하였다. 말명료도는 인공와우이식 아동을 포함하여 청각장애 아동의 말산출 평가에 많이 사용되고 있다(Ertmer, 2011). 고심도 청각장애 아동의 말명료도는 매우 낮으나, 인공와우와 같은 보장기기의 발달, 조기진단과 조기중재의 확산에 따라 급격히 향상되었다. 인공와우를 착용한지 28개월 된 아동의 말명료도는 34.5%(Chin et al., 2003), 5년이 경과한 아동은 63.5%(Tobey et al., 2003), 7년이 경과한 아동은 72%(Peng et al., 2004)의 말명료도를 보였다. 어린 나이에 와우이식을 받은 아동의 말명료도는 더 빠르게 청력에 문제가 없는 또래 수준에 가까워졌다(Ertmer, 2011; Tobey et al., 2011).

말용인도의 경우 청각장애인을 대상으로 한 연구는 아직 미비하며, 구개파열이나 마비말장애 화자의 평가에 많이 사용되고 있다(Dagenais et al., 2011; Han, 2009). 청각장애인의 음성을 처음 접하는 청자가 청각장애인과 건청인의 말소리를 듣고 구분할 수 있을 정도로 청각장애인의 음성은 다르게 느껴진다(Wirz, 1991). 그러므로 자음정확도나 모음정확도 등 분절적 요소가 주요 요인인 말명료도 외에, 청각장애인 말소리의 음성 특적인 억양, 말속도, 공명, 음질 등 초분절 요소를 포함하는 용인도도 청각장애인의 말소리 평가에 중요한 지표이다(Lee et al., 2010; Yoon, 2014).

학령기 인공와우이식 아동의 성공적인 학업 수행을 위해서는 의사소통 능력에서 중요한 역할을 하는 말산출 능력에 대한 평가가 필요하다. 특히 말산출 능력의 평가 시에는 청각장애인의 말소리에 나타나는 다양한 특성을 평가할 수 있는 다면적인 평가가 필요하다. 또한 평가 결과에 따라 중재의 필요성과 중재 방향이 결정된다. 본 연구에서는 선천성 청각장애 아동이지만 조기진단과 조기중재를 받았고, 현재 독화 없이도 의사소통이 가능하며 일반 초등학교에 재학 중인 아동을 대상으로, 이들의 말산출 능력을 또래 건청 아동과 비교하는 것을 목적으로 하였다. 말산출 능력의 평가는 음성, 말명료도, 말용인도로 평가하였고, 음성은 청지각적 평가와 음향학적 평가를 함께 하였다.

## II. 연구 방법

이 연구는 나사렛대학교 생명윤리위원회(institutional review board, IRB)로부터 사전승인을 받은 후 실시되었다(No. 17-0427-01).

### 1. 연구 참여자

1) 대상자

(1) 인공와우이식 아동

본 연구는 7-11세의 인공와우이식 아동 10명과 생활연령, 성별

을 일치시킨 건청 아동 10명을 대상으로 하였다. 인공와우이식 아동의 선정 기준은 일반학교에 재학 중인 생활연령 7-11세, 선천성 난청, 첫 번째 인공와우이식 나이가 3세 이전, 주된 의사소통 수단은 구어, CAP(Categories of Auditory Performance, Archibold et al., 1995) 6점 이상, 청각장애 외에 다른 장애가 없는 아동이었다. CAP은 청각수행력을 평가하는 7점 만점의 척도로, 6점은 입모양을 보지 않고 친숙한 사람과 대화가 가능하며, 7점은 전화 통화가 가능한 수준을 의미한다. 인공와우이식 아동에 대한 정보는 표 1과 같고, 자세한 정보는 부록 1에 제시하였다. 인공와우이식 아동들의 평균 생활연령은 8세 9개월(105개월), 인공와우이식 연령은 평균 2세 2개월(26.4개월)이었다. 10명의 대상자중 7명이 양이 인공와우이식을 받은 아동이었고, 3명의 아동은 편측 인공와우 사용자로 2명은 인공와우를 하지 않은 귀에 보청기도 사용하지 않고 있었으며, 1명은 보청기를 착용하고 있었다. 우리말 조음·음운 평가(U-TAP: Urimal Test of Articulation and Phonology, Kim et al., 2014)로 평가한 이들의 자음정확도는 평균 93.31%였다.

표 1. 인공와우이식 아동 집단의 기본 정보

Table 1. Information of children with cochlear implants

	M	SD	Range
CA(m)	105.00	20.69	84-140
ACI(m)	26.40	8.75	12-38
CAP	6.50	0.53	6-7
PCC	93.31	9.398	76.74-100

CA=chronological age; ACI=age at cochlear implantation; CAP=categories of Auditory Performance test; PCC=percentage of correct consonant.

(2) 건청 아동

건청 아동은 인공와우이식 아동과 생활연령, 성별을 일치시킨 아동으로, 부모나 교사에 의해 청력, 언어, 인지, 정서 등의 장애가 없다는 것이 확인된 아동을 대상으로 하였다.

