Central Coherence on Prosody and Content in Children with Cochlear Implant by Age Using Stimulus-Discrimination Program

Gwee Nam Park¹, Wha Soo Kim², Sook Ja Bae³, Yeong Ran Seo¹

¹KyeongShin Aural Rehabilitation Center, Daegu, Korea

²Department of Speech Pathology, Daegu University, Daegu, Korea

³Daegu Dongbu Office Of Education, Daegu, Korea

Stimulus-Discrimination Program을 통해 본 연령에 따른 인공와우 착용 아동의
운율과 내용에 대한 중앙통합능력

박귀남¹ · 김화수² · 배숙자³ · 서영란¹

경신청각언어연구소¹, 대구대학교 언어치료학과², 대구광역시 동부교육지원청³

Purpose: The purpose of this study was to investigate central coherence and auditory perception ability in children with cochlear implant by age. **Methods:** The S-D program designed as a computer game was employed to present auditory tasks comprised of re-combinations of the prosody and content to 40 cochlear implant (CI) children and 45 normal hearing (NH) children. **Results:** The findings showed that CI have shown similar performance on most of test (Stimulus, Prosody, Content) to NH. The Central coherence Test performance of CI revealed that their first appearance of central coherence was far behind. Above all, CI aged 5 to 11 showed little preference (weak central coherence) for prosody or content, whereas controls have shown a clear preference for content over prosody. In conclusion, the results of present study suggest that cochlear implant children's difficulties in communication by prosody and content seem to be linked to weakness in central coherence, which are due to distortion of parallel stimulation in cochlear implant. In this regard, it seems necessary to develop technological aspects of cochlear implant. **Conclusion:** The present study recommends both a well-timed auditory training and using cochlear implant in order to improve the central coherence of hearing impaired children.

Key Words: Cochlear implant, Prosody, Content, Central coherence, Stimulus-Discrimination program.

Received: September 23, 2015 / **Revised:** December 18, 2015 / **Accepted:** December 28, 2015

Correspondence: Yeong Ran Seo, KyeongShin Aural Rehabilitation Center, 54 Namsan-ro 1-gil, Jung-gu, Daegu 41977, Korea

Tel: +82-53-256-3861 / **Fax:** +82-53-256-3885 / **E-mail:** ks650518@nate.com

INTRODUCTION

의학과 과학 기술의 발달에 힘입어 1990년대 후반부터 인공와우 이식이 보편화되면서 청각장애 아동의 언어 발달에 획기적인 진보를 이루어 왔다. 고도 난청인의 손상된 청각 세포의 기능을 대신하는 인공와우는 언어적인 요소뿐만 아니라 비언어적인 기능에까지 청능 훈련의 가능성을 넓혀주었다. 비언어적인 요소 중 운율(prosody)은 초분절적인 요소로 대화에 있어서 내용(content)에 화자의 전달 의도를 담는다. 언어의 발달을 지배하는 규칙으로는 음운론, 형태론, 구문론, 의미론, 화용

론의 5가지 구성요소로 정의되는데(미국언어청각협회 American Speech-Language-Hearing Association: ASHA, 1993), 운율을 이해하는 것은 이러한 언어 요소의 발달과 원활한 의사소통을 위해 필수적인 능력이다. 연령에 따라 별다른 노력 없이도 자연스럽게 언어 발달을 이루어 가는 건청아동과 다르게 청각장애 아동은 듣기 능력의 결함으로 운율의 변별 및 이해에 어려움을 가진다. 청각장애 아동이 가진 이러한 운율 획득의 부족은 언어적 사고에 있어서 통합적인 변질을 가져온다(Lee & Seok, 2004). 이로 인해 은유, 풍자 및 농담 등 반언어적인 표현(semi-language expressions)을 이해하기 어려워 원활한 의

사소통에 이르지 못하게 된다.

2005년부터 인공와우 수술비용의 건강보험 수혜가 시작되고 기기의 발전, 조기 이식이 급증하면서 인공와우 착용 아동의 언어 능력이 향상되었다는 연구 결과가 보고되어 왔다(Govaerts et al., 2002; Huh, 2010; Lanson et al., 2007; Lenarz et al., 1999; May-Mederake et al., 2010; Robinson, 1998; Välimäa et al., 2002). 한편 인공와우 착용 아동의 운율에 대한 연구는 운율 프로그램을 적용한 중재 연구(Lee & Seok, 2004; Seo, 2010)와 인공와우 아동의 운율 특성에 대한 연구(Beak, 2010; Yang, 2013)로 한정되어 있다. 효율적인 의사소통에는 언어 이외에 비언어적 표현에도 주의를 기울여 상대의 의도와 정서를 이해하는 화용적 영역까지 포함되는데 인공와우 착용 아동을 대상으로 이러한 통합적인 언어 능력에 대한 연구는 부족한 실정이다.

중앙통합능력(Central Coherence Theory)은 인지 체계의 특성을 설명하는 주된 이론으로, 여러 다른 수준의 정보를 통합하는 정상적 정보처리의 과정으로써 부분적인 특징보다 전체적인 의미나 맥락을 구성하려고 하는 기능이다(Frith, 1989). 중앙통합능력은 의미를 이해하는 데에 우선순위를 두고 개념적인 관련성을 인지하여 효율적으로 정보를 처리하도록 돕는다. 즉 언어에 있어서 중앙통합능력이란 문장의 의미 파악과 함께 전체적인 맥락 정보와 개념적 연결고리를 구성하여 화용적인 언어 이해와 더불어 전체적인 주제를 파악하여 추론하는 능력으로 볼 수 있다. 이러한 중앙통합능력은 자폐장애, 지적장애 등에서 보이는 독특한 인지 특성을 설명하는 보편적인 이론이다(Bernardino et al., 2012; Happé & Frith, 2006).

