

학령기 난청아동의 교실소음 속 어음 및 환경을 인지에 관한 연구

한림국제대학원대학교 청각학과¹ · 서울삼성학교²

김연주^{1,2} · 이재희¹

ABSTRACT

A study of the Speech and Environmental Sound Recognition in the Classroom Noise for School-aged Children with Hearing Loss

Yeon Joo Kim^{1,2} and Jae Hee Lee¹

¹Department of Audiology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul, Korea

²Seoul Samsung School for the Deaf, Seoul, Korea

This study aimed to measure accuracy of speech (monosyllables and sentences) and environmental sound recognition in the children with hearing aids (HA, N = 17) or cochlear implants (CI, N = 22) when listening in the classroom noise. Nine normal-hearing children participated as a control group. The classroom noise was recorded either just right before the class or during the break time. All the target sounds were presented at 65 dB SPL, and 5 dB signal-to-noise ratio was used between the target and noise sounds. Additionally, the usage of sign language, CHAPPS (Children's Auditory Processing Performance Scale), forward/backward digit span, KISE-KIT (Korea Institute for Special Education-Korea Intelligence Test for children), REVT (Receptive and Expressive Vocabulary Test) results were obtained for the purpose of correlational analysis. Three main findings were observed as follows. First, the type of noise significantly affected recognition accuracy of both HA and CI groups. Closed-set environmental sounds were recognized more accurately than sentence or words for both groups. Overall, children who better recognized the environmental sounds were also superior to recognize speech in noise. Second, children with more usage of sign language as well as worse CHAPPS and digit span scores had lower speech recognition performance in noise, regardless the type of stimulus. Third, the environmental sounds having more repetition pattern and longer duration were more easily recognized for both groups. The analysis of word recognition errors showed that, regardless of group and noise type, the common error types were no response, response as different words, and consonant substitution.

KEY WORDS : Speech recognition, Environmental sound recognition, Classroom noise, Effects of sign-language usage.

INTRODUCTION

일상생활 속에서 현대인은 자동차의 경적음, 컴퓨터의 팬 돌아가는 소리, 공사장 소음 등 여러 가지 크고 작은 소음을 경험하게 되는데, 실생활 속 소음은 방음실에서 녹음된 소음에 비해 주파수, 시간적 정보 면에서 보다 복잡하고 강도와 스펙트럼 상 다변화하는 양상을 보인다(Crandell &

Bess, 1986; Rhebergen et al., 2008). 아동의 경우 성인보다 소음 속에서 말소리를 듣고 이해하는 것이 어렵고 (Elliott et al., 1979; Fallon et al., 2000; Nittrouer & Boothroyd, 1990; Picard & Bradley, 2001), 특히 건청 아동보다 난청아동이 소음에 의한 영향을 더욱 많이 받게 되므로(Crandell & Smaldino, 2000) 실생활 속 난청아동의 소음하 인지능력을 알기 위해서는 조용한 상황이 아닌 아동들이 주로 접하게 되는 소음환경에서 인지능력을 측정하는 것이 중요하다.

최근 학령기 아동의 소음하 어음인지도를 측정할 때 인위적으로 만든 다화자잡음(multi-talker babble)이나 어음잡음(speech-shaped noise) 대신 아동이 실제 자주 접하는 소음을 배경소음을 사용하거나 교실 속 음향조건을

논문접수일: 2012년 05월 10일

논문수정일: 2012년 06월 11일

게재확정일: 2012년 06월 12일

교신저자: 이재희, 135-841 서울시 강남구 대치동 906-18

한림국제대학원대학교 청각학과

전화: 2051-2942, 전송: (02) 3453-6618

E-mail : leejaehee@hallym.ac.kr

실험에 반영하는 것이 중요하다는 보고가 있다. 실제 교실 소음을 녹음하여 교실소음하에서 5-8세 건청아동의 어음 인지도를 측정할 결과 나이가 어릴수록 신호대잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)가 낮을수록 어음인지도가 낮았다(Jamieson et al., 2004). 이러한 결과를 고려할 때 실제 교실환경에서 저학년 아동일수록 소음의 영향에 더욱 민감할 것이라 추정하였고, 교실 속 아동의 인지능력을 추정하기 위해서는 실제 교실 속 음향상황을 반영하는 것이 매우 중요함을 강조하였다. 교실 환경의 소음과 반향음 등의 음향학적 조건을 재현한 상황에서 어음인지도를 측정할 결과 건청아동에 비해 편측 보청기를 착용한 난청아동이 모든 듣기 조건에서 더욱 저하된 수행력을 보였다(Finitzo-Hieber & Tillman, 1978). 교실 SNR과 유사한 듣기조건에서 문장인지도를 측정한 Crandell(1993)은 건청아동에 비해 난청아동의 문장인지도가 낮고, SNR이 낮아질수록 두 그룹 간의 인지도 차이가 점차 증가함을 확인하였다. 위 선행결과를 고려하여 본 연구에서는 실제 교실에서 발생하는 소음을 직접 녹음하여 학령기 난청아동의 문장, 단음절 및 환경음 인지도를 측정하고자 하였다. 조용한 상황에서 보청기, 인공와우 착용 성인의 인지능력을 측정한 결과 보기가 주어지지 않은 단음절보다 보기가 주어진 환경음 인지능력이 더 좋았고, 특히 반복되는 패턴이 많은 환경음 인지시 더욱 우수한 인지도를 보였다(이재희 & 김지희, 2011). 따라서 조용한 상황에서 관찰된 위 난청성인의 결과가 본 연구의 소음환경에서도 유사하게 관찰되는지 알아보하고자 한다.

난청아동의 소음하 인지능력에는 개인차가 매우 큰 편이어서 많은 연구자가 이를 유의하게 예측할 수 있는 다양한 변인에 대해 연구를 진행하였다. 의사소통 방식, 보청기 사용 시작시기, 난청 발생시기, 난청 기간, 난청 정도 및 유형, 재활 여부 등의 다양한 변인이 난청아동의 수행력에 영향을 줄 수 있으나 가장 영향력 있는 변수는 연구 결과마다 각기 달랐다. 그 중 Dowell et al.(2002), Hodges et al.(1999), Osberger et al.(1999), Quittner & Steck(1991), Waltzman et al.(2002)은 통합 의사소통(Total Communication, TC)을 사용하는 아동에 비해 구화(Oral Communication, OC)를 사용하는 아동의 술 후 수행력 향상도가 좋아 의사소통 방식(communication mode)이 인공와우 이식 후 어음인지 결과에 유의한 영향을 미친다고 하였다. 그러나 위선행연구에서는 아동의 의사소통 방식을 TC/OC로 분류하였을 뿐 일상생활 속 수화 사용 정도와 인지도 간 직접적인 상관성이 있는지 조사하지는 않았으며, TC 아동에 비해 OC 아동이 왜 우수한 인지도를 보이는지에 대한 분석은 미비하였다.