2) 평가자

(1) 음성 평가자

음성 영역의 평가자로 임상 경력이 3년 이상인 언어재활사 3명을 선정하였다.

(2) 말명료도와 말용인도 평가자

말명료도와 말용인도 평가를 실시할 평가자는 언어치료학과에 재학 중인 대학생 14명으로, '말명료도, 말용인도'에 대한 지식은 있으나, 청각장애인의 말소리에 익숙하지 않은 학생으로 선정하였다.

2. 연구절차

1) 말 자료 수집

2017년 5월 1일부터 2017년 12월 2일까지 진행하였으며, 총

50분의 시간 동안 배경정보 수집을 위한 간단한 면담과 평가를 위한 녹음을 시행하였다. 말 자료의 녹음은 소음이 없는 조용한 공간에서 녹음기(EDIROL의 R-09 RECORDER)에 외부 마이크를 연결하여 진행하였고, 마이크는 대상자의 입 아래쪽 10cm의 거리를 두었다. 모든 녹음은 wav파일로 저장하였다.

(1) 말 자료

청지각적 평가와 음향학적 평가를 위한 녹음의 읽기 말 자료는 '세 문장 따라 말하기 선별검사(Kim, 2016)'를 사용하였다. 대상자에게 녹음을 실시하기 전 큰 소리로 읽게 하여 읽기에 문제가 없다는 것을 확인 한 뒤 녹음을 진행하였다.

2) 평가 도구 및 항목

(1) 음성 평가

① 청지각적 평가

0에서 100mm까지의 수직선을 제시하여 본인이 생각하는 정도를 표시하는 시각적 아날로그 척도 평가(visual analog rating scale)로 진행하였다. 평가자의 0은 '매우 심각함', 100은 '전혀 문제가 없음'으로 기준을 제시하였다. 평가 항목은 Yoon(2014)의 연구를 참고하여, 음도, 억양, 음량, 공명, 음질, 말속도로 구성하였다. 평가를 마치면 0-100mm 길이의 수직선 위에 평가자가 표시한 부분을 100mm 눈금자를 이용하여 수량화하였다.

② 음향학적 평가

음도, 음량(강도), 음질, 속도, 억양을 나타내는 총 5개의 항목에 해당하는 지표를 분석하였다. 해당 항목들은 음성을 다양한 측면에서 분석할 수 있는 Multidimensional Voice Program (MDVP, Model No. 5105; Kay-PENTAX, Montvale, USA)을 사용하여 분석하였다.

(2) 말명료도와 말용인도

말명료도와 말용인도 평가는 0에서 100mm까지의 수직선을 제시하여 본인이 생각하는 정도를 표시하는 시각적 아날로그 척도 평가(Visual analog rating scale)로 진행하였다. 말명료도 평가의 0은 '전혀 알아들을 수 없음', 100은 '전부 알아들을 수 있음'이며, 말용인도 평가의 0은 '전혀 정상적이지 않음', 100은 '매우 정상적임'으로 기준을 제시하였다. 평가를 마치면 0-100mm 길이의 수직선 위에 평가자가 표시한 부분을 100mm 눈금자를 이용하여 수량화하였다.

3) 평가 절차

(1) 음성 평가

① 청지각적 평가

평가자에게 대상 아동의 말자료 파일을 동일한 스피커를 통해 제시하였다. 제1차 평가가 끝난 후 아동의 말자료 순서를 무작위로 바꾸어 2차 평가를 실시하였다. 평가 후 평가자 3명의 1·2차 평가 결과를 평균하여 각 대상자의 하위 요인 점수로 확정하였다.

② 음향학적 평가

각 대상자의 말자로 파일을 MDVP 분석 절차에 따라 5가지의 분류 항목에 따라 분석하였다. 음도에 해당하는 지표는 기본주파수(F0), 최고기본주파수(Fhi), 최저기본주파수(Flo), 장기기본주파수변이(vF0), 억양에 해당하는 지표는 최고기본주파수-최저기본주파수(Fhi-Flo), 음량(강도)에 해당하는 지표는 장기진폭변이(vAM)로 구분하였다. 음질에 해당하는 지표는 주파수변동률(Jitter), 진폭변동률(Shimmer), 신호대배음비(NHR), 속도에 해당하는 지표는 발화길이(Tsam)로 분류하여 분석을 진행하였다.

(2) 말명료도와 말용인도

말명료도와 말용인도는 평가자들에게 대상 아동의 말자로 녹음 파일을 무작위로 들려주고 평가하였다. 평가자 14명은 강의실에서 정면의 스피커를 통해 말자료를 듣고 먼저 말명료도를 평가한 후에 말용인도 평가를 하였다. 평가자들은 각 평가를 실시하기 전 평가에 대해 간단한 설명을 들었다. 말명료도는 '화자의 말이 청자에게 얼마나 전달되는지, 청자가 화자의 말을 이해하는 정도'라고 안내하고, 말용인도는 '화자의 말이 청자에게 얼마나 자연스럽게 정상적인 말 소리처럼 느껴지는가'를 표시하게끔 안내를 하였다(부록 2). 평가를 마친 후 평가자 14명의 결과를 평균하여 대상자의 수행력으로 확정하였다.

