

병리적 음성에 대한 언어습득 이후 인공와우이식 성인의 청지각적 변별특성과 중재 프로그램의 효과

The Effect on Intervention Program and Auditory-Perceptual Discrimination Feature of Postlingual Cochlear Implant Adults about Pathological Voice

배 인 호¹⁾ · 김 근 효²⁾ · 이 연 우³⁾ · 박 희 준⁴⁾ · 김 진 동⁵⁾ · 이 일 우⁶⁾ · 권 순 복⁷⁾

Bae, Inho · Kim, Geunhyo · Lee, Yeonwoo · Park, Heejune · Kim, Jindong · Lee, Ilwoo · Kwon, Soonbok

ABSTRACT

In the present study, we investigated ability of recognition of auditory perception with regards to the quality of voice in postlingual CI adults and proposed a training program to improve within subject reliability. A prospective case-control study was conducted in adults with 7 postlingual deaf who received a CI surgery and 10 normal hearing controls. The pre and post test and training program included parameters of consensus auditory-perceptual evaluation of voice(CAPE-V) with pathological voice sample by using Alvin. In results of pre-post test for monitoring improvements of internal reliability for listeners via the training program, there was statistically significant difference in both test and group. There was statistically significant difference in internal reliability between pre-post test in the normal hearing group, the result was no significant in the CI group. The present study found that CI adults showed less ability in awareness of voice quality compared to normal hearing group. Also the training program improved pitch and loudness in CI adults.

Keywords: Postlingual, CI, Alvin, CAPE-V

1. 서 론

최근 들어 삶의 질(quality of life)이 주요한 지표로 대두됨에 따라 음성이 삶의 질에 영향을 미친다는 여러 연구들과 더불어 음성에 대한 관심과 요구들이 과거에 비해 증대되고 있다(Aronson, 2011). 그에 따라 음성의학, 음성학, 심리학, 음성공학 등 여러 분야에서 음성의 지각적 특성 또는 병리적 특성에 관심을 가지고 연구들이 진행되고 있다(Maryn et al., 2010).

- 1) 양산부산대학교병원, voicebae@gmail.com
- 2) 부산대학교병원, kimguunhyo@gmail.com
- 3) 부산대학교병원, slpleeyw@gmail.com
- 4) 춘해보건대학교, voice@ch.ac.kr
- 5) 부산가톨릭대학교, jdkim@cup.ac.kr
- 6) 양산부산대학교병원, entgate@gmail.com
- 7) 부산대학교, sbkwon@pusan.ac.kr, 교신저자

접수일자: 2015년 4월 30일
수정일자: 2015년 5월 19일
게재결정: 2015년 5월 22일

이러한 음성을 분류하고 평가하는 주관적 방법 중 청각심리학적 평가는 청자가 화자의 음성을 귀로 들었을 때 인지되는 기식성(breathy), 긴장성(strained) 조조성(rough) 등의 특징으로 음성의 정도를 척도화하는 평가방법으로 일본음성언어의학회의 청지각적인 평가인 GRBAS가 있고 최근에는 강도와 음도를 포함시킨 Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V)가 많이 사용되고 있다. 다양한 객관적 평가가 있음에도 불구하고 주관적인 평가인 청지각적 평가는 음성장애평가에서 황금율(gold standard)로 간주되어 왔다(Kreiman & Gerratt, 2005). 음질(voice quality)은 심리적 표상(mental representation)으로 구현되는 지각적 현상으로 이러한 지각적 특징은 보다 더 직관적인 의미를 가지고 있고 많은 도구적 평가보다 청자들 사이에 사실성을 잘 반영하기에 인간의 음질을 가늠하는 수단으로 사용되어 왔다(Kelchner, 2010).

청지각적 평가는 심리적 표상에 기반하고 있기에 정확한 변별을 위해 무엇보다 병리적 음성에 대한 청자의 범주적 지각(categorical perception) 형성을 전제로 하고 있다(Goldstein

2013), 그러나 지각적 특성에 기반하기 때문에 청자의 내적기준의 변화, 청자의 경험, 척도 스케일의 형태, 평가샘플 등에 민감하게 반응하게 되어 청자 신뢰도의 적절성이 부족하다는 비판을 받아왔고 그로 인해 청지각적 훈련프로그램을 통해 청자 내에서 음성에 대한 심리적 표상을 학습시킴으로 보다 나은 일치도를 얻기 위한 노력들이 계속되어 왔다. 청지각적 변별 능력의 향상은 음성에 대한 지속적인 청각적 모니터링 능력과 순간 청각조절 능력(moment-to-moment auditory control)의 향상을 의미하며 음질을 비롯한 초분절적 요소에 대한 범주적 지각 능력이 형성되었다고 간주 할 수 있기에 훈련의 필요성이 강조되어 왔다(Schuppert et al., 2000).