Pisoni & Geers(2000)는 작업기억(working memory) 능력이 어음인지 및 산출과 매우 중요한 연관성을 가지며, OC 아동보다 TC 아동의 어음인지능력이 떨어지는 이유가 OC 아동보다 TC 아동의 단기 기억능력이 보다 저조한 것과 직접적인 관련성이 있다고 설명하였다. 따라서, 본 연구결과에서는 의사소통 방식에 의해 대상자를 단순히 TC, OC 난청아동군으로 구분하기보다는, 개개인의 일상생활 속 수화 사용정도를 조사하고 아동의 단기 기억력, 청각정보처리 능력, 인지능력 등을 측정하여 이러한 변인들이 소음하 어음인지도와 상관성을 보이는지 알아보하고자 하였다.

위에서 기술한 본 연구의 목적은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 실제 교실에서 발생하는 소음을 직접 녹음하여 학령기 난청아동의 환경음, 문장, 단음절 인지도를 측정하고자 하였다. 둘째, 난청아동의 수화사용정도 및 청각정보처리능력, 단기 기억력, 인지능력 및, 어휘력 측정결과가 아동의 소음하 인지도와 상관성을 보이는지 확인하고자 하였다. 그리고 마지막으로 보청기 및 인공와우 착용 아동군이 소음하에서 환경음, 단음절 인지 시 보이는 오류패턴을 파악하여 조용한 상황에서 관찰된 보청기 및 인공와우 착용 성인의 오류결과(이재희 & 김지희, 2011)와 유사성을 가지는지 확인하고자 하였다.

METHODS

연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 초등학교와 중학교에 재학 중인 학령기 아동으로 건청아동 9명(남 5, 여 4), 난청아동 39명(남 24, 여 15)이었다. 건청아동 9명은 본 연구의 모의실험 대상자로 평균 연령 10.9세(범위: 8.3~14.5세)였고, 순음청력검사 결과 500, 1,000, 2,000 Hz의 평균 순음역치(puretone threshold average, PTA)가 평균 11.5 dB HL이었으며, 쾌적수준은 평균 59.4 dB HL, 단어인지도는 평균 96%였다.

본 연구의 연구실험에 참여한 난청아동 39명은 모두 청각장애 특수 학교에 재학 중이었고, 보청기 착용기간이 최소 6개월 이상인 학생을 대상으로 선정하였다. 대상아동의 부모 혹은 교사에게 연구의 목적을 알리고 연구실험 참여에 대한 동의를 구하였다. 39명의 아동 중 보청기 착용 아동이 17명, 인공와우 착용 아동이 22명이었다. 보청기 착용 아동 17명의 평균연령은 만 11.6세(범위: 7.2~15.8세)로 평균 보청기 착용 기간은 6.7년(표준편차: 2.8), 보청기 착용 후 평균 PTA는 57 dB HL(표준편차: 13.1), 조용한

상황에서의 평균 단어인지도는 11.3%(표준편차: 17.6)이었다. 17명 중 보청기를 양이에 착용한 아동은 14명, 편측 보청기 착용 아동은 3명이었고 3명의 편측 보청기 착용 아동 중 2명은 우측에 보청기를 착용하였다. 인공와우 착용 아동 22명의 평균연령은 만 12세(범위: 7.5~15.8세)로 인공와우 착용기간은 5.7년(표준편차: 2.3), 인공와우 착용 후 평균 PTA는 41.7 dB HL(표준편차: 9.4), 조용한 상황에서의 평균 단어인지도는 19.8%(표준편차: 22.2)이었다. 인공와우 착용 귀는 오른쪽이 15명, 왼쪽이 7명으로, 양측 인공와우 착용을 하거나 평소 인공와우 반대측에 보청기를 착용하는 아동은 없었다. 독립표본 t 검정 결과, 두 그룹의 나이($t = -0.4$), 보장구 착용기간($t = 1.3$), 조용한 상황에서의 단어인지도($t = -1.3$)가 유의하게 다르지 않았다.

연구방법

1) 교실소음 녹음

아동이 실제 접하는 배경소음 속 인지도를 측정하기 위해 본 연구에서는 난청 대상아동이 실제로 수업을 받고 있는 청각장애 특수학교 교실에서 소음을 녹음하였다. 소음을 녹음한 교실의 크기는 약 5×6 m로 학교 2층 복도가 가장 끝에 위치하였으며, 녹음 시 산을 향해 있는 창문은 모두 열려있는 상태였다. 녹음진행 시 교실에는 초등학생 8명과 연구자를 포함한 교사 3명이 있었다. 교실 내부 및 외부에서 발생하는 소음은 인위적으로 통제하지 않았으며, 소음 녹음 시 학교 밖에서 공사를 하거나 자동차 경적음이 울리는 등 돌발적인 소음의 발생은 없었다. 소음은 교실 중앙에 바닥으로부터 높이 50 cm 위치에 노트북과 연결된 콘덴서 송화기(BM-203C IMP 600 Ω)을 두고, 디지털 오디오 편집 소프트웨어(GoldWave Inc.)를 사용하여 녹음하였다.

소음은 수업직전 시간과 쉬는 시간에 녹음하였다. Jamieson et al.(2004)이 보고한 바와 같이 쉬는 시간에는 아동이 더 자유롭게 돌아다니고 떠들기 때문에 소음의 강도가 전체적으로 더 크고 역동적인 변화 양상을 보였으며, 아이들의 말소리 외에도 발자국 소리, 책장 넘기는 소리, 의자나 책상 끌리는 소리 등이 포함되었다. 수업직전에는 아이들이 책상에 앉아 있기 때문에 마이크와의 거리가 일정하게 유지되어 쉬는 시간 소음과 비교하여 소음의 강도가 비교적 작았고, 말소리 외에 아동이 종이를 찢거나 넘기는 소리, 연필로 공책에 필기하는 소리 등이 포함되었다. 본 연구에서는 두가지 다른 소음의 강도차이에 의한 인지도를 비교하는 것이 주 목적이 아니었으므로, 두 가지 종류의 소음을 Adobe Audition (version 3.0)을 통해 평

균 실효치(root mean square, RMS)가 동일하도록 조정 후 목표음과 혼합하였다. 최근 연구(Howard et al., 2010)에서 전형적인 교실소음 SNR이 5 dB로 보고한 바 있어, 본 연구에서도 목표음과 배경소음의 강도 비율이 5 dB SNR이 되도록 조절하였다.

2) 검사절차

소음하 인지능력 측정은 모두 방음실에서 실시하였고, 순음청력검사기(Interacoustic GSI 61)와 이에 연결된 노트북을 사용하였다. 대상자로부터 1 m 떨어진 거리에 좌우 45도 각도에 위치한 외부 스피커를 통해 65 dB SPL 수준으로 음원을 제시하였다(Rion NA-20 sound level meter). 음원의 제시수준으로 65 dB SPL을 선택한 이유는 선행연구(Jamieson et al., 2004)에서 교실 내 1 m 거리에서 말하는 교사의 일반적인 목소리 강도가 65 dB SPL이라고 보고하였기 때문이다.