3. 신뢰도

음성 평가의 평가자 내 신뢰도는 검사-재검사 신뢰도로 피어슨 상관계수를 통하여 산출하였다. 각 평가자의 1차와 2차 평가 간의 상관계수는 .829로 높았고, 통계적으로 유의한 수준이었다( $p < .01$ ).

말명료도와 말용인도의 평가자 간 신뢰도는 급내 상관 계수(intraclass correlation coefficients)를 사용하여 산출하였다. 말명료도의 평가자 간 신뢰도는 .974, 말용인도의 평가자 간 신뢰도는 .970이었다.

4. 통계

본 연구는 전체 분석과정에서 SPSS 18 프로그램을 사용하였다. 두 집단 간 청지각적인 평가 점수 및 음향학적인 평가 점수에 유의한 차이가 있는지, 또한 말명료도와 말용인도에서 두 집단 간 유의한 차이가 있는지 살펴보기 위하여 독립표본  $t$ -검정을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 음성 평가

1) 청지각적 평가

음성 평가의 기술통계 및 집단 간 차이 검정 결과는 표 2와 같다. 모든 요소에서 인공와우이식 아동의 평균이 낮게 나타났으며, 음량을 제외한 억양( $t = -3.439, p < .01$ ), 말속도( $t = -2.758, p < .05$ ), 공명( $t = -3.083, p < .05$ ), 음도( $t = -2.929, p < .05$ ), 음질( $t = -2.914, p < .05$ )에서 집단 간 유의한 차이가 있었다.

표 2. 두 집단 간 청지각적 평가 분석

Table 2. Analysis of auditory-perceptual evaluation between groups

	CI		NH		t
	M	SD	M	SD	
Pitch	82.71	11.50	94.11	4.35	-2.929*
Intonation	79.41	13.89	94.88	3.01	-3.439**
Loudness	80.68	22.80	93.00	3.54	-1.688
Resonance	67.10	22.67	90.86	8.94	-3.083*
Voice quality	80.28	15.17	94.51	2.90	-2.914*
Rate	73.35	15.64	88.73	8.15	-2.758*

CI=cochlear implant; NH=normal hearing.

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$

2) 음향학적 평가

음향학적 평가의 기술통계 및 집단 간 차이 검정 결과는 표 3과 같다. 음도 관련 항목에서 F0의 인공와우이식 아동 집단 평균은 280.50, 건청 아동 집단은 230.17로, Fhi의 인공와우이식 아동 집단 평균은 426.35, 건청 아동 집단은 349.76으로 인공와우이식 아동 집단의 평균이 더 높았으며, 두 집단 간의 유의한 차이가 있었다( $t = 3.929, p < .01$ ;  $t = 2.177, p < .05$ ), Flo와 vF0는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

억양 관련 항목인 Fhi-Flo의 인공와우이식 아동 집단 평균은 254.80, 건청 아동 집단의 평균이 233.38로 두 집단 간 유의한 차이가 없었으며, 강도 관련 항목인 vAM은 인공와우이식 아동 집단의 평균이 53.22, 건청 아동 집단의 평균이 47.69로 두 집단 간 유의한 차이가 없었다.

음질 관련 항목에서 인공와우이식 아동 집단과 건청 아동 집단의 평균이 각각 Jitter는 2.05와 2.61, Shimmer는 5.46과 6.52, NHR은 .18과 .19로 음질 관련 모든 지표에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

속도 관련 항목인 Tsam은 인공와우이식 아동 집단의 평균이 16.34, 건청 아동 집단의 평균이 13.36으로 두 집단 간 차이가 유의하였다( $t = 2.489, p < .05$ ).

표 3. 두 집단 간 음향학적 평가 분석

Table 3. Analysis of acoustic evaluation between groups

		CI		NH		t
		M	SD	M	SD	
Pitch	F0	280.50	31.15	230.17	25.88	3.929**
	Fhi	426.35	85.30	349.76	71.42	2.177*
	Flo	166.81	58.18	127.31	37.63	-.031
	vF0	12.49	2.79	12.53	3.50	1.803
Intonation	Fhi-Flo	254.80	92.87	233.38	82.54	.545
Loudness	vAM	53.22	7.55	47.69	5.28	1.898
Voice quality	Jitter	2.05	.43	2.61	.71	-2.102
	Shimmer	5.46	1.26	6.52	1.17	-1.945
	NHR	.18	.03	.19	.02	-.718
Rate	Tsam	16.34	2.73	13.36	2.62	2.489*

CI=cochlear implant; NH=normal hearing.