이와 같이 중앙통합능력으로 인지 특성을 규명하려는 선행 연구에 청각장애를 대상으로 한 경우는 거의 없다. 그 주된 이유는 약한 중앙통합능력으로 설명되는 인지적 특성이 일반적으로 지적 능력이 부족한 대상 집단에서 보이는 주된 양상이기 때문이었다. 청각장애는 선천적 또는 후천적으로 청력이 결여되어 청각적 피드백의 부족으로 초래되는 언어 기능의 결함을 갖지만 일반적으로 지적장애를 수반하지 않는다. 또한 최근 청각장애 아동도 인공와우 수술로 청력역치의 개선이 이루어져 말소리 듣기에 향상된 결과들을 나타내고 있다(Huh et al., 2007).

한편 운율과 내용이 결합된 선행연구들을 살펴보면 생활연령 4세인 일반아동은 언어발달 특성에 따라 운율보다 내용에 우선순위를 두고 효율적으로 선택하는 중앙통합능력을 발휘하지만 언어 기능이 결여된 대조집단에서는 운율과 내용 중 어느 한 요소를 우선적으로 선택하는 결과를 보여주지 않았다(Brooks & Ploog, 2013; Park & Kim, 2014; Ploog et al., 2009). 약한 중앙통합능력은 언어 및 비언어적 요소에 대한 화용적인 이해를 저해하여 효율적인 의사소통을 방해하는 원인으로

설명될 수 있다. 최근의 연구 결과에 따르면 청각장애 아동은 인공와우 수술 후에 최적의 매핑이 이루어진 기기를 착용한 보정청력 상태에서도 26~40 dB HL의 정도 난청을 가진다(Jang, 2008). 또 인공와우 시스템의 기술적인 제한으로 비언어적 요소의 처리가 열악하고 왜곡되는 현상도 꾸준히 보고되고 있다(Jin, 2006; Lee & Choi, 2011). 그렇다면 청각장애 아동이 가진 언어적 장애가 중앙통합능력과는 어떠한 상관관계가 있으며, 인공와우 착용으로 중앙통합능력에 어떠한 변화를 가져오는지에 대한 신뢰성 있는 연구가 이어진다면, 청각장애 아동의 언어 중재에 임상적, 학문적으로 유효한 기반이 되리라 기대한다.

본 연구는 자극-인지 프로그램으로 고안된 Stimulus-Discrimination program(S-D program)을 활용하여 운율 및 내용이 조합된 자극을 제시하였을 때 인공와우 착용 아동의 청각 인지 특성을 알아보고 연령에 따라 중앙통합능력이 어떻게 변화하는지 조사하여 청각장애에 있어 중앙통합능력 연구의 기초적인 자료를 제시하는 데에 의의를 두었다.

본 논문에서 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 운율과 내용이 조합된 자극(민기는 밥을 먹어요☺ vs. 달래는 손을 들어요☹)를 제시하였을 때, 인공와우 착용 아동과 건청아동은 집단과 연령에서 자극 인지 능력에 차이를 보이는가?

둘째, 인공와우 착용 아동과 건청아동은 집단과 연령에서 운율 및 내용의 인지 능력에 차이를 보이는가?

셋째, 인공와우 착용 아동과 건청아동은 운율 및 내용선택도를 통해 볼 때 집단과 연령에서 중앙통합능력에 차이를 보이는가?

MATERIALS AND METHODS

연구대상

본 연구는 인공와우 착용 아동 40명과 건청아동 45명으로 구성된 총 85명의 아동들을 대상으로 진행하였다. 인공와우 아동은 5세, 7세, 9세, 11세, 13세, 15세, 17세, 19세의 생활연령별로 각각 5명씩 구성되었고 대조집단인 건청아동도 인공와우 아동과 생활연령 및 대상자수를 일치시켰다. 다만, 3세 집단의 경우 인공와우 아동은 실제 대상자가 없고 실험 과제 수행에 난이도상 어려움이 있어 제외되고 건청아동만 연구에 포함되었다.

인공와우 착용 아동

인공와우 착용 아동은 대구광역시에 소재한 사설치료기관에서 청력 및 언어치료를 받고 있는 아동 중 와우 기형이 없으며 시술 전 청력은 양이 90 dB 이상, 인공와우 착용기간이 최소 3년에서 최대 12년, 재활기간 만 3년 이상인 아동으로 선정하였고, 인공와우의 종류는 Cochlear사(28명), MedEL사(10명),

AB사(2명)로 구성되었다. S-D program 적용 직전에 실시한 순음청력검사상 500/1,000/2,000 Hz에서 와우 착용 후 평균청력이 35 dB 미만이고, REVT 및 PRES 검사 결과 수용언어 4세 이상으로 교사와 부모로부터 지적능력, 인지, 신체적으로 수반되는 장애가 없는 아동으로 선정하였다.

건청아동

건청아동은 인공와우 아동과 생활연령이 일치된 아동으로 교사와 부모에 의해 지적능력, 인지, 신체적인 장애가 없는 아동으로 선정하였다.

연구방법

인공와우 착용 아동의 연령에 따른 운율 및 내용에 대한 중앙통합능력을 알아보기 위한 본 연구는 실험 과제 선정, S-D program 제작, 실험 단계로 구성되었다. S-D program의 제작 및 구성은 Park & Kim(2014)의 자료를 재인용, 보완하였다.