실제 인지도 측정 전 연습을 실시하여 아동이 소음하 인지도 측정절차에 친숙해질 수 있도록 하였다. 실제 검사에서는 Shafiro(2008)의 환경음 검사 목록 1과 2를 사용하여 환경음 인지검사(환경음 총 80개)를 실시하였고 아동은 이재희 & 김지희(2011)의 환경음 그림판을 이용하여 들은 환경음을 보기중에 선택하였다(closed-set). 문장과 단어의 인지도 검사를 위해 장현숙 외(2008)와 김진숙 외(2008)의 한국표준 학령기용 문장표(문장 총 20개)와 단음절어표(단음절어 총 50개)를 사용하였고, 아동은 들은 문장 혹은 단어를 받아적었다(open-set). 검사를 시행하는데 소요된 시간은 평균 40분 정도였다. 본 연구에 참여한 인공와우 이식 대상자 모두 편측에 인공와우를 착용 중이었기 때문에 보청기 착용 아동 중 양측 귀에 보청기를 착용한 경우 착용 후 PTA가 더 좋은 쪽 귀에만 보청기를 착용한 뒤 검사를 실시하였다.

3) 수화 사용정도 및 기타 평가

본 연구의 목적을 밝히고 각 대상아동의 부모나 담임교사를 대상으로 아동이 학교 및 가정에서 수화를 어느정도 사용하는지 0%, 30% 전후, 50% 전후, 80% 전후, 100%의 보기 중 대답하는 설문조사를 실시하였다.

그 외 아동의 소음하 인지능력이 아동의 청각처리능력정도, 단기기억력, 지능, 어휘력과 상관성이 있는지 알아보기 위해 원경희 & 장현숙(2010)의 한국어로 번역된 CHAPPS (Children's Auditory Processing Performance Scale) 설문지 평가, 들은 숫자를 순서대로 혹은 거꾸로 반복해야 하는 forward/backward digit span 측정, KISE-KIT 동작

성 지능지수 검사 (Korea Institute for Special Education-Korea Intelligence Test for children, 박경숙 외, 2002), REVT 어휘력 검사(Receptive and Expressive Vocabulary Test, 김영태 외, 2009)를 실시하였다. Digit span이나 REVT 검사 시 청각정보를 통한 검사를 우선 시도하였고 청각활용이 어려운 학생의 경우 지문자나 문자언어로 목표어휘를 답하도록 하였다.

4) 건청아동 대상 모의실험(pilot test)

본 연구에서 제작한 소음상황(5 dB SNR)을 건청아동이 듣고 인지하기 어렵다면 동연령대의 난청아동이 같은 소음상황에서 목표음을 인지하기는 매우 어려울 것이라 생각되었다. 이를 확인하기 위해 건청아동 9명을 대상으로 모의실험을 실시한 결과, 수업직전 소음하에서 건청아동군의 평균 환경음 인지도는 95.8%(표준편차: 4), 문장인지는 98.6%(표준편차: 1.8), 단음절 인지도는 74.3%(표준편차: 4.3)이었고, 쉬는 시간 소음하에서 평균인지는 환경음의 경우 97.2%(표준편차: 3.4), 문장은 98.1%(표준편차: 2.1), 단음절은 77.3%(표준편차: 8.1)이었다. 즉, 제시된 소음이 수업직전 소음이든 쉬는 시간 소음이든 환경음과 문장인지는 95% 이상으로 매우 우수한 편이었고, 그에 비해 문맥적 혜택이 없는 단음절의 경우 소음종류에 상관없이 평균인지가 약 75% 정도였다. 청각처리 능력, 단기기억력, 지능, 어휘력 측면에서 모의실험에 참여한 건청아동과 난청아동이 차이를 보이는지 알기 위해 건청아동 대상자에게도 CHAPPS, digit span, KISE-KIT 동작성 지능, REVT 검사를 실시하였다. 측정결과, 평균 CHAPPS 점수는 8.4(표준편차: 15.4), 평균 forward/backward digit span은 6.8/3.8(표준편차: 0.8/1.7), KISE-KIT 동작성지능은 130.9(표준편차: 11.5), REVT 수용/표현어휘점수는 143.7/155.1(표준편차: 19.3/22)이었다.

5) 분석방법

대상그룹(보청기 착용/인공와우 착용), 소음종류(수업직전/쉬는 시간), 목표음 종류(환경음/문장/단음절)에 따라 소음하 인지도가 유의하게 달랐는지 알아보기 위해 SPSS (version 12.0)를 사용하여 반복측정된 삼원분산분석(three-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다. 분석결과 Mauchly 구형성 가정에 위배될 경우 수정된 F값(Greenhouse-Geisser)을 보고하였다. 난청아동의 수화 사용정도 및 기타 평가결과가 아동의 소음하 인지능력과 유의한 상관성을 가지는지, 그리고 대상아동의

환경음, 문장, 단어인지도 간 상관성이 있는지 확인하기 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다.

RESULTS

1. 보청기 착용 아동군과 인공와우 착용 아동군의 소음하 인지도

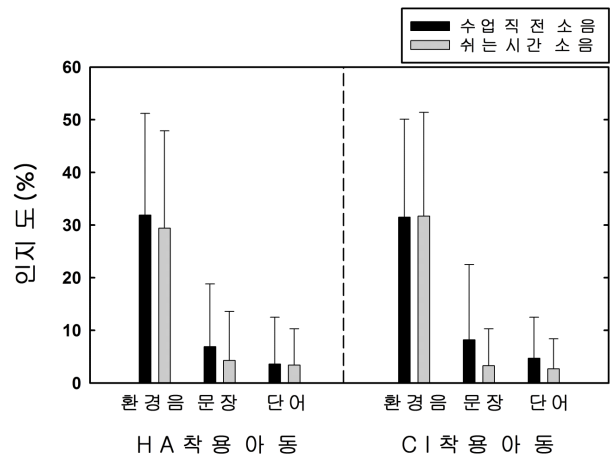


Figure 1. 보청기(HA) 혹은 인공와우(CI) 착용 아동군의 인지도 (오차막대: 표준편차)

Fig. 1에 제시한 것처럼, 보청기 착용 아동군의 수업직전 소음하 평균 환경음인지는 31.9%, 문장은 6.9%, 단음절은 3.6%였고, 쉬는 시간 소음하에서 평균 환경음인지는 29.4%, 문장은 4.3%, 단음절은 3.4%였다. 인공와우 착용 아동군의 경우 수업직전 소음하 환경음인지는 평균 31.5%, 문장은 8.2%, 단음절은 4.7%였고, 쉬는 시간 소음하 환경음인지는 평균 31.7%, 문장은 3.3%, 단음절은 2.7%였다.