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$

2. 말명료도와 말용인도

인공와우이식 아동과 건청 아동의 말명료도와 말용인도의 기술 통계 및 집단 간 차이 검정 결과는 표 4와 같다. 말명료도 평균은 인공와우이식 아동 집단(86.74)이 건청 아동 집단(96.05)에 비해 낮았으나 두 집단 간 유의한 차이가 없었다( $t=-1.693, p>.05$ ). 말용인도 평균은 인공와우이식 아동 집단(70.87)이 건청 아동 집단(92.80)에 비하여 낮았고, 두 집단 간 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.109, p<.05$ ).

표 4. 두 집단 간 말명료도와 말용인도 분석

Table 4. Analysis of speech intelligibility and speech acceptability between groups

	CI		NH		t
	M	SD	M	SD	
Speech intelligibility	86.74	16.89	96.05	4.11	-1.693
Speech acceptability	70.87	21.56	92.80	5.71	-3.109*

CI=cochlear implant; NH=normal hearing.

\* $p<.05$  \*\* $p<.01$

IV. 논의 및 결론

학령기 아동의 말소리 산출 능력은 의사소통에서 핵심이며, 성공적인 학교 생활을 위해서도 중요한 요소이다. 인공와우이식을 받은 아동을 포함하여 청각장애 아동의 대다수가 일반학교에 진학하고 있는 현실에서, 이들의 성공적인 학교 생활 적응을 위해 말소리 산출 능력의 확인과 증대가 필요하다. 일반적으로 선천적 심도 청각장애 아동의 경우 청각적 피드백의 제한으로 인해 말산출 능력에서 문제를 보인다. 그러나 인공와우이식 아동은 말지각 능력이 향상되고 말과 언어 수행력 또한 좋아지는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 3세 이전에 인공와우이식을 받았고, 현재 듣기 능력이 독화 없이도 일상생활에서 의사소통이 가능한 7-11세의 학령기 아동의 말산출 능력을 건청 아동과 비교하였다. 말산출 능력은 음성, 말명료도, 말용인도로 평가하였고, 음성 평가는 청지각적 평가와 음향학적 평가를 모두 하였다.

음성 관련 변인 중 강도는 인공와우 사용자들의 음성에서 이식 후 가장 먼저 변화를 보이며 정상치에 근접하는 변인이다 (Campisi et al., 2005). 따라서 본 연구 대상 아동들의 음성 강도가 청지각적으로나 음향학적으로 건청 또래와 차이가 없었던 것은 이러한 선행 연구 결과와 일치한다. 반면 음도는 인공와우 시스템을 통해 전달되는 과정에서 근본적으로 제한이 되는 변인으로, 음도 정보를 완전히 듣지 못하는 인공와우 사용자들은 음도 산출에서도 한계를 보일 수 있다(Snow & Ertmer, 2012). Wang 등 (2017)의 연구에서 4세에서 6세 사이에 인공와우 이식을 받은 30명의 선천성 청각장애 아동을 종단적으로 관찰한 결과, 음도를 포함한 음향학적인 변수들이 수술 후 2년이 지난 시점에서도 건청 또래와 차이가 있었다. 이러한 한계가 본 연구 대상인 인공와우

아동들에게서도 나타나, 청지각적 평가와 음향학적 평가 모두에서 건청 아동의 음도와 차이를 보였다. 음질 관련 변인에서는 청지각적 평가와 음향 분석 결과가 일치하지 않았다. 평가자들은 인공와우 아동의 말소리를 듣고 이들의 음질이 건청 또래와 유의하게 차이가 있는 것으로 평가하였다. 그러나 음향 평가에서는 음질을 대표하는 항목인 주파수변동률(Jitt), 진폭변동률(Shim), 전반적인 잡음의 특성을 보여주는 잡음 관련 측정치인 소음 대 배음 비율(NHR)에서 두 집단 간 차이가 없었다. 음향학적인 평가에서 음성장애 환자들에게는 이들 변인이 음질을 평가하는 의미있는 측정치였으나 인공와우 아동의 말소리 특성을 평가하기에는 충분치 못하다는 것으로 해석할 수 있다. 이는 Choi 등(2010)의 연구에서도 나타나는 결과로, 청각장애인의 음성 특성이 음성장애 환자처럼 후두와 성대의 구조나 기질적 문제에서 기인한 것이 아니기 때문으로 추정된다. 또한 말속도는 청지각적 평가와 음향학적 평가 모두 두 집단 간 차이가 유의하였고, 이는 3세 이전에 인공와우이식을 한 아동 집단의 말속도가 건청 아동의 말속도에 비해 느리다는 선행연구와 일치하는 결과이다(Oh et al., 2011).