실험 과제 선정

청각 과제로 운율과 내용이 결합된 문장을 선정하였다. 운율은 “열정적인 운율☺”과 “뚝뚝한 운율☹”을 선정하여 대조시켰다. 기쁨과 슬픔은 음도 차이가 뚜렷이 구분되는 보편적인 기본 정서이므로 본 연구를 위해 두 정서를 사용하였다 (Grossman et al., 2010; Park & Park, 2007; Scherer, 1986). 내용은 아동이 운율을 이해하는 데 어려움이 없도록 한국어 기본문형 중 하나인 <주어 + 목적어 + 서술어>의 짧은 3어절로

구성된 두 문장(민기는 밥을 먹어요 vs. 달래는 손을 들어요)을 선정하였다. 그리고 두 개의 운율적 특성과 두 개의 내용을 서로 조합하여 Table 1과 같이 네 개의 문장을 완성하였다.

운율과 내용을 조합한 네 개의 청각 자극은 Grossman et al.(2010), Park & Park(2007), 그리고 Scherer(1986)의 운율에 대한 음향학적 기준에 따라 여자 성우 1명의 목소리를 사용하여 녹음하였다. 열정적인 두 문장은 기본 주파수가 높고 넓은 범위에 있고(600~2,500 Hz) 음도는 높거나 낮은 역동적인 범위에 문장의 끝은 음도가 떨어져 있다. 반대로 뚝뚝한 두 문장은 낮고 좁은 기본 주파수에 청각 스펙트럼이 비교적 평평한 형태를 보이고(200~1,500 Hz) 문장의 끝에서 음도 변화가 크다 (Figure 1). 청각 자극 문장은 Praat software(v.5.0.38; Phonetic Sciences, University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands)를 사용하여 스테레오 방식으로 녹음하여 제작하였다. Praat으로 완성된 청각 자극은 본 연구를 위해 제작한 S-D program에 내장하여 방음실에서 연구자의 휴대용 컴퓨터의 스

Table 1. Auditory stimulus consisting of recombinations in the prosodic and content feature

Prosody	Content	Stimulus (P × C)
Enthusiastic ☺	Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo	Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☺ S+
Grouchy ☹		Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☹ S1
Enthusiastic ☺	Dal-lae-neun so-neul deu-reo-yo	Dal-lae-neun so-neul deu-reo-yo ☺ S2
Grouchy ☹		Dal-lae-neun so-neul deu-reo-yo ☹ S-

Figure 1. The acoustic spectrum with the fundamental frequency.

피커를 통해 제시하였으며, 대상자가 가장 잘 들린다고 하는 소리의 크기(60 dB HL)로 실험을 실시하였다.

S-D program 제작

S-D program은 선행연구인 Brooks & Ploog(2013), Ploog et al.(2009)의 연구를 참고하여 한국어로 고안하여 개발하였다.

S-D program은 Adobe Flash Player(v.12; Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA)로 제작되었고 곰플레이어(GOM Player)에서 재생된다. 앞서 Praat으로 완성된 청각 자극은 36세트 로 구성된 테스트로 재생되고, 청각 자극과 함께 컴퓨터 화면에 캐릭터 그림이 제시된다. 제시되는 그림은 아동들이 좋아하는 캐릭터 이미지를 PhotoScape(v.3.6.5, Adobe Systems Inc.)로 편집하여 동영상 파일(gif)로 완성한 것이다.

실험 단계

본 연구를 위한 실험 절차는 대상자가 청각 과제를 듣고 제시되는 두 문장 중 하나를 선택하는 컴퓨터 게임 방식으로 설계되었다. S-D program은 테스트 36세트로 구성되어 있다. 연구자는 휴대용 노트북 컴퓨터에 탑재된 S-D program을 실행하고, 본 테스트에 들어가기에 앞서 대상자에게 시범으로 게임 방법을 설명하며 제시되는 두 문장 중 하나(S+)를 마우스로 고르도록 훈련시켰다.

본 실험에서 대상자가 한 과제를 마치면 일정 시간(2초)이 경과한 후 다음 과제로 전환되고, 과제의 수행성과는 컴퓨터에

자동으로 저장되었다.

S-D program의 진행 화면은 Figure 2와 같다.

Figure 3은 본 연구에서 활용한 S-D program의 각 실험 단

Figure 2. Flow chart on S-D program. S-D program: Stimulus-Discrimination program.

Figure 3. Example of the laptop's Liquid Crystal Display screen on S-D program. S-D program: Stimulus-Discrimination program.

Table 2. Descriptive statistics on Stimulus Test

	Ages																	
	3		5		7		9		11		13		15		17		19	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
CI	-	-	13.6	0.55	15.4	0.55	16.2	0.45	16.8	0.45	17.4	0.89	18.0	0.00	18.0	0.00	18.0	0.00
NH	13.8	0.45	15.4	0.55	16.2	0.45	16.8	0.45	17.8	0.45	18.0	0.00	18.0	0.00	18.0	0.00	18.0	0.00

CI: cochlear implant, NH: normal hearing, M: mean, SD: standard deviation

Figure 4. Double line graph of performance on Stimulus Test. NH: normal hearing, CI: cochlear implant.

계와 진행 절차를 나타낸 것이다. 자극인지 테스트에서는 S+와 S-를 제시하고, 중앙통합능력 테스트에서는 S+와 S-의 운율과 내용을 재조합한 S1과 S2를 대조하여 제시하였다. 운율인지 테스트와 내용인지 테스트에서는 S+와 함께 각각 S1, S2를 제시하였다. 첫 번째 자극인지 테스트에서 대상자는 S+를 선택하면 강화를 받는 과정을 통해 정반응의 기준이 되는 S+의 운율 및 내용 특성을 익히게 된다. 이를 기반으로 다음에 이어지는 테스트들에서 보다 구체적인 수행 성과를 구한다. 특별히 중앙통합능력 테스트에서는 정반응이 아닌 운율 및 내용선택도를 측정한다. 각 테스트에서 제시된 과제의 목록은 Appendix에 첨부하였다.