대상그룹(보청기 착용/인공와우 착용), 소음종류(수업직전 소음/쉬는 시간 소음), 목표음 종류(환경음/문장/단음절)에 따라 인지도가 유의하게 달랐는지 알아 본 반복측정 삼원분산분석 결과, 보청기 착용 아동군과 인공와우 착용 아동군 간의 인지도는 유의하게 다르지 않았다[F(1, 37) = 0.02, p > .05]. 반면, 소음종류[F(1, 37) = 5.39]와 목표음 종류[F(1.3, 46.8) = 106.35]는 소음하 인지능력에 유의미한(p < .05) 영향을 미쳤다. Bonferroni 사후분석결과 문장 혹은 단음절보다 환경음 인지 시 수행력이 유의하게 좋았으나 문장과 단음절 인지도 간에는 유의미한 차이가 없었다. 세 변수 간 이원상호작용과 삼원상호작용은 유의하지 않았다. 이를 종합해보면, 보청기 착용 아동

류에 상관없이 전반적으로 쉬는 시간 소음보다 수업직전 소음에서, 보기가 주어지지 않은 어음인지능력보다 보기가 주어진 환경음의 인지도가 유의하게 좋았음을 알 수 있다.

모의실험에 참여한 동년령대의 건청아동의 경우 같은 소음조건에서 환경음, 문장인지도는 95% 이상, 단어인지도의 경우 대략 75%였음을 고려하면 본 연구에 참여한 특수학교 재학 난청아동의 교실소음하 인지도가 매우 낮음을 알 수 있다. 본 연구결과에서 주목해야 할 것은 각 대상아동군의 소음하 환경음, 문장, 단음절인지도 내 개인차가 매우 컸다는 점이다. 따라서 세가지 목표음에 따라 난청아동의 소음하 인지도 간 유의한($p < .05$) 상관성이 있는지 알아보았다. 수업직전 소음과 쉬는 시간 소음, 두가지 소음상황에서의 평균인지도를 사용하여 분석한 결과, 보청기 착용 아동군의 경우 소음하 문장인지능력이 좋을수록 단어인지도($r = 0.65$)와 환경음 인지도($r = 0.64$)가 유의하게 좋았다. 인공와우 착용 아동군 역시 소음하 문장인지능력이 좋을수록 단어인지도($r = 0.71$)와 환경음 인지도($r = 0.53$)가 유의하게 좋았고, 단어인지도가 높을수록 환경음 인지도도 높았다($r = 0.46$). 또한, 세가지 목표음의 인지도를 평균화하여 쉬는 시간 소음에서 인지도가 높았던 경우 수업직전 소음에서도 인지도가 유의하게($p < .05$) 높았는지 상관분석을 실시하였다. 분석결과, 보청기 아동군($r = 0.95$)과 인공와우 착용 아동군($r = 0.86$) 모두 강한 상관성을 보여 보장구 종류에 상관없이 한 가지 소음상황에서 어려움을 가질수록 다른 소음상황에서도 어려움을 가짐을 확인하였다.

2. 기타 평가결과와 소음하인지도 간 상관성

보청기 및 인공와우 착용 아동 개인의 수화 사용정도를 설문조사한 결과 보청기 아동군($N = 17$)의 경우 평상시 수화 사용정도가 100%인 아동이 6명, 80%인 아동이 5명, 50%가 4명, 30%가 1명, 0%가 1명이었다(평균 72.4%). 인공와우 착용 아동군($N = 22$)은 수화 사용정도가 100%인 아동이 3명, 80%인 아동이 7명, 50%가 4명, 30%가 6명, 0%가 2명이었다(평균 56.4%). 독립표본 t 검정결과 두 난청군의 수화사용정도가 유의하게 다르지 않았다($p > .05$). 두 그룹 내 개인의 수화 사용정도를 보면 수화를 전혀 사용하지 않는(0%) 아동부터 100% 수화만을 사용하는 아동까지 수는 균등하지 않으나 다양하게 분포되어 있었다. 따라서 수화 사용정도와 소음 하 인지도 간 유의한 상관성이 관찰되는지 확인하였다. 수업시간, 쉬는 시간 소음하 인지도를 평균화하여 Pearson 상관분석을 실시한 결과, 수화를 많이 사용하는 아동일수록 소음하 환

경음($r = -0.62$), 문장($r = -0.46$), 단어인지능력($r = -0.46$) 모두 유의하게 낮았다($p < .05$).

보청기 및 인공와우 착용 아동군의 평균 CHAPPS 점수는 각각 -109(범위: -156 ~ -43)와 -81(범위: -150 ~ -25)이었고 독립표본 t 검정결과 보청기 착용군의 CHAPPS 결과가 인공와우 착용군의 CHAPPS 결과보다 유의하게 낮았다($t = -2.2, p < .05$). 앞에서 기술한 바와 같이 모의실험에 참여한 건청아동 9명의 평균 CHAPPS 점수가 8.4였음을 고려하면, 보장구 종류에 상관없이 본 연구에 참여한 난청아동군의 청각처리능력이 매우 낮음을 알 수 있다. 상관분석결과 CHAPPS 점수가 낮은 난청아동일수록 소음하 환경음($r = 0.71$), 문장($r = 0.63$), 단어인지도($r = 0.55$) 모두 유의하게 낮았다($p < .05$).

단기기억력을 평가하는 digit span 측정결과, 보청기 착용 아동군의 forward/backward digit span은 평균 2.6(범위: 1.5~5)/1.9(범위: 0.5~3.5)이었고, 인공와우 착용 아동군의 forward/backward digit span은 평균 2.6(범위: 1~6)/2(범위: 0.5~4)이었다. 독립표본 t 검정결과 두 난청군의 forward/backward digit span결과 모두 유의하게 다르지 않았다($p > .05$). 상관분석결과, forward digit span이 큰 아동일수록 소음하에서의 환경음($r = 0.59$), 문장($r = 0.53$), 단어인지도($r = 0.34$)가 모두 유의하게 높았고($p < .05$), backward digit span 역시 소음하 환경음인지도($r = 0.55$), 문장인지도($r = 0.35$)와 유의미한 상관성을 보여 전반적으로 단기기억력이 좋은 난청아동이 소음하 인지력 또한 좋았음을 확인하였다.

보청기 착용 아동군의 KISE-KIT 동작성 지능 점수는 112.3(표준편차: 16), 인공와우 착용 아동군의 평균 점수는 106.3(표준편차: 14.3)이었으며, 두 군의 동작성 지능 점수는 다르지 않았다. 두 난청군의 평균 REVT 수용어휘는 65~68, 표현어휘는 70~73으로 독립표본 t 검정결과 두 난청군의 어휘력이 크게 다르지 않았음을 확인하였다($p > .05$). 추가로 실시된 상관분석 결과 동작성 지능지수, REVT를 통해 측정된 수용어휘, 표현어휘 평가점수는 난청아동의 소음하 인지도와 유의미한 상관관계를 보이지 않았다.