인공와우이식 성인들의 발성 특징에서도 청지각적 평가에서 요구되는 능력들과 유사한 특징들의 부재를 관찰 할 수 있다. 인공와우이식 성인들은 수술 전 청력손실로 인한 청각적 피드백의 부재와 수술 후에도 익숙하지 않은 전기적 자극에 대한 반응으로 인해 심리적 표상의 재인에 어려움을 겪어왔다(Lejska & Mojmir, 2004; Gfeller et al., 2007). 청력손실로 인해 청자 내 내적기준의 변화가 나타나게 되고 청각적 경험의 상실로 인해 언어 및 음성 변별력이 떨어지게 된다. 또한 청각 피드백 사이클의 단절로 청지각적 능력이 저해되고 결국 과도한 후두의 근긴장, 기식성, 비성, 음도일탈, 강도변이 등의 음성문제를 수반하게 된다(전은옥 & 고도홍, 2007; 배인호 등, 2014). 이러한 문제들을 극복하기 위해 인공와우이식 후 훈련을 통해 인지적 경험을 증가시키고 청각 피드백의 재생과 범주화를 가속시키는 치료들을 받게 된다. 언어습득 후 농성인들(post-lingual deafness adults)의 경우 언어습득 이전 농성인과 달리 의사소통 수단으로 음성과 청취를 경험하여 발성과 관련된 신경근의 조절이 학습되어져 있고 청각적 경험에 노출되어져 있어 위와 같은 문제들이 언어습득이전 농성인들(pre-lingual deafness adults)에 비해 덜 한 것으로 알려져 있다(Hocevar, 2005, Evans & Deliyski, 2007). Gfeller 등(2002)은 언어습득 후 인공와우이식 성인들은 상대적으로 언어습득 전 이식성인들에 비해 청각적 수행력 및 말지각 능력의 습득이 용이하다고 보고하고 있다.

언어적 수준이 정상인과 가까워짐에 따라 인공와우이식 성인들은 다양한 초분절적 요소들에 대한 요구들 또한 증가하게 된다(Mariana et al., 2003). 그러나 인공와우이식 대상자들은 하모니(harmony), 음색(timbre), 선율(melody), 리듬(rhythm) 등과 같은 음악적 특성에 대한 변별이 정상청력인들에 비해 떨어지고 습득에 있어서도 분절적 요소에 비해 더 많은 노력이 요구된다(Gfeller, 2005). 그 중 리듬이나 멜로디와 같이 음도-강도 특성과 관련된 요소의 변별은 상대적으로 양호하지만 음향학적 특성에 대해 주관적인 지각적 요소가 반영되는 음색과 같은 요소에서 특히 더 어려움을 겪는다. 음색의 경우, 주파수 스펙트럼(frequency spectrum)과 진폭 포락선(amplitude envelope)

의 변화와 관련되어 있는데 인공와우의 경우 스펙트랄 형태로 음성신호가 처리되기 때문에 더 어려움을 겪게 된다(Hugh, 2004).

병리적 음성 또한 다양한 음성의 색(tone color) 중 하나로 인공와우이식 대상자들에게 어려운 변별과제 중 하나이다. 소음상황에서의 음성 인식은 넓은 주파수대역을 포함하게 되고 특히 상대적으로 고주파수 지각에서 어려움을 겪는 인공와우이식 대상자들의 변별능력을 제한시키게 된다(Hocevar-Boltezar et al., 2005). 병리적 음성은 약한 배음구조와 강한 소음성 에너지, 주기성의 붕괴 등으로 인해 높은 Noise to harmonic ratio (NHR), jitter(JIT), shimmer(SH) 등의 음향학적 특징을 가지고 있어 인공와우이식 대상자들이 지각하는데 어려움을 겪을 수 있다. Hocevar-Boltezar 등(2005)의 연구를 보면 농환자들의 경우 인공와우이식 24개월 후에 JIT, SH, NHR가 향상되었고 이는 청각 피드백이 재생과 더불어 청각적 조절능력이 향상됨에 따라 음질에 대한 지각능력이 향상된 결과라고 보고하고 있다.

이러한 관점에서 말지각 훈련과 더불어 인공와우이식 성인들의 보다 높은 발성수행력 및 음질과 관련한 청지각적 능력을 향상시키기 위한 프로그램들이 요구된다. 현재 정상인들을 대상으로 한 청지각적 훈련프로그램들은 이전의 연구들을 통해 제시된 바 있으나 특수한 장비가 요구되거나 조작성의 어려움, 피드백의 부재 등이 제한점으로 나타났고 기존의 병리적 음성에 대한 청지각적 훈련 프로그램의 제한된 사용성으로 인해 이를 보완하기 위한 전산화된 프로그램들이 개발되었다(Eadie & Baylor, 2006; 최양규 & 강선정, 2010; 이영아, 2010). 그러나 여러 가지 지각 실험 프로그램도구들이 있었지만 고가이거나 비전문가들이 활용하기에 어려움이 있었다. 그러나 오픈소스 프로그램인 alvin은 스크립트를 이용하고 프로토타입의 스크립트를 제공하여 주기에 치료와 연구목적에 맞게 쉽게 수정가능하며 경험에 맞게 인터페이스를 구성할 수 있다.