종합적으로, 본 연구에서의 두 평가 결과를 비교하여 보면 인공와우이식 아동과 건청 아동의 음성 평가에서 청지각적 평가 결과는 억양, 말속도, 공명, 음도, 음질에서 두 집단 간 차이가 유의하였으며, 유일하게 음량에서 두 집단 간 차이가 유의하지 않았다. 즉 평가자들은 인공와우 아동의 말소리를 듣고 건청 또래와 비교하여 말소리의 강도를 제외한 모든 요소에서 차이를 느끼고 있었다. 반면 음향학적 평가에서는 말속도와 음도 관련 변인에서만 집단 간 차이가 있었고, 강도와 음질과 관련한 변인에서는 집단 간 차이가 유의하지 않았다. 본 연구에서 실시한 청지각적 평가와 음향학적 평가의 결과가 일치한 영역은 말속도와 음도 두 가지로, 두 집단 간의 유의미한 차이가 있다고 평가하였다. 일반적으로 음성 평가에서 청지각적 평가 결과와 음향학적 평가 결과들이 완전히 일치하는 것은 아니지만(Pyo & Sim, 2007), 음향학적 평가만으로는 인공와우이식 아동의 말소리를 평가하는 것에 제한점이 있다. 따라서 정확한 평가 및 증재를 위해서는 실제 일상 생활 속에서 말소리를 듣고, 대화를 나누는 청자 입장에서 말소리 특성에 대해 정확하게 평가할 수 있는 청지각적 평가가 필요하며 (Kent & Ball, 2000), 임상 현장에서 흔히 사용되고 있는 음향 분석 지표들이 인공와우 아동의 음성 특성을 충분히 보여주지 못하는 것으로 나타났으므로, 객관적이고 새로운 지표의 필요성을 지지한다.

본 연구에서는 인공와우 아동의 전반적인 말산출 능력을 말명료도와 말용인도로 평가하고 또래 건청 아동의 결과와 비교하였다. 연구 결과 말명료도는 두 집단 간 차이가 없었으나, 말용인도에서 두 집단 간 차이가 유의하게 나타났고 이는 선행연구 결과와 일치한다(Freeman & Posoni, 2017; Montag et al., 2014). 즉 인공와우 아동의 말소리는 일반인 청자에게 의미를 전달하는 데에는 문제가 없으나, 청자에게 말소리가 일반적이지 않다는 인상을 주고 있음을 의미한다.

말명료도는 청자와 화자 사이에서 이루어지는 의사소통 전달 능력을 보여주는 지표로 인공와우 아동의 말산출 능력 평가에 많이 사용되고 있다. 말명료도는 인공와우 이식 후 뚜렷이 향상되는 지

표이며, 또래와 차이가 없는 수준에까지 도달한다는 연구들이 보고되고 있다(Ertmer, 2011; Fang et al., 2014; Freeman & Posoni, 2017; Montag et al., 2014). 반면 인공와우 아동을 대상으로 말용인도에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았고, 선행연구에서도 건청 아동과의 차이를 보고하고 있다(Yoon, 2014). 청각장애 성인을 대상으로 한 연구에서도 청자들은 청각장애인의 말소리를 듣고 말명료도에 비해 말용인도를 더 낮게 평가 하였다(Lee et al., 2010). 아동을 대상으로 한 Yoon(2014)의 연구와 비교하여 본 연구에서는 대상 아동의 이식 연령이 낮아졌고(2;11 vs. 2;2), 양이 이식 아동의 비율이 높아졌다(0% vs. 70%). 그럼에도 불구하고 말용인도에서 또래와 차이를 보인 결과는 임상적으로 시사하는 바가 크다. 말명료도와 말용인도는 높은 상관을 보이는 지표이나, 말명료도는 의미의 전달이 중심이므로 본질적인 요소의 영향을 많이 받고, 말용인도는 초본질적 요소의 영향이 더해지는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2010; Sung et al., 2007; Yoon, 2014). 청각장애인의 말소리는 본질과 초본질적인 요소에서 모두 어려움을 보일 수 있으므로, 두 가지 모두 영향을 받는 말용인도가 말명료도에 비해 상대적으로 낮게 평가될 수 있다. 본 연구 대상 아동의 경우, 음도, 억양, 음질 등의 초본질적인 요소에서 건청 또래와 다르다는 평가를 받은 상태로, 이들의 초본질적인 요소에서의 차이가 말용인도의 차이를 가져온 것으로 추정된다. 말용인도가 낮다는 것은 청자들의 입장에서 인공와우이식 아동의 말소리가 건청 아동과 다르며, 정상적이지 않다고 느끼는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 단순히 듣고 이해하는 의사 전달 정도의 명료도뿐만 아니라 사회적으로 자연스럽게 용인될 수 있는 지표인 용인도의 평가와 증재의 필요성을 시사한다.