3. 환경음 및 단음절인지 오류패턴 비교

1) 환경음 인지 오류패턴

Table 1은 보청기 및 인공와우 착용 아동군이 소음하에서 평균 40% 이상의 정반응을 보인 환경음을 가장 적은 오류를 보인(가장 잘 인지한) 순서대로 나열한 것이다. Table 1에 나타냈듯이, 보청기 착용 아동군은 수업직전

Table 1. 보청기 및 인공와우 착용 아동군이 소음하에서 가장 적은 오류(인지도≥40%)를 보인 환경음

	보청기 착용 아동군				인공와우 착용 아동군			
	수업직전 시간		쉬는 시간		수업직전 시간		쉬는 시간	
	환경음	정반응	환경음	정반응	환경음	정반응	환경음	정반응
1	박수 소리*	64.7	박수 소리*	64.7	자판치는 소리*	72.7	웃는 소리*	72.7
2	소 우는 소리*	64.7	소 우는 소리*	58.8	박수 소리*	68.2	아기 울음 소리*	63.6
3	웃는 소리*	64.7	웃는 소리*	52.9	아기 울음 소리*	63.6	통화중 소리	59.1
4	사이렌 소리*	58.8	사이렌 소리*	52.9	초인종 소리	59.1	소 우는 소리*	59.1
5	아기 울음 소리*	52.9	자판치는 소리*	52.9	사이렌 소리*	54.5	개 짖는 소리	50.0
6	초인종 소리	52.9	아기 울음 소리*	47.1	소 우는 소리*	50.0	초인종 소리	50.0
7	경적 소리	47.1	개 짖는 소리	47.1	코 푸는 소리	50.0	헬리콥터 소리	50.0
8	벨소리	47.1	벨소리	47.1	헬리콥터 소리	50.0	자판치는 소리*	50.0
9	볼링 소리	41.2	사진 찍는 소리	41.2	벨소리	50.0	사진 찍는 소리	45.5
10	개 짖는 소리	41.2	가글하는 소리	41.2	웃는 소리*	45.5	시동거는 소리	45.5
11	발소리	41.2	기관총 소리	41.2	새소리	40.9	박수 소리*	45.5
12	수탉 우는 소리	41.2	비행기 소리	41.2	경적 소리	40.9	새소리	40.9
13	자판치는 소리*	41.2	수탉 우는 소리	41.2	번개 소리	40.9	유리깨지는 소리	40.9
14							사이렌 소리*	40.9

Table 2. 보청기 및 인공와우 착용 아동군이 소음하에서 가장 많은 오류(인지도≤25%)를 보인 환경음

	보청기 착용 아동군				인공와우 착용 아동군			
	수업직전 시간		쉬는 시간		수업직전 시간		쉬는 시간	
	환경음	정반응	환경음	정반응	환경음	정반응	환경음	정반응
1	한숨쉬는 소리*	5.9	바람부는 소리*	0	한숨쉬는 소리*	4.5	한숨쉬는 소리*	4.5
2	문 닫는 소리	5.9	지퍼소리*	5.9	문 닫는 소리	4.5	말울음 소리*	4.5
3	바람부는 소리*	11.8	한숨쉬는 소리*	5.9	양치하는 소리*	4.5	양치하는 소리*	4.5
4	코고는 소리	11.8	유리 깨지는 소리	5.9	말울음 소리*	9.1	번개소리	9.1
5	기침하는 소리*	11.8	트립하는 소리*	5.9	시계초침 소리*	9.1	헛기침 소리*	9.1
6	시계초침 소리*	11.8	코고는 소리	11.8	헛기침 소리*	9.1	코 푸는 소리	9.1
7	변기 물 내리는 소리	17.6	시계초침 소리*	11.8	바람부는 소리*	13.6	지퍼소리*	13.6
8	말울음 소리*	17.6	헛기침 소리*	11.8	코고는 소리	13.6	얼음 떨어지는 소리	13.6
9	헛기침 소리*	17.6	코 푸는 소리	11.8	기침하는 소리*	13.6	기침하는 소리*	13.6
10	트립하는 소리*	17.6	재채기 소리	17.6	볼링 소리	13.6	바람부는 소리*	18.2
11	지퍼소리*	23.5	말울음 소리*	17.6	소다음료 붓는 소리	18.2	변기 물 내리는 소리	18.2
12	얼음 떨어지는 소리	23.5	기침하는 소리*	17.6	기관총 소리	18.2	시계초침소리*	18.2
13	시동거는 소리	23.5	통화중 소리	17.6	지퍼소리*	22.7	트립하는 소리*	18.2
14	양치하는 소리*	23.5	양치하는 소리*	17.6	하품하는 소리	22.7	볼링 소리	22.7
15			얼음 떨어지는 소리	23.5	발소리	22.7		
16			헬리콥터 소리	23.5	트립하는 소리*	22.7		
17			시동거는 소리	23.5				
18			볼링 소리	23.5				

소음하에서 박수 소리, 소 우는 소리, 웃는 소리에 대해 64.7%의 비교적 높은 정반응율을 보였다. 이 세 가지 환경음은 쉬는 시간 소음하에서도 비교적 높은 인지도(52% 이상)를 보인 환경음이었다. 인공와우 착용 아동군은 수업 직전 소음 상황에서 자판치는 소리, 박수 소리, 아기 울음 소리에 대해 평균 63% 이상의 인지도를 보였고, 쉬는 시간 소음하에서는 웃는 소리와 아기 울음 소리에 대해 역시 63% 이상의 인지도를 보였다. 두 가지 소음상황에서 두 아동군 모두 공통적으로 비교적 우수한 인지도를 보인 환

경음 종류를 Table 1에 *로 표기하였다. 종합하여 정리하면, 두 그룹이 소음종류에 상관없이 공통적으로 비교적 높은 정반응율(40% 이상)을 보인 환경음은 박수 소리, 소 우는 소리, 웃는 소리, 사이렌 소리, 아기 울음 소리, 자판치는 소리였다.

Table 2는 보청기 및 인공와우 착용 아동군이 소음하에서 25% 이하의 정반응을 보인 환경음을 가장 많은 오류를 보인 순서대로 나열한 것이다. 소음의 종류에 관계없이 두 난청군 모두 한숨쉬는 소리에 대해 6% 미만의 정반응율을

보였다. 바람부는 소리의 경우에는 쉬는 시간 소음하에서 보청기 착용 아동군 17명 중 한 명도 정확히 인지하지 못하였다. 인공와우 착용 아동군은 두 가지 소음하에서 한숨 쉬는 소리, 양치하는 소리, 말울음 소리, 헛기침 소리에 대해 공통적으로 10% 이하의 정반응율을 보였다. 두 아동군 모두 소음종류에 상관없이 공통적으로 어려움을 보인 (25% 이하의 인지도) 환경음은 한숨쉬는 소리, 바람 부는 소리, 기침하는 소리, 시계초침 소리, 말울음 소리, 헛기침 소리, 트림하는 소리, 지퍼소리, 양치하는 소리로 모두 9개였으며 Table 2에서 *로 표시하였다.