분석방법

본 실험에서 수집되는 자료는 대상자별로 각 테스트에서 집계된 수행점수 결과이다. 수행점수는 각 과제당 1점으로 계산하여 S-D program에서 자동집계된다.

한편 집단 간 중앙통합능력을 알아보기 위해, 선행연구인 Bae(2001), Park & Kim(2014) 등을 참고하여 본 연구의 목적에 맞추어 중앙통합능력 계산법을 다음과 같이 응용하였다. 중앙통합능력 테스트에서는 운율이나 내용 중 어느 쪽으로도 편중되지 않은 확률이 0.5라는 사실에 착안하여 대표값으로 환

Table 3. Independent *t*-test on Stimulus Test between CI and NH

	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
CI	16.7	1.54	0.655	0.514
NH	16.9	1.47		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing, M: mean, SD: standard deviation

Table 4. ANOVA on Stimulus Test between CI and NH

	Cross-aged		Group × age interaction	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
CI	54.333	0.000	5.695	0.000
NH	92.091	0.000		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing

용하였다. 즉 중앙통합능력이 발휘되지 않은 평균값인 0.5를 대표값으로 하여 운율선택도(또는 내용선택도)와의 편차를 구하여 분석하였다. 본 연구에서는 운율선택도를 기준으로 중앙통합능력을 아래 수식에 따라 구하였다. 운율선택도를 기준으로 계산하므로, 운율중앙통합능력은 양수(+)로 내용중앙통합능력은 음수(-)로 결과값이 나타난다. 분석의 편리를 위해, 편차의 배수를 구하여 보편적인 단위인 백분율로 나타내었다. 대상자별 중앙통합능력은 연령별 및 집단 내 중앙통합능력으로 환산하여 집단 간 중앙통합능력의 차이를 분석하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{중앙통합능력(CC)} &= \text{운율 또는 내용선택도}^1) \\
 &= \text{선택도가 0인 확률 0.5와의 편차} \\
 &= (\text{운율선택도} - 0.5) \times 2
 \end{aligned}$$

모든 자료의 통계 처리는 SPSS(v. 22.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 집단과 연령 상호작용의 차이는 이원 배치 분산분석(two-way ANOVA)을, 사후분석으로 Scheffe 검정을 실시하였다. 집단 및 연령 간 차이 분석은 각각 독립표본 *t* 검정, 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 알아보았다.

1) 운율과 내용 중 어느 하나를 선택한 백분율로 표시된다. S1, S2 두 문장 중 S1을 선택하면 내용을, S2를 선택하면 운율을 선택한 것이다. 예를 들어 6세트 중 S1을 4번 선택했다면 그 아동의 운율/내용선택도는 각각 0.33/0.67이다.

RESULTS

운율과 내용 조합 자극에 대한 자극 인지 능력의 차이

운율과 내용이 조합된 자극을 제시하였을 때 자극 인지 능력에 차이를 보이는지 알아보기 위해, S+(민기는 밥을 먹어요☺)와 S-(달래는 손을 들어요☹)를 제시하여 S+를 선택하는 비율을 조사하기 위한 자극인지 테스트를 실시하였다.

기술통계 결과, 전체 수행점수에서 와우아동이 16.7점, 건청아동이 16.9점으로 건청아동이 와우아동보다 약간 높게 나타났다. 이러한 차이가 집단 및 연령 간에 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 독립표본 *t* 검정 및 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 우선 자극 인지 능력의 집단 간 차이는 $t = 0.655, p > 0.05$ 로 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 자극 인지 능력의 연령 간 차이에서는 와우아동($F = 54.333, p < 0.001$), 건청아동($F = 92.091, p < 0.001$) 모두 연령에 따른 수행점수의 차이가 통계적으로 유의하게 높았다. 연령 간 Scheffe 검정에서 와우아동 및 건청아동은 각각 5세, 3세에서 모든 연령과의 차이가 0.05 수준에서 유의하였다. 또 자극인지 테스트에서 이원배치 분산분석 결과, 와우아동과 건청아동의 집단 및 연령 간 상호작용도 $F = 5.695, p < 0.001$ 로 통계적으로 유의하였다(Table 2-4).

자극인지 테스트의 집단 및 연령 간 수행 그래프는 Figure 4

에서 제시하였다.

운율 및 내용 인지 능력의 차이

운율 인지 능력

운율 인지 능력을 알아보기 위해 S+(민기는 밥을 먹어요☺)와 S1(민기는 밥을 먹어요☹)를 제시하여 운율인지 테스트를 실시하였다.

기술통계 결과, 전체 수행점수에서 와우아동이 5.0점, 건청아동이 5.4점으로 건청아동이 와우아동보다 높게 나타났다. 이러한 차이가 집단 및 연령 간에 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 독립표본 *t* 검정 및 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 운율 인지 능력의 집단 간 차이는 $t = 1.408, p > 0.05$ 로 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 운율 인지 능력의 연령 간 차이에서는 와우아동($F = 4.624, p < 0.01$), 건청아동($F = 5.766, p < 0.001$) 모두 연령에 따른 수행점수의 차이가 통계적으로 유의하게 높았다. 연령 간 Scheffe 검정에서 와우아동 및 건청아동은 모든 연령에서 차이가 0.05 수준에서 유의하지 않았다. 한편 운율인지 테스트에서 이원배치 분산분석 결과, 와우아동과 건청아동의 집단 및 연령 간 상호작용은 $F = 0.764, p > 0.05$ 로 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5-7).

Table 5. Descriptive statistics on Prosody Test

	Ages															
	3		5		7		9		11		13		15		17	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
CI	-	-	2.8	2.39	4.4	0.55	5.0	1.00	5.2	0.45	5.4	0.89	5.6	0.55	5.8	0.45
NH	3.4	1.67	4.6	0.89	5.0	1.41	5.8	0.45	5.8	0.45	5.8	0.45	6.0	0.00	6.0	0.00

CI: cochlear implant, NH: normal hearing, M: mean, SD: standard deviation

Figure 5. Double line graph of performance on Prosody Test. NH: normal hearing, CI: cochlear implant.