인공와우이식 대상자들의 분절음과 음도, 강도 지각에 관련된 연구들은 많이 있으나 음질 지각과 관련된 연구들이나 언어습득 이후 청력손실 인공와우이식 성인을 대상으로 한 연구들은 미미한 실정이다. 또한, 이러한 음질과 관련된 요구들에 부합하는 치료 프로그램 역시 부족한 현실이다.

따라서, 이 연구에서는 언어습득 후 인공와우이식 성인과 정상청력 성인들을 비교하여 병리적 음성에 대한 청지각적 변별 능력을 알아보고 치료에 활용 가능한 전산화된 청지각적 훈련프로그램을 개발하여 이를 통한 청지각적 재인능력의 향상 정도를 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

대상자는 총 17명으로 부산소재 대학병원에서 고도난청 이

상으로 인공와우이식 수술을 받은 성인 중 언어습득 후 청력 손실 성인 7명을 실험집단으로 하였고 정상청력을 가진 10명을 통제 집단으로 하였다. 대상자의 정보는 <표 1>과 같다.

표 1. 언어습득 후 인공와우이식 대상자 특성
Table 1. Characteristic of subject with postlingual CI

	Age	Sex	Duration of hearing loss	Duration of implant use	Hearing threshold
1	47	F	2y	7y	Rt. 34dB, Lt deaf
2	38	F	3y	6y	Rt. 26dB, Lt deaf
3	42	F	8y	5y	Lt. 32dB, Rt deaf
4	35	M	10y	5y	Rt. 35dB, Lt deaf
5	48	F	20y	6y	Rt. 25dB, Lt deaf
6	33	F	21y	7y	Rt. 18dB, Lt deaf
7	52	M	13y	3y	Rt. 20dB, Lt deaf

언어습득 후 인공와우이식 성인들은 CAP score 7점 이상이고 문장언어평가 상 80% 이상으로 구어를 통한 의사소통에 어려움이 없는 자들로 음장 청력검사(Freefield audiometry)에서 인공와우 착용 후 교정 청력역치가 평균 27.14dB HL(SD=6.74, range=18~35), 연령은 평균 42.14세(SD=7.15, range 33~52), 청력손실기간은 평균 11년(SD=7.42, range 2~21), 인공와우 착용기간은 평균 5.28년(SD=7.51, range=3~7)이었다. 정상청력 집단은 Pure tone audiometry (PTA) 상 25dB 이하이고 이과적 병력 및 발성과 조음에 제한이 없는 자들로 청력역치가 평균 10.1dB(SD=3.87, range=4~15), 연령이 평균 27.5세(SD=3.14, range 20~35)이었다.

2.2. 실험 도구

2.2.1. 실험 샘플

청지각적 재인 능력을 보기 위한 평가와 중재프로그램은 CAPE-V(ASLHA, 2005)의 변수(Overall severity, Roughness, Breathiness, Strain, Pitch, Loudness)를 이용하였다. CAPE-V는 미국언어병리협회(American speech language hearing association: ASHA)의 홈페이지(<http://www.asha.org/Forms/Cape-V-Form>)에서 다운받을 수 있다.

사전-사후 평가에 사용된 음성샘플은 성대질환으로 이비인후과에 내원한 환자들의 음성 샘플(연장모음 /아/) 중 객관적 음성검사 상 JIT(1.04%), SH(3.81%), NHR(0.19)이 정상 기준 이하인 샘플들 중 10개를 무선채집 하였다. 해당 샘플들은 음성검사실에서 언어치료사에 의해 실시되었고 검사실 내에 위치한 방음부스 안에 Computerized Speech Lab 4500(Kay Electronic, USA)과 단일지향성 다이내믹 마이크인 Shure SM48(Shure Inc, USA)을 이용하여 녹음되었다. 녹음 된 샘플은 Praat(Paul Boersma, Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, The Netherlands)을 이용하여 발화 시작과 끝을 제외한 중간 부분의 안정구간 2초를 추출하였고 청지각적 평가

를 위해 발화 전 500ms의 묵음구간을 삽입하여 조정(trimming)하였다. 표본 속도(sampling rate) 44.1kHz, 양자화 16bit, wav 형태로 저장되었다.