2) 단음절 인지 오류패턴

보청기 및 인공와우 착용 아동이 단음절 인지시 보인 오류율을 듣기상황별로 확인하였다. 보청기 및 인공와우 착용 아동군 모두 소음종류에 상관없이 가장 높은 오류율을 보인 오류종류가 무응답(60% 이상), 그 다음이 다른 단어로 대답(2개 이상의 음소가 틀린 경우)한 경우였고(대략 20~30%), 그 외 대치, 첨가, 생략의 오류 중 가장 빈번하게 나타난 오류 종류는 초성자음 대치(2~5%)였다. 따라서 각 듣기상황에서 두 대상군이 어떤 음소에서 대치, 첨가, 생략의 오류를 보였는지 그 결과(오류개수)를 확인하였다. 보청기 착용 아동의 경우 수업직전 소음하에서는 /s/→/z/의 초성자음 대치를 3회 보였고, 쉬는 시간 소음하에서는 /s/→/ʒ/의 초성자음 대치를 4회, 초성자음 /z/ 생략이 3회 보였다. 인공와우 착용 아동의 경우, 수업직전 소음상황에서 가장 빈번한 오류로는 /r/→/g/의 모음 대치가 6회, /s/→/z/의 초성자음 대치가 6회였으며, 쉬는 시간 소음상황에서 빈번했던 오류로는 초성자음 대치 /z/→/ʒ/이 4회, 종성자음 대치 /r/→/o/이 4회, 종성자음 /r/ 생략이 4회로 나타났다.

DISCUSSIONS

본 연구의 모의실험 결과 건청아동은 교실소음 종류에 상관없이 95% 이상의 환경음, 문장인지도와 75% 이상의 단어인지를 보여 본 연구에서 녹음한 교실소음 상황에서 목표음을 인지하는데 큰 어려움이 없었다. 이에 비해 보청기 및 인공와우 착용 아동군은 같은 듣기상황에서 평균 10% 미만의 매우 저조한 인지능력을 보였다. 이처럼 대상 아동이 매우 낮은 인지능력을 보인 이유 중 하나로 대상 난청아동의 수화 사용정도가 높았기 때문으로 추정한다. 실제로 17명의 보청기 착용 아동 중 11명이, 22명의 인공와우 착용 아동 중 10명이 일상생활의 80% 이상을 수화

로 의사소통하고 있었다. 의사소통 시 100% 수화만 사용한다고 대답한 보청기 착용 아동 6명의 보청기 착용기간은 평균 6년이었고, 인공와우 착용 아동 중 100% 수화만 사용한다고 대답한 3명의 평균 착용기간은 4.17년이었던 점을 미루어 보아, 위 아동들은 보장구 종류에 상관없이 오랜 보장구 착용에도 불구하고 수화만을 사용해왔음을 알 수 있다. 따라서 본 연구결과를 특수학교에 재학 중이고 평상시 수화를 주로 사용하는 일부 난청아동의 현실을 반영한다고 볼 수 있으나, 수화를 거의 사용하지 않는 일반 학교 통합과정에 재학 중인 난청아동군의 결과로 일반화시켜서는 안될 것이다.

앞서 기술한 바와 같이 본 연구대상자의 수화 사용정도가 클수록 소음하 환경음, 문장, 단어인지도와 모두 유의하게 저조하였고, 일상생활 속 수화 사용정도가 클수록 CHAPPS 점수와 숫자단기기억력 또한 유의하게 낮았다. 그 뿐 아니라 독립표본 *t* 검정을 추가로 실시하여 평소 100% 수화를 사용한다고 대답한 보청기 착용 아동 6명과 수화를 80% 사용한다고 대답한 보청기 착용 아동 5명의 결과를 비교하였다. 분석결과 수화를 100% 사용하는 아동이 80% 사용 아동보다 유의하게($p < .05$) 낮은 환경음 인지능력($t(9) = 2.35$) 저조한 CHAPPS 청각처리능력($t(9) = 3.76$)을 보였다. 따라서 단순히 TC, OC 그룹으로 분류하여 난청아동의 인지능력을 비교할 경우 수화 사용정도가 정확히 반영되지 않으므로 이에 의한 영향이 분명하게 드러나지 않을 수 있음에 주의해야겠다. 본 연구결과와 유사하게 인공와우 이식 아동의 말지각 특성에 대해 알아본 이수현(2006)의 연구에서도 대상아동 28명 중 수화를 주된 의사소통 방법으로 사용하는 아동의 말지각 점수가 가장 낮았음을 보고하였다. Hodges et al.(1999) 또한 TC 프로그램에 참여한 인공와우 착용 아동보다 OC를 통해 재활을 받고 있는 아동이 다양한 종류의 어음평가에서 모두 우수한 인지도를 보였고, 여러가지 변인(의사소통 방식, 인공와우 착용 기간, 수술시기, 인공와우 장치 타입, 사회/경제적 위치, 배치된 학교, 이중언어사용 및 재활 여부 등) 중 아동의 의사소통방식만이 어음인지능력과의 유의한 상관성을 가졌다고 보고하였다. 81명의 인공와우 착용 아동을 장기간(5~13년) 추적 관찰한 연구(Waltzman et al., 2002)에서도 OC 아동군이 TC 아동군에 비해 더 낮은 어음인지력을 보였다. 위 선행연구 결과와 본 연구결과를 종합하여 보면, 수화의 사용이 구어발달과 의사소통에 오히려 도움이 될 수 있다는 Weber & Weber(1981)의 주장과 모순된다. 물론 수화의 사용이 구어의 발달에 도움이 되는지 아닌지에 대한 의견은 아직 일치되지 않았으므로 향후 연구가 필요하겠지만, 본 연구결과를 통해 적어도

보장구 착용 후 청각자극만으로 언어인지능력이 향상되기를 기대한다면 여러가지 상황을 고려하여 신중히 의사소통 방식을 선택하여야 할 것이다.