인공와우 이식 아동의 수행력에 영향을 주는 요인으로는 조기진단, 조기중재, 구어중심 의사소통 수단의 사용, 양이 인공와우 사용 등이 거론된다(Freeman & Pisoni, 2017; Tobey et al., 2011; Wang et al., 2017; Yoon, 2014). 인공와우 이식 시기에 관해 말소리 산출에 영향을 주는 절대적 기준점(critical period)에 대한 합의점은 아직 없다. 그러나 본 연구 결과에 따르면 인공와우이식 연령이 평균 2세 2개월인 초등학교 아동의 말소리가 또래와 차이를 보였으므로, 최소한 그 이전에 인공와우 이식을 통해 소리를 들어야 한다는 추정이 가능하다. 현재 임상현장에서는 많은 아동이 1세 전후로 인공와우 이식을 받고 있다. 따라서 이들이 성장하여 학령기에 이르렀을 때는 말소리 산출 능력에서 본 연구와는 다른 결과를 보일 것으로 기대된다. 실제로 12개월에 인공와우 이식을 받은 아동을 대상으로 한 연구에서 아동들의 말산출 능력은 또래 수준에 이르거나 넘어서는 결과를 보였다(May-Mederake & Shehata-Dieler, 2013). 또한 현재는 양이 인공와우이식이 보다 풍부한 청각정보를 제공하므로 많은 인공와우 센터에서는 동시 양이 수술, 또는 순차적이라 하여도 두 번째 수술의 시기가 늦어지지 않도록 하고 있다(Kim et al., 2019). 본 연구 대상자는 70%가 양이 인공와우 아동이었으나, 이들은 모두 순차적 인공와우이식을 받았고 두 명의 아동만이 1년 미만의 기간에 두 번째 수술을 받은 아동이었다. 이러한 조건도 결과에 영향을 주었을 것

으로 추정되며, 조기에 동시 양이인공와우이식을 받은 아동의 말산출 능력은 보다 좋은 수행력을 보일 것으로 기대된다. 본 연구는 제한된 대상자 수로 인하여 연구의 결과를 일반화하기에 어려울 수 있으므로 대상자를 확대한 추후 연구가 필요하다. 또한 본 연구에서 음성, 말명료도, 말용인도를 음향적 평가와 청지각적 평가로 분석하여 두 집단의 말산출 능력을 비교하였으나, 공기역학적 평가나 비성도 평가 등을 포함한다면 보다 포괄적인 말산출 능력의 비교가 이루어질 것으로 기대된다.

## 참고 문헌

- Archbold, S., Lutman, M., & Marshal, D. (1995). Categories of auditory performance. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 104(S66), 312-314.
- Campisi, P., Low, A., Papsin, B., Mount, R., Cohen, R., & Harison, R. (2005). Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: A longitudinal study. *Laryngoscope*, 115(6), 1046-50. doi:10.1097/01.MLG.0000163343.10549.4C
- Chin, S. B., Tsai, P. L., & Gao, S. (2003). Connected speech intelligibility of children with cochlear implants and children with normal hearing. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 12, 440-451. doi:10.1044/1058-0360(2003/090)
- Choi, E. A., Park, H. S., & Seong, C. J. (2010). The phonatory characteristics of voice in profoundly hearing-impaired children: With reference to F0, intensity, and their perturbations. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 21(1), 135-145.
- [최은아, 박한상, 성철재 (2010). 심도 청각장애 아동의 발성특성 - 강도, 음도 및 그 변동률을 중심으로. *말소리와 음성과학*, 2(1), 135-145.]
- Dagenais, P. A., Adlington, L. A., & Evans, K. J. (2011). Intelligibility, comprehensibility, and acceptability of dysarthric speech by older and younger listeners. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 19(4), 37-48.
- Daya, H., Ashley, A., Gysin, C., & Papsin, B. C. (2000). Changes in educational placement and speech perception ability after cochlear implantation in children. *Journal of Otolaryngology*, 29(4), 224-228.
- Ertmer, D. (2011). Assessing speech intelligibility in children with hearing loss: Toward revitalizing a valuable clinical tool. *Language, Speech, and Hearing Services in School*, 42(1), 52-58. doi:10.1044/0161-1461(2010/09-0081)
- Fang, H. Y., Ko, H. C., Wang, N. M., Fang, T. J., Chao, W. C., Tsou, Y. T., & Wu, C. M. (2014). Auditory performance and speech intelligibility of Mandarin-speaking children implanted before age 5. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(5), 799-803. doi:10.1016/j.ijporl.2014.02.014
- Freeman, V., & Pisoni, D. B. (2017). Speech rate, rate-matching,