중재프로그램에 사용된 음성샘플은 Hirano(1981)의 GRBAS (Grade, Roughness, Breathiness, Aesthenia, Strain) 훈련을 위해 일본음성언어의학회에서 제공 한 훈련음성샘플 중 R(rough), B(Breathy), S(Strained)을 이용하였다. 사전-사후 평가 시와 동일하게 praat을 이용하여 조정하였고 강도의 변화를 주기 위해 일반적인 대화강도(conversational sound)인 65dB를 기준으로 최소 45dB(soft sound)에서 최대 85dB(loud sound)까지 10dB 간격으로 총 5개의 강도수준(soft - little soft - normal - little loud - loud)으로 샘플을 조작(manipulation)하였다. 음도의 변화를 주기 위해 120Hz 수준으로 조작한 후 강도와 유사하게 위아래 20Hz 간격으로 총 5개의 음도수준(low - little low - normal - little high - high)으로 구성하였다. R, B, S 각 샘플에서 강도와 강도에 대한 조작이 이루어 졌고 총 300개의 샘플을 중재훈련을 위한 샘플로 준비하였다.

2.2.2. 평가 및 중재프로그램

사전-사후 평가와 중재프로그램은 Alvin(Hillenbrand, 2007)을 이용하여 연구목적에 맞게 스크립트를 수정하여 만들었다. Alvin은 청취실험을 위해 개발된 프로그램으로 주로 인지실험 항목들로 구성되어 있다. C++를 기반으로 하여 Tcl 스크립트 언어로 짜여져 있어 자극제기 순서와 종류, 자극과 검사항목 간의 시간, 반응기록방식 등 실험의 구체적인 구성요소들을 연구자의 목적에 맞게 재구성하여 사용할 수 있다. 사전-사후 평가프로그램은 CAPE-V의 방식에 따라 100mm Visual analog scale(VAS)로 사용하여 병리적 음성의 심한정도를 측정하였다. CAPE-V에서 사용하는 VAS는 GRBAS의 4점 척도에 비해 상대적으로 신뢰도가 높은 것으로 나타나 이 연구에서 활용하였다(이옥분 & 김소연, 2009; Karnell et al., 2007).



그림 1. Alvin을 이용한 중재프로그램
Figure 1. Intervention program using Alvin

<그림 1>에서 보는 바와 같이, 중재프로그램은 5점 등간척도를 이용하여 심한정도가 다른 두 샘플을 연속하여 듣고 심한 정도의 차이 즉, 유사한 정도를 점수화하는 유사성 척도(proximity rating)를 이용하여 훈련프로그램을 구성하였다. 대상자가 연속된 두 샘플을 듣고 유사한 정도를 채점하고 나면

피드백으로 두 샘플의 차이를 GRBAS 음성훈련 샘플의 기준으로 제공하여 주었다. 정확하게 유사한 정도를 파악할 수 있을 때까지 반복하여 다시 들을 수 있도록 구성하였고 모든 샘플 들은 프로그램에 의해 랜덤으로 제시되었다. 검사 결과는 컴퓨터에 의해 검사-재검사의 차를 자동으로 계산하여 *.txt 문서로 저장되도록 하였다.

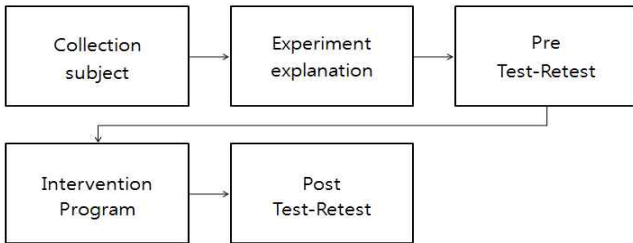


그림 2. 실험 순서도
Figure 2. Experimental procedure

2.3. 실험 절차

전향적 증례-대조군 연구(Prospective case-control study)로 실험은 사전-사후 실험 설계로 구성되었다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 전체적인 실험 절차는 다음과 같다.

첫째, 실험을 위해 언어습득 이후 인공와우이식 집단과 정상청력 집단을 대상으로 모집하였다. 둘째, 사전 검사 전에 실험을 위해 대상자들에게 실험에 관한 설명을 충분히 제공한 후 실험을 진행하였다. 청지각적 평가의 외적기준을 통일하기 위해 Chan(2002)의 연구를 바탕으로 청지각적 평가 척도의 평가방법 및 기준을 설명하였고 이에 대해 대상자들은 검사자와 논의하였다. 셋째, 인공와우이식 성인이 병리적 음성을 얼마나 일관되게 지각하는지를 살펴보기 위해 사전검사를 실시하였다. 사전검사의 검사-재검사 점수 차이는 병리적 음성에 대한 일관 된 반응 정도를 나타내는 것으로 음질에 대한 범주적 지각 능력을 나타내는 것이다. 준비 된 병리적 음성 샘플을 이용하였고 평가에 사용 될 10개의 샘플과 학습효과를 배제하기 위한 20개의 샘플이 포함된 검사 세트를 반복하여 2번, 총 60개의 샘플을 청취하도록 하였다. 샘플을 랜덤으로 제시되었고 대상자들은 청지각적 판단이 설 때까지 음성샘플을 반복하여 들을 수 있도록 하였다. 넷째, 사전 검사 실시 후 청지각적 변별 능력과 범주적 지각을 향상시키기 위한 중재 프로그램을 실시하였다. 중재프로그램은 준비 된 GRBAS 샘플 300개를 이용하여 회기당 30분씩 5주에 걸쳐 총 15회 실시하였다. 다섯째, 중재프로그램이 종료 된 후 다음 회기에 사전검사와 동일한 방식으로 사후검사를 실시하였다.