Table 6. Independent *t*-test on Prosody Test between CI and NH

	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
CI	5.0	1.34	1.408	0.163
NH	5.4	1.13		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing, M: mean, SD: standard deviation

Table 7. ANOVA on Prosody Test between CI and NH

	Cross-aged		Group × age interaction	
	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
CI	4.624	0.001	0.764	0.619
NH	5.766	0.000		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing

Table 8. Descriptive statistics on Content Test

	Ages																	
	3		5		7		9		11		13		15		17		19	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
CI	-	-	3.0	0.71	4.6	0.89	5.2	0.84	5.2	0.84	5.6	0.55	5.8	0.45	5.8	0.45	5.8	0.45
NH	3.4	0.55	4.8	0.45	5.2	0.45	5.8	0.45	5.8	0.45	6.0	0.00	6.0	0.00	6.0	0.00	6.0	0.00

CI: cochlear implant, NH: normal hearing, M: mean, SD: standard deviation

Figure 6. Double line graph of performance on Content Test. NH: normal hearing, CI: cochlear implant.

운율인지 테스트의 집단 및 연령 간 수행 그래프는 Figure 5에서 제시하였다.

내용 인지 능력

또한 내용 인지 능력을 알아보기 위해 S+(민기는 밥을 먹어요☺)와 S2(달래는 손을 들어요☺)를 제시하여 내용인지 테스트를 실시하였다.

기술통계 결과, 전체 수행점수에서 와우아동이 5.1점, 건청아동이 5.4점으로 건청아동이 와우아동보다 높게 나타났다. 이러한 차이가 집단 및 연령 간에 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 독립표본 t 검정 및 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 내용 인지 능력의 집단 간 차이는 $t = 1.484$, $p > 0.05$ 로 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 내용 인지 능력의 연령 간 차이에서는 와우아동($F = 10.151$, $p < 0.001$), 건청아동($F = 31.409$, $p < 0.001$) 모두 연령에 따른 수행점수의 차이가 통계적으로 유의하게 높았다. 연령 간 Scheffe 검정에서 건청아동은 3세에서 모든 연령과의 차이가 0.05 수준에서 유의하였으나, 와우아동은 모든 연령에서 유의한 결과가 없었다. 또한 내용인지 테스트에서 일원배치 분산분석 결과, 와우아동과 건청아동의 집단 및 연령 간 상호작용도 $F = 2.525$, $p < 0.05$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Table 8-10).

내용인지 테스트의 집단 및 연령 간 수행 그래프는 Figure 6

Table 9. Independent t -test on Content Test between CI and NH

	M	SD	t	p
CI	5.1	1.09	1.484	0.142
NH	5.4	0.89		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing, M: mean, SD: standard deviation

Table 10. ANOVA on Content Test between CI and NH

	Cross-aged		Group $\times$ age interaction	
	F	p	F	p
CI	10.151	0.000	2.525	0.023
NH	31.409	0.000		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing

에서 제시하였다.

중양통합능력의 차이

집단 간 중양통합능력의 차이를 알아보기 위해 S1(민기는 밥을 먹어요☺)과 S2(달래는 손을 들어요☺)를 제시하여 선호하는 언어적 특징이 운율(S2)인지 내용(S1)인지를 조사하기 위한 중양통합능력 테스트를 실시하였다. 선행연구인 Bae(2001), Park & Kim(2014) 등을 참고하여 중양통합능력 계산법을 응용하였다. 중양통합능력은 운율 또는 내용 중 어느 하나를 선호하지 않은 확률인 0.5를 대표값으로 하여 대표값 0.5와 운율선호도와와의 편차를 구하여 분석하였다. 본 연구에서는 운율선호도를 기준으로 중양통합능력을 다음과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{중양통합능력(CC)} &= \text{운율 또는 내용선호도} \\
 &= \text{선호도가 0인 확률 0.5와의 편차} \\
 &= (\text{운율선호도} - 0.5) \times 2
 \end{aligned}$$

기술통계 결과, 중양통합능력의 통합적인 분석에서 와우아동은 0.23, 건청아동은 0.43으로 와우아동의 중양통합능력이 건청아동보다 뚜렷하게 낮게 나타났다. 이러한 차이가 집단 간에 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시한 결과, 중양통합능력의 집단 간 차이는 $t = 5.867$, $p < 0.001$ 로 통계적으로도 유의하게 높았다. 그리고 일원배치 분산분석 결과, 중양통합능력의 연령 간 차이에서 와우아동은 연령에 따른

Table 11. Descriptive statistics on Central coherence Test

	Ages															
	3		5		7		9		11		13		15		17	
	M	CC*	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC
CI	-	-	0.40	-0.20	0.40	-0.20	0.47	-0.07	0.43	-0.13	0.53	0.07	0.57	0.13	0.73	0.47
NH	0.13	-0.73	0.17	-0.67	0.20	-0.60	0.33	-0.33	0.43	-0.13	0.57	0.13	0.70	0.40	0.80	0.60

*CC (%) = [Prosody Preference (M) - 0.5] × 2. ∴ positive number (+): Prosody CC, negative number (-): Content CC. CI: cochlear implant, NH: normal hearing, CC: Central coherence

Figure 7. Double line graph of performance on Central coherence Test. NH: normal hearing, CI: cochlear implant.