본 연구결과에서는 수화 사용정도 외에 청각처리능력, 단기기억력 모두 소음하 인지도와 유의한 상관성을 보였다. Ferguson et al.(2011)은 소음하에서 주의집중을 못하는 아동이 소음하에서 인지하는데에도 어려움이 크고, 이러한 결과가 CHAPPS 점수에 반영됨을 보고하였다. 박소현 & 방정화(2011) 또한 복잡한 과제 수행 시 인공와우 착용아동의 작업기억과 문장이해력, 문장인지도 간 유의미한 상관관계가 있었음을 보고하였다. 43명의 인공와우 착용 아동을 대상으로 digit span과 어음인지능력 간의 상관성을 연구한 Pisoni & Geers(2000)는 forward digit span 결과가 좋을수록 다양한 목표 어음(WIPI, LNT, BKB, Chive VE, VIDSPAC)을 이용한 인지검사 결과 모두 유의하게 좋았다. Pisoni & Geers는 이러한 결과가 관찰된 요인 중 하나로 TC 아동보다 OC 아동이 작업기억력이 좋아 어음인지능력 또한 좋았을 것이라고 보고하였고, 작업기억력 측정의 필요성을 강조하였다. 본 연구에서도 수화 사용정도가 적은 아동일수록 유의하게 높은 digit span을 보여 위 연구의 주장을 뒷받침하였다. 이러한 결과를 고려하여, 향후 TC 아동 혹은 수화를 비교적 많이 사용하는 난청아동의 재활 및 교육 시 작업기억 용량을 증가시킬수 있는 훈련을 시행해보고 이것이 어음인지와 학습능력 향상으로 발전할 수 있는지 추적관찰하는 연구가 필요할 것으로 생각한다.

본 연구결과에서 기술한 바와 같이 난청아동군의 소음하 인지도 내 개인차는 다소 큰 편이었고, 특히 환경음 인지도가 좋았던 난청아동이 문장 및 단음절의 인지도 역시 우수하였음을 확인하였다. 본 연구의 교실소음하 난청아동의 환경음 인지 오류패턴과 선행연구의 인공와우 및 보청기 착용 아동 혹은 성인의 환경음 오류패턴을 비교한 결과 유사한 경향을 확인하였다. 먼저 본 연구의 난청아동군이 가장 높은 인지도를 보인 환경음은 박수 소리, 소 우는 소리, 웃는 소리, 사이렌 소리, 아기 울음 소리 등이었다. 본 연구와 동일한 환경음을 소음없이 제시한 변은지(2010), 이재희 & 김지희(2011), Shafiro et al.(2011)의 연구를 살펴보면, 6-12세 인공와우 착용 아동의 환경음 인지도를 측정한 변은지(2010)도 본 연구에서 인지도가 높았던 위 6가지 환경음 제시 시 70% 이상의 우수한 인지도를 확인하였다. 인공와우 착용 성인을 대상으로 환경음 인지도를 측정한 이재희 & 김지희(2011)의 연구결과에서도 박수 소리, 소 우는 소리, 웃는 소리에 대한 인지도가 우수하게 나타났고, Shafiro et al.(2011) 역시 웃는 소리에 대해

인공와우 착용 성인이 75% 이상의 높은 인지도를 보였음을 보고하였다. 반면, 본 연구에서 오류빈도가 높았던 환경음은 한숨쉬는 소리, 바람부는 소리, 기침하는 소리, 시계 초침 소리, 말울음 소리, 헛기침 소리, 트림하는 소리, 지퍼 소리, 양치하는 소리 등이었는데, 변은지(2010), 이재희 & 김지희(2011)의 연구에서 인공와우 착용 아동 및 성인이 트림하는 소리, 지퍼소리 인지 시 매우 어려움을 보였으며, Shafiro et al.(2001)의 연구에서도 본 연구결과와 마찬가지로 한숨쉬는 소리, 바람부는 소리, 지퍼소리, 양치하는 소리 등에 대해 인공와우 착용 성인이 25% 이하의 낮은 인지도를 보였다. 이처럼 많은 연구에서 공통적으로 높은 인지도를 보인 환경음의 특징은 대체로 반복적 패턴이 강하고 실생활에서 쉽게 들을 수 있는 소리였고, 반면 낮은 인지도를 보인 소리는 비교적 제시시간이 짧고 반복 패턴이 적은 소리임을 확인하였다. 그 외, 본 연구 뿐 아니라 최근 다양한 연구에서 난청인의 환경음과 어음인지 간 상관성이 확인하였으므로(이재희 & 김지희, 2011; Inverso & Limb, 2010; Reed & Delhorne, 2005; Shafiro et al., 2011) 나이가 어린 유소아 혹은 선천적 난청아동에게 어음을 통해 초기 평가 및 청능훈련을 실시하기 어려운 경우 어음 대신 반복적 패턴이 많은 환경음을 이용하는 것이 적절할 것으로 생각한다.

마지막으로, 건청아동이 단어보다 문맥적 단서가 많은 문장을 인지하는데 더 좋은 수행력을 보였던 것을 고려하면 난청아동의 경우 소음하에서 문맥적 단서를 비교적 잘 사용하지 못하였다고 볼 수 있다. 본 연구와 유사하게 교실소음을 녹음하여 건청아동의 단음절, 이음절, 삼음절 인지도를 측정한 Jamieson et al.(2004)은 언어적 단서가 비교적 단서가 적은 단음절보다 더 많은 삼음절이나 이음절 인지 시 수행력이 더 좋았다고 보고하였다. Elliott(1979)는 11-13세 아동군이 문맥적 단서가 적은(low predictable) 문장을 인지할 때 14-17세 아동군에 비해 수행능력이 더 낮게 나타났으므로 나이가 어릴수록 어음을 인지할 때 언어적 지식을 활용하는데 있어 소음에 의해 더 많은 방해가 받는다고 밝혔다. 아동과 성인을 비교한 연구(Nittrouer & Boothroyd, 1990)에서 아동의 인지도가 성인에 비해 낮은 것은 아동이 의미론적 단서를 어음인지에 활용하는데 소음이 방해했기 때문이 아니라, 아동이 성인만큼 단서활용 능력을 아직 갖추지 못해서라고 설명하였다. 따라서 향후 아동, 특히 난청아동이 소음상황에서 문맥적 단서를 더 잘 활용할 수 있도록 청능훈련을 실시하고 훈련효과가 있는지 실생활에서도 일반화될 수 있는지 확인하여 이를 교육 및 재활에 활용할 수 있도록 해야겠다.