- and intelligibility in early-implanted cochlear implant users. *Journal of Acoustic Society of America*, 142(2), 1043-1054. doi:10.1121/1.4998590
- Han, J. S. (2009). Percentage of correct consonants, speech intelligibility, and speech acceptability in children with cleft palate. *Communication Sciences and Disorders*, 14(2), 183-199.  
[한진순 (2009). 구개열 아동의 자음정확도, 말 명료도 및 말 용인도 간의 상관연구. 언어청각장애연구, 14(2), 183-199.]
- Huber, M., Wolfgang, H., & Klaus, A. (2008). Education and training of young people who grew up with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72(9), 1393-1403. doi:10.1016/j.ijporl.2008.06.002
- Huh, M. J., & Kim, I. S. (2019). Changes in speech intelligibility of Korean hearing-impaired children in relation to age at cochlear implantation. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 28(3), 105-112. doi:10.15724/jslhd.2019.28.3.105  
[허명진, 김인섭 (2019). 인공와우 이식 시기에 따른 한국 청각장애아동의 말소리 명료도 변화. 언어치료연구, 28(3), 105-112.]
- Jeon, E. O., & Ko, D. H. (2007). The voice quality of the children with cochlear implant according to the time. *Speech Science*, 14(4), 213-220.  
[전은옥, 고도홍 (2007). 인공와우 이식 시기에 따른 아동의 음질 특성. 음성과학, 14(4), 213-220.]
- Kent, R. D., & Ball, M. J. (2000). *Voice quality measurement*. San Diego: Singular Publishing Group.
- Kim, Y., Lee, J. Y., Lim, W. S., Kwak, M. Y., Seo, J. W., Park, J. W., ... Park, H. J. (2019). Speech perception growth patterns in prelingual deaf children with bilateral sequential cochlear implantation. *Otology & Neurotology*, 40(8), e761-e768. doi:10.1097/MAO.0000000000002303
- Kim, Y. T., Shin, M. J., & Kim, S. J. (2014). *Urimal Test of Articulation and Phonology (U-TAP) - Revised edition*. Seoul: Hakjisa.  
[김영태, 신문자, 김수진 (2014). 우리말 조음·음운장애 (U-TAP) - 수정. 서울: 학지사.]
- Kim, S. J. (2016). Developing the 3 sentence screening test for speech sound disorders and prevalence in 6-year-old children. *Communication Sciences and Disorders*, 21(4), 580-589.  
[김수진 (2016). 말소리장애 선별검사 개발 및 6세 아동의 출현율 조사. Communication Sciences and Disorders, 21(4), 580-589.]
- Lee, S. E., Kim, H. H., Sim, H. S., Nam, C. M., Choi, J. Y., & Park, E. S. (2010). Auditory-perceptual evaluation of the speech of adults with hearing impairment based on suprasegmental factors, speech intelligibility, and speech acceptability. *Communication Sciences & Disorders*, 15(4), 477-493.  
[이성은, 김향희, 심현섭, 남정모, 최재영, 박은숙 (2010). 청각장애 성인의 청지각적 말 평가 : 초분절적 요소, 말 명료도, 말 용인도를 중심으로. Communication Sciences & Disorders, 15(4), 477-493.]
- May-Mederake, B., & Shehata-Dieler, W. (2013). Assessing the auditory and speech development of four children implanted with cochlear implants by the chronological age of 12 months. *Case Report of Otolaryngology*, 2013, doi:10.1155/2013/359218
- Montag, J. L., AuBuchon, A. M., Pisoni, D. B., & Kronenberger, W. G. (2014). Speech intelligibility in deaf children after long-term cochlear implant use. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(6), 2332-2343. doi:10.1044/2014\_JSLHR-H-14-0190
- Nguyen, L. H., Allegro, J., Low, A., Papsin, B., & Campisi, P. (2008). Effect of cochlear implantation on nasality in children. *Ear, Nose, and Throat Journal*, 87(3), 140-143. doi:10.1177/014556130808700307
- Oh, S. Y., Seong, C. J., & Choi, E. A. (2011). The prosodic characteristics of children with cochlear implants with respect to speech rate and intonation slope. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 3(3), 157-165.  
[오순영, 성철재, 최은아 (2011). 인공와우이식 아동의 운율 특성-발화속도와 억양기울기를 중심으로. 말소리와 음성과학, 3(3), 157-165.]
- Park, M., Oh, S. H., Chang, S. O., Kim, C. S., & Lee, J. H. (2016). Long-term functional and behavioral-emotional outcomes in children with early cochlear implants: Parental testimonies. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 83, 137-142. doi:10.1016/j.ijporl.2016.01.038
- Peng, S., Spencer, L. J., & Tomblin, J. B. (2004). Speech intelligibility of pediatric cochlear implant recipients with 7 years of device experience. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47, 1227-1236. doi:10.1044/1092-4388(2004)092
- Pyo, H. W., & Sim, H. S. (2007). A study for the development of Korean voice assessment model for the patients with voice disorders: A qualitative study. *Speech Science*, 14(2), 7-22.  
[표화영, 심현섭 (2007). 음성장애 진단 및 평가에 관한 질적 연구: 진단 및 평가 모형 정립을 위한 기초연구. 음성과학, 14(2), 7-22.]
- Snow, D. P., & Ertmer, D. J. (2012). Children's development of intonation during the first year of cochlear implant experience. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 26(1), 51-70. doi:10.3109/02699206.2011.588371
- Spencer, L. J., Barker, B. A., & Tomblin, J. B. (2003). Exploring the language and literacy outcomes of pediatric cochlear implant users. *Ear & Hearing*, 24(3), 236-247. doi:10.1097/01.AUD.0000069231.72244.94
- Sung, H. J., Choi, E. A., & Yoon, M. S. (2007). Predicting variables of speech intelligibility in adults with hearing impairment: Focusing on correct articulation. *Malsori*, 61, 1-14.  
[성희정, 최은아, 윤미선 (2007). 청각장애 성인의 말명료도 예측 요인: 조음정확도를 중심으로. 말소리, 61, 1-14.]
- Tobey, E. A., Geers, A. E., Brenner, C., Altuna, D., & Gabbert, G.