수행점수의 차이가 높았으나($F = 5.807, p < 0.001$), 건청아동은 연령 간 차이가 통계적으로 유의하지 않았다($F = 1.700, p > 0.05$). 연령 간 Scheffe 검정에서 와우아동은 7, 9, 11, 15세에서 일부 연령과의 차이가 0.05 수준에서 유의하였으나, 건청아동은 모든 연령에서 유의한 결과가 없었다. 또한 중앙통합능력 테스트에서 이원배치 분산분석 결과, 와우아동과 건청아동의 집단 및 연령 간 상호작용도 $F = 3.097, p < 0.01$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Table 11-13).

중앙통합능력 테스트의 집단 및 연령 간 수행 그래프는 Figure 7에서 제시하였다.

DISCUSSIONS

본 연구에서는 자극-인지 프로그램으로 고안된 S-D program을 활용하여 운율 및 내용이 조합된 자극을 제시하였을 때 인공와우 착용 아동의 청각 인지 특성을 알아보고 연령에 따라 중앙통합능력이 어떻게 변화하는지 살펴보고자 하였다.

첫째, 운율과 내용이 조합된 자극을 제시하여 자극 인지 능력을 알아본 결과, 각 집단에서는 연령 간 차이를 나타내었고(와우아동: $p < 0.001$, 건청아동: $p < 0.001$), 집단 및 연령 간 상호작용에서도 차이를 나타내었다($p < 0.001$). 반면 자극 인지에서 집단 간 차이는 나타나지 않았다. 우선 자극 인지 능력

Table 12. Independent *t*-test on Central coherence Test between CI and NH

	M*	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
CI	0.23	0.19	5.867	0.000
NH	0.43	0.13		

*mean of Central Coherence in each group. CC (%) = [Prosody Preference (M) - 0.5] ∴ $0 \leq CC \leq 0.5$. CI: cochlear implant, NH: normal hearing, CC: Central coherence

Table 13. ANOVA on Central coherence Test between CI and NH

	Cross-aged		Group × age interaction	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
CI	5.807	0.000	3.097	0.007
NH	1.700	0.132		

CI: cochlear implant, NH: normal hearing

에서 와우아동이 건청아동의 경우처럼 연령 간 차이를 보여주었는데, 이러한 결과는 와우아동의 자극 인지 능력이 착용기간이 더해가면서 발달하고 있음을 보여주는 증거이다. 연령 간 Scheffe 검정에서 와우아동 및 건청아동은 각각 5세, 3세에서 모든 연령과의 차이가 0.05 수준에서 유의하였다. 이는 본 연구 대상자의 인공와우 착용기간이 3년 이상이므로 Huh et al. (2007)에 미루어 보면, 인공와우 착용 후 12개월 이전에 말 인지 능력이 유의하게 향상되는 효과가 이미 충분히 반영되어 건청아동의 연령 간 발달 패턴과 유사해진 것이라 볼 수 있다. 또한 집단 및 연령 상호 간에도 자극 인지 능력에서 통계적으로 유의한 차이가 있었는데 이는 연령 간 차이와 관련이 있다고 볼 수 있다. 와우아동과 건청아동의 집단 간 차이는 유의하지 않았는데 이는 와우아동이 건청아동과 같은 수준의 인지 능력을 보여주는 것이다. 전반적으로 두 집단 간 차이가 없으나, 낮은 연령에서는 와우아동과 건청아동의 차이가 크고 높은 연령에서는 차이가 적거나 없었다.

둘째, 운율 및 내용의 인지 능력을 알아본 결과, 운율과 내용 인지 모두에서 각 집단은 연령 간 차이를 나타내었고, 집단 간 차이는 없었다. 내용 인지에서는 집단 및 연령 간 상호작용의 차이가 있었으나 운율 인지에서는 차이가 나타나지 않았다. 먼저 운율 인지 능력에서 와우아동은 건청아동의 경우처럼 연령 간 차이를 보여주었다(와우아동: $p < 0.01$, 건청아동: $p <$

0.001). 그러나 운율 인지 능력의 집단 및 연령 간 상호작용은 차이가 없었다($p > 0.05$). 다음 내용 인지 능력에서도 와우아동은 건청아동의 경우처럼 연령 간 차이를 보여주었다(와우아동: $p < 0.001$, 건청아동: $p < 0.001$). 또 내용 인지 능력에서는 집단 및 연령 간 상호작용의 차이가 나타났다($p < 0.05$). 운율 및 내용 인지에서 이러한 결과는, 인공와우 착용기간에 따라 운율 및 내용 인지 능력이 향상된다는 선행연구들의 결과와 일치한다(Govaerts et al., 2002; Huh et al., 2007; Robinson, 1998). 한편 본 연구의 테스트 중 유일하게 운율 인지 능력에서만 집단 및 연령 상호작용 간의 차이가 유의하지 않은 것은, Scheffe 검정에서 연령 간 차이가 없는 결과로 볼 때 착용기간에 따라 운율 능력이 향상되지만 어느 정도 한계가 있음을 보여준다. 와우아동의 운율 향상은 Channel interaction 현상으로 인해 Fine structure가 전달되지 않는 인공와우의 시스템적인 한계로 인해 제약을 받는다(Jin, 2006). 반면 내용 인지 능력에서는 집단 및 연령 상호 간의 차이가 유의하였는데, 이러한 결과는 인공와우 착용이 내용 인지 능력의 향상에 있어서 운율보다 더 괄목할만한 기여도를 보여주는 것이다. Figure 5와 6에서 와우아동은 17세와 19세에서 운율 인지는 건청아동에 미치지 못하나 내용 인지는 동일한 결과를 나타내었다. 본 연구에서는 인공와우 착용의 효과가 운율과 내용 모두에 기여하지만 운율 인지보다 내용 인지 능력의 발달에 보다 분명하게 통계적으로 드러나고 있다. 이것은 전기한 인공와우의 기술적인 한계와 더불어, 언어발달 단계상 보편적으로 구문 및 의미적 요소(내용)의 발달이 화음적 요소(운율)보다 선행하는 것과도 관련이 있다고 여겨진다(Kuder, 2007, 2010).