CONCLUSIONS

본 연구에서는 17명의 보청기 착용 아동과 22명의 인공와우 착용 아동을 대상으로 실제 교실소음을 녹음하여 소음하 환경음, 문장, 단음절의 인지도를 측정하였다. 본 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 보장구 종류에 상관없이 난청아동 모두 강도 변화가 심하고 복잡한 특성을 가지는 쉬는 시간의 소음보다 수업직전 소음하에서 더 높은 인지도를 보였다. 자극음의 종류에 따라서는 문장과 단음절 같은 어음보다 환경음의 인지도가 유의하게 좋은 것으로 나타나 소음하에서 어음 내 문맥적 단서를 사용하는데 어려움을 가졌다. 또한, 교실소음하에서 측정된 난청아동의 환경음인지도와 문장 및 단음절인지도 간 유의한 관련성이 있음을 확인하였으므로, 어음인지 측정이 불가능한 아동의 경우 환경음 인지도를 통해 어음인지를 예측할 수 있겠다. 둘째, 일상에서 수화를 많이 사용하고 청각처리능력과 단기기억력이 비교적 저조한 난청아동일수록 소음하에서 저하된 인지도를 보였다. 셋째, 환경음 오류패턴 분석 결과 보장구나 소음의 종류에 상관없이 인지하기 쉬웠거나 어려웠던 환경음이 유사하였으며, 특히 반복적 패턴이 많고 제시시간이 긴 환경음일수록 인지하기에 유리하였다. 소음하 단음절 오류패턴 분석 결과 두 난청군 모두 무응답 혹은 2개 이상 음소가 틀린 다른 대답의 오류빈도가 높았다.

중심단어 : 어음인지, 환경음인지, 교실소음, 수화 사용 정도 효과.

REFERENCES

- 김영태, 홍경훈, & 김경희 (2009). 수용-표현 어휘력 검사(Receptive and Expressive Vocabulary Test: REVT)의 개발연구. *언어청각 장애연구*, 14, 34-45.
- 김진숙, 임덕환, 홍하나, 신현옥, 이기도, 홍빛나 외 (2008). 한국표준 학령기용 및 학령전기용 단음절표 개발. *청능재활*, 4, 141-160.
- 박경숙, 정동영, & 정인숙 (2002). *KISE-KIT 검사요강*. 서울: 교육과학사.
- 박소현 & 방정화 (2011). 인공와우 착용 아동의 작업기억, 문장이해력과 문장인지도 간의 관계. *청능재활*, 7, 40-50.
- 변은지 (2010). 인공와우 착용 아동군의 단어 및 환경음 인지도와 오류패턴. *한림국제대학원대학교 석사학위논문*. 서울.
- 원경희 & 장현숙 (2010). 중추청각처리장애의 선별을 위한 아동청각처리능력척도 (CHAPPS)에 관한 연구. *청능재활*, 6, 137-145.
- 이수현 (2006). 학령기 인공와우이식 아동의 말산출 및 말지각 특성. *한림대학교 보건대학원 석사학위논문*. 춘천.
- 이재희 & 김지희 (2011). 인공와우 및 보청기 착용자의 단음절 및 환경음인지도와 오류패턴 비교. *청능재활*, 7, 28-39.
- 장현숙, 이정학, 임덕환, 이경원, 전아름, & 정은조 (2008). 문장인지검사를 위한 한국표준 문장표 개발. *청능재활*, 4, 161-177.
- Crandell, C. C. (1993). Speech recognition in noise by children with minimal degrees of sensorineural hearing loss. *Ear and Hearing*, 14(3), 210-216.
- Crandell, C. C. & Bess, F. (1986). Speech recognition of children in a "typical" classroom setting. *The American Speech-Language-Hearing Association*, 28, 82.
- Crandell, C. C. & Smaldino, J. J. (2000). Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Language, Speech & Hearing Services in Schools*, 31, 362-370.
- Dowell, R. C., Dettman, S. J., Hill, K., Winton, E., Barker, E. J., & Clark, G. M. (2002). Speech perception outcomes in older children who use multichannel cochlear implants: older is not always poorer. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 189, Suppl., 97-101.
- Elliott, L. L. (1979). Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66, 651-653.
- Elliott, L. L., Connors, S., Kille, E., Levin, S., Ball, K., & Katz, D. (1979). Children's understanding of monosyllabic nouns in quiet and in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(1), 12-21.
- Fallon, M., Trehub, S. E., & Schneider, B. A. (2000). Children's perception of speech in multitalker babble. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108, 3023-3029.
- Ferguson, M. A., Hall, R. L., Riley, A., & Moore, D. R. (2011). Communication, listening, cognitive and speech perception skills in children with auditory processing disorder (APD) or specific language impairment (SLI). *Journal of Speech and Hearing Research*, 54, 211-227.
- Finitzo-Hieber, T. & Tillman, T. W. (1978). Room acoustics effects on monosyllabic word discrimination ability for normal and hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21(3), 440-458.
- Hodges, A. V., Dolan, A. M., Balkany, T. J., Schloffman, J. J., & Butts, S. L. (1999). Speech perception results in children with cochlear implants: Contributing factors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 121(1), 31-34.
- Howard, C. S., Munro, K. J., & Plack, C. J. (2010). Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *International Journal of Audiology*, 49(12), 928-932.
- Inverso, Y. & Limb, C. J. (2010). Cochlear implant-mediated perception of nonlinguistic sounds. *Ear and Hearing*, 31(4), 505-514.
- Jamieson, D. G., Kranjc, G., Yu, K., & Hodgetts, W. E. (2004). Speech intelligibility of young school-aged children in the presence of real-life classroom noise. *Journal of the American Academy of Audiology*, 15(7), 508-517.
- Nittrouer, S. & Boothroyd, A. (1990). Context effects in phoneme and word recognition by young children and older adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87(6), 2705-2715.

- Osberger, M. J., Zimmerman-Phillips, S., Barker, M., & Geier, L. (1999). Clinical trial of the CLARION cochlear implant in children. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 177, Suppl., 88-92.
- Picard, M. & Bradley, J. S. (2001). Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology*, 40(5), 221-244.
- Pisoni, D. B. & Geers, A. E. (2000). Working memory in deaf children with cochlear implants: Correlations between digit span and measures of spoken language processing. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 185, Suppl., 92-93.
- Quittner, A. L. & Steck, J. T. (1991). Predictors of cochlear implant use in children. *The American Journal of Otolaryngology*, 12, Suppl. 89-94.
- Reed, C. M. & Delhorne, L. A. (2005). Reception of environmental sounds through cochlear implants. *Ear and Hearing*, 26(1), 48-61.
- Rhebergen, K. S., Versfeld, N. J., & Dreschler, W. A. (2008). Prediction of the intelligibility for speech in real-life background noises for subjects with normal hearing. *Ear and Hearing*, 29, 169-175.
- Shafiro, V. (2008). Development of a large-item environmental sound test and the effects of short-term training with spectrally-degraded stimuli. *Ear and Hearing*, 29, 775-790.
- Shafiro, V., Gygi, B., Cheng, M. Y., Vachhani, J., & Mulvey, M. (2011). Perception of environmental sounds by experienced cochlear implant patients. *Ear and Hearing*, 32(4), 511-523.
- Waltzman, S. B., Cohen, N. L., Green, J., & Roland, J. T. Jr. (2002). Long-term effects of cochlear implants in children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 126(5), 505-511.
- Weber, J. L. & Weber, S. E. (1981). Communication skills of a 4 year old deaf child. *Sign Language Studies*, 31, 5-15.