사전-사후 검사 및 중재프로그램은 음압측정기(SL-4010, Lutron, Twain) 기준 50dB A 이하의 조용한 환경에서 노트북을 이용하여 실시하였고 정상청력 집단은 HD650 헤드폰 (Sennheiser, Germany)을 이용하여 청취하였고 인공와우이식 성

인집단은 인공와우전용 오디오케이블을 이용하여 인공와우의 외부장치와 연결하여 청취하였다.

2.4. 통계 처리

이 연구에서 사전-사후 검사점수는 각 검사 시 음성샘플을 2번 반복하여 평가한 후 검사-재검사 점수의 차이(오차)를 일관성 점수로 하였다. 두 집단의 동질성을 보기 위해 사전 검사 점수에 대한 독립 t-검정을 실시하였다. 중재프로그램이 두 집단의 청자 내 일관성 진전에 미치는 효과를 보기 위해 전체 평가 점수에 대해 사전검사값을 공변인자로 하여 공변량분석(ANCOVA)를 실시하였고 각 매개변수에 대한 집단 내 일관성의 변화를 보기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test) 실시하였다. 분석은 SPSS 21.0을 이용하였다.

3. 연구 결과

3.1. 병리적 음성의 지각적 변별 정도

3.1.1. 중재 전 집단 간 차이

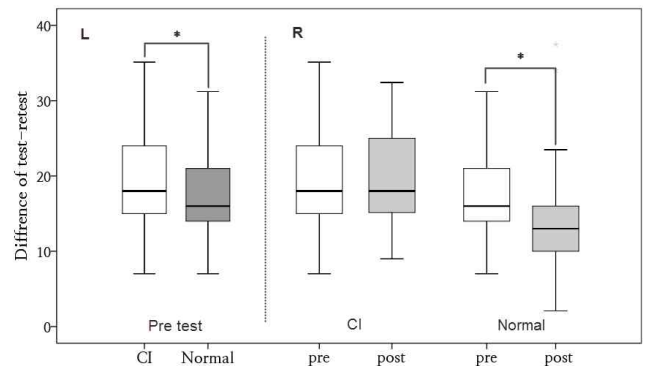


그림 3. 사전검사 점수에 대한 집단 간 비교(좌)
사전-사후 검사에 대한 집단 별 비교(우)

Figure 3. Comparison of pre-test between groups(L)
Comparison of pre-post test within groups(R)

<그림 3(좌)>에서 보는 바와 같이 인공와우이식 집단은 평균 19.4045(SD=6.94615)의 오차를 보였으며 정상청력 집단은 평균 17.4058(SD=5.67759)의 오차를 보여 정상청력 집단이 인공와우이식 집단보다 더 적은 오차를 나타내었으며 표준편차에서는 인공와우이식 집단의 변화폭이 더 큰 것으로 나타났다.

표 2. 두 집단의 사전검사에 대한 독립 t-검정
Table 2. Independent t-test for pre test

Factor	M	SD	df	t	Sig
CI	19.4045	6.94615	1018	5.042	.000**
Normal group	17.4058	5.67759			

*p<.05, **p<.01

중재프로그램 효과 분석에 앞서 두 집단 간의 동질성 또는 병리적 음성 지각에 있어 일관성의 차이를 보이는지를 알아보기 위해 전체 사전검사 값에 대해 독립 t-검정을 실시하였다. <표 2>와 같이 통계적으로도 두 집단 간에 유의미한 차이가 나타나 중재 전의 지각적 일관성은 정상청력 집단과 인공와우이식 집단 간에 차이가 나는 것으로 나타났다($t=5.042, p<.05$).

3.1.2. 중재 후 집단별 변화

<그림 3(우)>과 같이 중재 전과 비교하여 검사-재검사간의 일관성이 정상청력 집단은 23.72% 향상되었고 인공와우 집단은 2.93%의 향상을 보였다. 표준편차에서도 중재전과 비교하여 인공와우이식 집단은 10.09% 감소하였고 정상청력 집단은 41.2% 감소한 것으로 나타났다.