마지막으로, 중앙통합능력의 차이를 알아본 결과, 와우아동과 건청아동은 중앙통합능력에서 집단 간 차이가 뚜렷이 나타났다($p < 0.001$). 또 와우아동은 건청아동과 달리 연령 간 차이도 드러내었다($p < 0.001$). 두 집단은 집단 및 연령 간 상호작용에 있어서도 차이를 보였다($p < 0.01$). 먼저 중앙통합능력의 집단 간 차이가 분명하였는데, 이는 중앙통합능력을 발휘하여 운율이나 내용 중 어느 하나를 선호한 건청아동에 비해 와우아동은 운율이나 내용 중 어느 하나를 선호하여 반응하지 않음으로 상대적으로 중앙통합능력이 약함을 보여주는 것이다. 또 집단 및 연령 간 상호작용의 차이는, 5세로부터 11세에 이르는 기술기의 차이에서 비롯됨을 Figure 7의 그래프가 보여주고 있다. Figure 7에서 확인할 수 있듯이 모든 연령에서 와우아동은 건청아동보다 중앙통합능력이 낮게 나타나는데, 특히 5세로부터 11세에 이르는 구간은 내용 중앙통합능력이 뚜렷한 건청아동과 비교하면 와우아동의 독특한 중앙통합능력을 확연히 드러내고 있다. 즉 와우아동의 중앙통합능력은 5세로부터 11세까지 변화가 거의 없고 0에 근접해 있다. 이후 11세가 지나면서 와우아동

도 중앙통합능력의 발달 양상이 건청아동과 유사해지는데, 이를 통해 인공와우 착용 후 중앙통합능력이 향상되기까지 상당한 기간의 중재가 필요함을 예측할 수 있다. 이러한 패턴은 와우아동의 연령 간 차이에서도 볼 수 있는데, 연령 간 Scheffe 검정에서 와우아동은 7, 9, 11, 15세에서 일부 연령과의 차이가 0.05 수준에서 유의하였다. 한편 Figure 7에서 건청아동이 나이가 들수록 내용중앙통합능력에서 운율중앙통합능력으로 발달하는 것은 건청아동의 언어발달 특성 때문이라 여겨진다. 보통 10세 이후에 건청아동의 운율선호도가 높아진다고 알려져 있는데(Friend & Bryant, 2000; Morton & Trehub, 2001), 본 연구에서도 11세와 13세 사이에서 중앙통합능력이 내용에서 운율로 전환되는 것을 확인할 수 있다. 그 시기는 또한 와우아동이 중앙통합능력을 출현시키고 건청아동과 정(+)의 상관관계로 중앙통합능력을 발달하기 시작하는 시점임을 그래프에서 볼 수 있다.

앞선 자극/운율/내용인지 테스트의 결과에서 와우아동은 건청아동과 유사한 수준의 인지 능력이 있음을 확인하였다. 인지 능력에 결함이 없음에도 불구하고 와우아동이 약한 중앙통합능력을 보이는 것은, Parallel stimulation을 제한하는 인공와우의 기술적 한계 때문이다. 운율, 내용이 각각 개별적인 자극으로 제시되는 과제에는 처리 과정에 어려움이 없었지만 운율과 내용이 결합된 자극이 주어지면 Channel interaction이 동시적인 신호의 처리를 저해하여 인지와 선택을 어렵게 하는 것이다. 이러한 인공와우 시스템의 한계에도 어느 시점에서 중앙통합능력이 출현되는데, 인공와우의 착용기간과 청능 훈련이 청각 정보의 활용 능력을 향상한 결과로 보여진다. 바로 여기에서 청각 장애에 대한 언어 중재의 가능성이 기대와 기우로 갈라진다. 약한 중앙통합능력은 지적장애를 가진 대상 집단에서 보편적으로 나타나는 인지적 특성이지만, 지적 능력이 부족하지 않은 청각장애에도 수반될 수 있음을 추정해 볼 수 있다. 그러나 인공와우 착용은 Parallel stimulation에 한계가 있음에도 중앙통합능력의 회복에 기여한다. 인공와우의 열악한 temporal 및 spectral resolution의 원인인 Channel interaction을 최소화하는 도전이 실현될수록 청력의 향상 이면에 중앙통합능력을 회복시켜 원활한 의사소통의 장애까지 이르게 하리라 기대하게 한다.

중심 단어 : 인공와우 · 운율 · 내용 · 중앙통합능력 ·

S-D program.

REFERENCES

- American Speech-Language-Hearing Association. (1993). Ad Hoc Committee on Service Delivery in the Schools. American Speech-Language-Hearing Association.
- Bae, K. S. (2001). The central coherence and the theory of mind accounts of high-functioning autism (unpublished master's thesis). Ewha Uni-