- (2003). Factors associated with development of speech production skills in children implanted by age five. *Ear and Hearing, 24*(Suppl.), 36S-45S. doi:10.1097/01.AUD.0000051688.48224.A6
- Tobey, E. A., Geers, A. E., Sundarajan, M., & Lane, J. (2011). Factors influencing elementary and high-school aged cochlear implant users. *Ear & Hearing, 32*(1), 27S-38S. doi:10.1097/AUD.0b013e3181fa41bb
- Yoon, M. S. (2004). Speech rate and pause characteristics of adults with hearing impairment. *Communication Sciences and Disorders, 9*(1), 15-29.  
[윤미선 (2004). 청각장애인과 건청인의 말 속도와 쉼 특성 비교. *Communication Sciences and Disorders, 9*(1), 15-29.]
- Yoon, M. S. (2014). Variables for predicting speech acceptability of children with cochlear implants. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences, 4*(4), 172-179.  
[윤미선 (2014). 인공와우이식 아동 발음인도의 예측변인. *말소리와 음성과학, 6*(4), 172-179.]
- Yoon, M. S., Choi, E. A., & Seoung Y. J. (2013). A comparison of voice analysis of children with cochlear implant and with normal hearing. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences, 5*(4), 71-78.  
[윤미선, 최은아, 성영주 (2013). 인공와우이식 아동과 건청 아동의 음성 분석 비교. *말소리와 음성과학, 5*(4), 71-78.]
- Yoon, M. S., Choi, E. A., & Seoung Y. J. (2013). The comparison of nasalance scores of children with cochlear implants and children with normal hearing. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 22*(1), 299-310.  
[윤미선, 최은아, 성영주 (2013). 인공와우이식 아동과 건청 아동의 비음치 비교. *언어치료연구, 22*(1), 299-310.]
- Yoon, M. S., Sim H. S., Chang, S. O., & Kim, C. S. (2005). Predictor variables of speech intelligibility after cochlear implant in Korean prelingually deafened children. *Communication Sciences and Disorders, 10*(3), 57-70.  
[윤미선, 심현섭, 장선오, 김종선 (2005). 선천성 심도 청각장애 아동의 와우이식 후 발명료도 예측변인. *Communication Sciences & Disorders, 10*(3), 57-70.]
- Wang, Y., Liang, F., Yang, J., Zhang, X., Liu, J., & Zheng, Y. (2017). The acoustic characteristics of the voice in cochlear implanted children: A longitudinal study. *Journal of Voice, 31*(6), 773. doi:doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.02.007
- Wirz, S. (1991). The voice of the deaf. In M. Fawcus (Ed.), *Voice disorders and their management* (pp. 283-303). London: Chapman & Hall.

**부록 1. 인공와우이식 아동 집단의 배경정보**

**Appendix 1. Information of children with cochlear implants**

ID	성별	연령	유형	이식연령	
				Rt	Lt
1	M	7:0	편측	2:3	
2	F	8:0	양이	1:0	6:1
3	M	7:2	양이	3:0	4:0
4	M	11:8	편측	3:0	
5	M	11:5	양이	1:3	3:3
6	F	8:0	양이	2:7	2:10
7	M	10:3	양이	2:7	6:1
8	M	8:6	양이	1:7	1:11
9	F	8:0	편측		2:7
10	M	7:6	양이	4:0	2:0

**부록 2. 말명료도와 말용인도 평가 안내문**

**Appendix 2. A Guide to the evaluation of speech intelligibility and speech acceptability**

말명료도 평가 안내문	말용인도 평가 안내문
-------------	-------------

먼저 말명료도 평가를 실시하겠습니다.  
 말명료도는 화자의 말이 청자에게 얼마나 전달되는지, 청자가 화자의 말을 얼마나 이해하는지를 평가합니다.  
 무슨 말인지 의미를 전혀 알아들을 수 없는 정도가 0이고, 무슨 말인지 의미를 전부 알아들을 수 있는 정도가 100입니다.  
 아동의 말을 듣고 본인이 생각하는 말명료도의 정도를 0에서 100사이의 직선 위에 표시해주시면 됩니다.  
 각 문항을 시작하기 전에 문항 번호를 말씀드리겠습니다.

다음은 말용인도 평가입니다.  
 말용인도는 화자의 말이 청자에게 얼마나 자연스럽게 정상적인 말소리처럼 느껴지는가를 평가합니다.  
 듣기에 매우 불편하고, 부자연스러우며, 비정상적인 말소리라고 느껴지는 정도가 0이며, 듣기에 매우 자연스럽게, 정상적인 말소리라고 느껴지는 정도, 사회적으로 매우 수용할 수 있는 정도가 100입니다.  
 아동의 말을 듣고 본인이 느끼는 말용인도의 정도를 0에서 100 사이의 직선 위에 표시해주시면 됩니다.  
 각 문항을 시작하기 전에 문항 번호를 말씀드리겠습니다.