집단 내에서의 변화 정도를 살펴보기 위해 대응표본 t-검증을 이용하여 중재에 따른 변화를 살펴보았다. 그 결과 <표 3>과 같이 중재에 따른 사전-사후 검사 사이의 변화는 인공와우이식 집단에서는 유의미한 차이를 보이지 않은 반면, 정상청력 집단에서는 유의미한 차이를 보인 것으로 나타났다($t=20.388, p<.05$).

표 3. 두 집단의 사전-사후 검사의 변화
Table 3. Changing of pre-post test for both groups

		M	SD	t	Sig.
CI	pre	19.4045	6.94615	1.934	.054
	post	18.8348	5.72244		
Normal Group	pre	17.4058	5.67759	20.388	.000**
	post	13.2755	4.03819		

* $p<.05$, ** $p<.01$

3.2. 중재프로그램 효과

3.2.1. 중재 후 집단 간 차이

중재프로그램의 효과가 집단 간에 차이를 보이는지를 알아보기 위해 사전검사에서 집단 간 차이를 보인 사전검사 점수를 공변량으로 공분산분석을 실시한 결과, <표 4>와 같이 중재 효과에 있어서 집단 간에 유의미한 차이를 나타내었다 ($F=12.110, p<.05$).

표 4. 집단 간 중재효과 비교
Table 4. Intervention effect of between groups

	SS	df	ms	F	p
Intercept	7314.777	1	7314.777	448.111	.000**
Pre test	6887.486	1	6887.486	421.935	.000**
Group	5381.313	1	5381.313	329.665	.000**
Error	16601.073	1017	16.324		
Total	278227.562	1020			

* $p<.05$, ** $p<.01$

3.2.2. 항목 별 점수의 변화

두 집단 내에서 CAPE-V 각 항목의 진전 유무를 보기 위해 사전-사후 검사에 대해 대응표본 t-검정을 실시하였다.

표 5. CAPE-V 항목별 변화
Table 5. Changing of CAPE-V parameter

Factor		t	df	Sig
CI	G pre-post	-2.267	69	.027*
	R pre-post	.441	69	.660
	B pre-post	.368	69	.714
	S pre-post	-.045	69	.964
	P pre-post	6.074	69	.000**
	L pre-post	4.106	69	.000**
Normal Group	G pre-post	14.730	99	.000**
	R pre-post	7.717	99	.000**
	B pre-post	10.052	99	.000**
	S pre-post	2.425	99	.017*
	P pre-post	10.215	99	.000**
	L pre-post	9.207	99	.000**

G: grade, R: rough, B: breathy, S: strained. P: pitch, L: loudness
* $p<.05$, ** $p<.01$

<표 5>와 같이 인공와우이식 집단에서는 R, B, S에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었고 G($t=-2.267, p<.05$), P($t=6.074, p<.05$)와 L($t=4.106, p<.05$)서 유의미한 차이를 나타내었다. 정상청력 집단은 G, R, B, S, R, L 전체 검사항목에서 진전을 나타내었으며 G($t=14.730, p<.05$), R($t=7.717, p<.05$), B($t=10.052, p<.05$), S($t=2.425, p<.05$), P($t=10.215, p<.05$), L($t=9.207, p<.05$) 모두에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

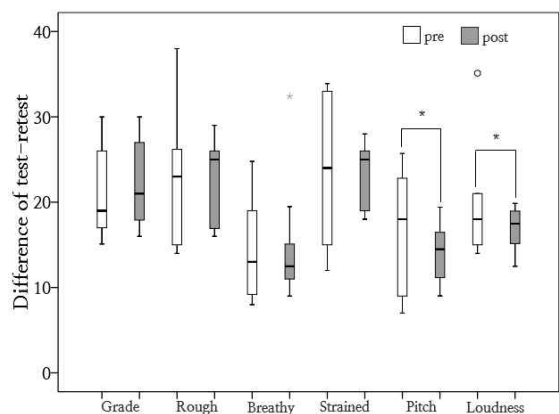


그림 4. 인공와우이식 집단의 CAPE-V 각 항목의 변화
Figure. 4. Changing of CAPE-V for CI group

인공와우이식 집단의 G에서 유의한 차이를 보인 것은 <그림 4>에서 보는 바와 같이 일관성의 오차가 오히려 높게 나타나면서 유의한 차이를 보인 것으로 P, L 항목에서 중재효과에 따라 향상을 보인 것을 나타냈다. P에서는 사전 검사에서

17.07 (SD=6.4987), 사후 검사에서 13.96(SD=3.4145)로 나타나 사전검사에 비해 18.21%의 향상을 보였고 표준편차도 감소하였고 L에서는 사전 검사에서 18.09(SD=3.2703), 사후 검사에서 16.88(SD=2.2932)로 나타나 6.68%에 향상을 보였고 표준편차도 감소한 것으로 나타났다. B의 경우 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았으나 사전 검사에서 13.99(SD=5.22213), 사후 검사에서 13.74(SD=4.0168)로 나타나 1.8%에 향상을 보였고 정상청력 집단의 경우 상대적으로 S에서 다른 항목들에 비해 낮은 향상정도를 보였다.