- versity, Seoul.
- Beak, S. Y. (2010). Acoustic Analysis on the Intonation Characteristics by Infants with Cochlear Implants (unpublished master's thesis). Dankook University, Yongin.
- Bernardino, I., Mougá, S., Almeida, J., van Asselen, M., Oliveira, G., & Castelo-Branco, M. (2012). A direct comparison of local-global integration in autism and other developmental disorders: implications for the central coherence hypothesis. *PLoS One*, 7(6), e39351.
- Brooks, P. J. & Ploog, B. O. (2013). Attention to emotional tone of voice in speech perception in children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(7), 845-857.
- Friend, M. & Bryant, J. B. (2000). A developmental lexical bias in the interpretation of discrepant messages. *Merill-Palmer Quarterly*, 46(2), 342-369.
- Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the enigma*. Oxford: Basil Blackwell.
- Govaerts, P. J., De Beukelaer, C., Daemers, K., De Ceulaer, G., Yperman, M., Somers, T., et al. (2002). Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology and Neurotology*, 23(6), 885-890.
- Grossman, R. B., Bemis, R. H., Plesa Skwerer, D., & Tager-Flusberg, H. (2010). Lexical and affective prosody in children with high-functioning autism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(3), 778-793.
- Happé, F. & Frith, U. (2006). The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5-25.
- 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.
- Huh, M. J., Choi, S. K., & Lee, S. H. (2007). Longitudinal study of speech perception ability for profoundly deafened children with cochlear implant. *Journal of Speech-Language and Hearing Disorders*, 16(2), 77-87.
- Jang, H. S. (2008). Proceedings from the 15th International Seminar & 2008 Audiology Seminar on National Institute of Special Education & Korean Academy of Audiology: *Aural Rehabilitation for Children with Hearing Loss in Educational Settings* (pp.93-113). Seoul: The K Arthall.
- Jin, I. S. (2006). Recent Technology in MED-EL Cochlear Implant System. *Audiology*, 2(2), 119-125.
- Kuder, S. J. (2010). *Teaching students with language and communication disabilities* (Kim, H. S., Trans.). Seoul: Sigma Press. (Original work published 2007).
- Lanson, B. G., Green, J. E., Roland, J. T. Jr., Lalwani, A. K., Waltzman, S. B. (2007). Cochlear implantation in Children with CHARGE syndrome: Therapeutic decisions and outcomes. *The Laryngoscope*, 117(7), 1260-1266.
- Lee, D. & Choi, S. K. (2011). A comparative study on the perception of interval and rhythm by hearing impaired children who use cochlear implants and hearing aids. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 20(2), 125-148.
- Lee, E. K. & Seok, D. I. (2004). The effect on the improvement of stress through the prosody training for the cochlear implant children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 13(3), 123-135.
- Lenarz, T., Lesinski-Schiedat, A., von der Haar-Heise, S., Illg, A., Bertram, B., & Battmer, R. D. (1999). Cochlear implantation in children under the age of two: The MHH experience with the CLARION cochlear implant. *Medizinische Hochschule Hannover. The Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 177(Suppl.), 44-49.
- May-Mederake, B., Kuehn, H., Vogel, A., Keilmann, A., Bohnert, A., Mueller, S., et al. (2010). Evaluation of auditory development in infants and toddlers who received cochlear implants under the age of 24 months with the LittleEARS Auditory Questionnaire. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(10), 1149-1155.
- Morton, J. B. & Trehub, S. E. (2001). Children's understanding of emotion in speech. *Child Development*, 72(3), 834-843.
- Park, G. N. & Kim, W. S. (2014). Cognitive characteristics of prosody and sentences in low-functioning children with ASD. *Journal of Speech-Language and Hearing Disorders*, 23(3), 79-89.
- Park, M. Y. & Park, M. K. (2007). An analysis of emotional speech using distribution chart of F0. *Korean Studies*, 27, 233-254.
- Ploog, B. O., Banerjee, S., & Brooks, P. J. (2009). Attention to prosody (intonation) and content in children with autism and in typical children using spoken sentences in a computer game. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3(3), 743-758.
- Robinson, K. (1998). Implications of developmental plasticity for the language acquisition of deaf children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 46(1-2), 71-80.
- Scherer, K. R. (1986). Vocal affect expression: A review and a model for future research. *Psychological Bulletin*, 99(2), 143-165.
- Seo, Y. O. (2010). The effects on the improvement of prosody disposition through the chant program for the cochlear implant children (unpublished master's thesis). Daegu University, Gyeongsan.
- Välilä, T. T., Määttä, T. K., Löppönen, H. J., & Sorri, M. J. (2002). Phoneme recognition and confusions with multichannel cochlear implants: vowels. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(5), 1039-1054.
- Yang, Y. J. (2013). Prosodic perception characteristics in children with cochlear implants (unpublished master's thesis). Dankook University, Yongin.

□ **APPENDIX** □**A brief description of trial types in test**

	Purpose	Trial sentence	Description
Stimulus Test (rewards)	Establish the experimental comprehension and examine the perception ability of the participants.	S+: Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☺ S-: Dal-lae-neun so-neul deu-reo-yo ☹	It consists of 18 tasks. If participants select S+, it is automatically counted 1 point and presented visual rewards. Two auditory stimulus are played on the right and left pictures at random by each task. The one-time only test is carried out.
Central coherence Test (no rewards)	Investigate of preference for prosody or content to evaluate central coherence. Confirms whether the information that the distinctive feature of reinforcement for the S+.	S1: Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☹ S2: Dal-lae-neun so-neul deu-reo-yo ☺	It consists of 6 tasks. If participants select S1, it is automatically counted 1 point. The total score indicates a score prefer to prosody. Two auditory stimulus are played at random by each task and do not involve visual rewards. The one-time only test is carried out.
Prosody Test (no rewards)	Check out the prosody perception ability. That is, to assess the perception of prosody based on the prosodic features of S+.	S+: Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☺ S1: Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☹	It consists of 6 tasks. If participants select S+, it is automatically counted 1 point. The total score indicates a prosody score. Two auditory stimulus are played at random by each task and do not involve visual rewards. The one-time only test is carried out.
Content Test (no rewards)	Check out the content perception ability. That is, to assess the perception of content based on the content features of S+.	S+: Min-gi-neun ba-beul meo-geo-yo ☺ S2: Dal-lae-neun so-neul deu-reo-yo ☹	It consists of 6 tasks. If participants select S+, it is automatically counted 1 point. The total score indicates a content score. Two auditory stimulus are played at random by each task and do not involve visual rewards. The one-time only test is carried out.

☺: enthusiastic prosody, ☹: grouchy prosody