4. 논의 및 결론

이 연구는 청지각적 평가를 통해 병리적 음성에 대한 언어 습득 후 인공와우이식 성인들의 지각적 변별능력을 알아보고 Alvin을 이용한 전산화 된 청지각 훈련프로그램이 음질에 대한 심리적 표상의 진전에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

첫째, 중재 전의 인공와우이식 성인집단과 정상청력 집단의 병리적 음질에 대한 변별 능력을 비교 해 본 결과, 인공와우이식 집단이 정상청력 집단에 비해 음질지각에 대한 지각적 변별능력이 떨어지는 것으로 나타났다. 언어습득 후 인공와우이식 집단이고 의사소통 상황에 필요한 분절적 능력에서 높은 수준을 나타내는 대상자들이었음에도 불구하고 여전히 음질에 대한 청지각적 변별능력이 제한적이었음을 알 수 있다. Hocevar-Boltezar 등(2005)과 Jessica 등(2010)은 CI 수술 후 JIT, SH는 이식 6개월 후에 향상을 보였고 24개월 후에는 NHR의 향상을 보여 음질에 청지각적 변별 및 조절 능력이 향상된다고 하였다. 그러나 이는 집단 내에서 이식 전과 후를 비교 한 것으로 정상집단과 비교한 이 연구에서처럼 인공와우이식 집단의 음질 변별 능력이 떨어지는 것으로 나타났다. Margreet 등(1998)은 언어습득 후 농환자들이 인공와우이식 후에도 기본 주파수를 지각하는 편차가 정상인들에 비해 크게 나타난다고 보고하고 있고 Hocevar-Boltezar 등(2005), Evans와 Deliyski (2007)의 연구에서도 수술 후 착용기간이 길어짐에 따라 점차적으로 지각능력이 향상되지만 정상청력 성인의 수준과는 차이가 나는 것으로 보고하고 있다. 이는 언어습득 후 인공와우이식 집단임에도 불구하고 이식 이후에도 여전히 청자의 경험, 내적 기준의 불확실성 등으로 인한 제한점이 영향을 미쳐 병리적 음성에 대한 낮은 내적 일관성을 나타낸 것으로 볼 수 있다(Darrow, 1987; Schupper et al., 2000; Gfeller et al., 2002). 훈련되지 않은 정상청력 집단은 비록 인공와우이식 성인집단과 비교하여 더 나은 지각적 일관성을 나타내었으나 이전의 연구들과 비교해 볼 때 훈련 된 청자에 비해 낮은 지각적 일관성을 보이는 것으로 나타났다. 이는 청자의 내적기준의 가변성, 병리적 음성에 대한 경험 및 심리적 표상의 부재로 인한 것으로 볼 수 있다(Kelchner et al., 2010).

둘째, 중재를 제공한 후에도 언어습득 후 인공와우이식 집단은 정상청력 집단에 비해 낮은 일관성의 진전을 보이는 것으로 나타났다. 평균변화와 통계적 차이를 통해 두 집단을 비교하였을 때 정상청력 집단이 더 높은 일관성의 향상을 보였고 표준편차가 감소한 것으로 나타났다. 인공와우이식 대상자들의 소음과 관련된 말소리 인식과 음도와 관련한 지각능력은 지속적으로 제기되어 온 과제 중 하나로 병리적 음성은 두 가지 범주 모두에 대해 빈약한 정보를 제공하고 있어 음질을 지각하는데 더 어려움을 겪게 된다(Hugh, 2004). 이 연구에서 소음성과 관련 된 항목에 대한 중재를 실시하였음에도 진전을 보이지 않은 것은 인공와우의 기계적 특성과 관련지어 볼 수 있다. Jeff와 Fan-Gang(2007)는 제한 된 전극 수로 인해 빈약한 주파수 재인과 배음구조를 해석하는 능력이 떨어져 소음과 관련한 지각능력이 제한될 수밖에 없다고 보고하고 있고 Qian-Jie 등(2004)은 남녀 음성의 변별능력을 향상시키는 훈련에서 주파수 밴드의 변화와 채널수의 증가를 통해 변별능력이 향상 되었다고 보고하고 있다. 이를 볼 때, 주파수와 시간적 단서(spectral-temporal cue)의 부호화를 증대시킴으로 기본주파수를 보다 명확히 구별하면서 고주파수의 소음성 에너지도 선명하게 분리해 낼 수 있게 하는 전략이 필요할 것으로 보인다(Qian-Jie et al., 2004; Laneau et al., 2006; Jeff & Fan-Gang, 2007). 또한, 이 연구는 1개월의 단기 중재로써 추후 장기 중재에 따른 진전가능성 또한 고려해 보아야 할 것이다.

셋째, 정상청력 집단은 중재 프로그램을 통한 훈련 후에 G, R, B, S, R, L 모두에서 진전을 보였으나 인공와우이식 집단은 P와 L에서 진전을 나타낸 반면 G, R, B, S에서는 큰 변화가 없었다. 이는 인공와우이식 집단에서 주기성이나 배음구조와 관련된 음질 지각에서는 비일관적인 반응을 보인 반면 강도와 음도에 대한 지각능력에서는 이전 연구들과 같이 훈련효과가 나타난 것으로 보인다(Oates, 2009; Ubrig et al., 2011). 특히 음질과 관련 된 항목(R, B, S)의 변별에 어려움을 가지고 있었음을 알 수 있다. 앞에서 비교해 본 바와 같이 인공와우이식 집단은 정상청력 집단에 비해 기본적으로 병리적 음성에 대한 변별 능력이 제한적이었고 중재 후에도 큰 진전을 보이지 못하였다. Sabah 등(2010)은 언어습득 후 인공와우이식 성인의 발성에서 수술 후 재활을 통해 음도와 강도조절 능력이 향상됨에 따라 음도의 변화를 나타내는 JIT와 강도의 변화를 나타내는 SH에 대한 발성능력도 향상되었다고 보고하고 있고 Kishon-Rabin 등(1999)도 유사한 결과를 보고하고 있다. 이들은 중재를 통해 음질에 대한 지각능력이 향상되었다 보고하고 있으나 음질과 관련한 발성능력이 진전되었다 하더라도 이러한 지각능력이 음질에 대한 변별 능력의 향상으로 보기는 어렵다. 따라서 음질에 대한 변별 능력의 향상을 위해서는 별도의 프로그램을 통한 지속적인 중재를 적용할 필요성이 있다.

넷째, Alvin을 통한 변별과 확인 훈련은 청자 내 지각적 변

별능력을 향상시켰고 청자 내 일관성에 영향을 미쳐 청취능력의 향상을 이끌어 내는데 효과적인 것으로 나타났다. 비록 인공와우이식 집단에서 전체적인 진전을 나타내지는 못하였으나 음도와 강도의 진전을 이끌어냈고 정상청력 집단에서는 모든 항목에서 일관성의 향상을 보였다. S 항목은 이전 연구에서 다른 항목들에 비해 일관성이 떨어지는 변수로 나타났었고 이 연구에서도 유의미한 진전을 나타내었지만 다른 항목들에 비해 낮은 향상정도를 보였음을 확인할 수 있었다(Webb, 2003; Kelchner, 2010). 다른 연구들과 같이 정상청력 집단은 청지각적 훈련을 통한 지각적 일관성의 진전에 효과적이었음을 알 수 있고 인공와우이식 성인들의 경우 제한적이었지만 음도와 강도 변별 능력이 향상 된 것을 알 수 있다(이은경, 2002; Sofranko & Prosek, 2011). 인공와우이식 성인들의 경우 분절적 요소를 통한 의사소통 능력이 향상됨과 함께 초분절적 요소에 대한 요구들도 증가하게 되는데 청지각적 훈련프로그램을 통해 음악지각과 운율 학습에 필요한 음도와 강도에 대한 변별 능력이 향상되었음을 알 수 있다(이은경, 2002; Gfeller et al., 2007; 정미라, 2010). 추후 음성처리장치에 대한 조절과 더불어 장기적 증재를 적용하였을 때 음질에 대한 변별능력 역시 향상될 것으로 사료된다. 마지막으로, 최양규 등(2010)의 연구에서처럼 전산화 된 프로그램의 사용은 통일 된 훈련프로토콜을 제공해 주고 보다 용이하게 자가훈련을 가능하게 하였고 즉각적인 피드백과 전산처리 된 결과를 제공하여 사용성을 강조하여 훈련프로그램으로 효과적이었다.

후속 연구를 위해서 인공와우이식 시기와 연령, 사용기간, 음성처리 프로그래밍 등에 따른 음질 지각 능력의 차이를 알아보는 연구들이 이어져야 할 것이며 더불어 다양한 지각실험 방법을 이용한 훈련프로그램의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

American Lung Association. Diseases A - Z: respiratory distress syndrome of the newborn fact sheet. <http://www.lungusa.org/site/apps/s/content.asp> 2005. Accessed 3 August 2008.

Aronson, A. E. & Bless, D. (2011). *Clinical voice disorders*. NY: Thieme.

Bae I. H, Park, H. J. Kwon, S. B. Lee, I. W., & Goh, E. K. (2014). The Change of Vocal Performance According to Cochlear Implantation: for 1 year. *J speech & hearing disorders*, Vol. 23 No. 1, 253-272.

(배인호 · 박희준 · 권순복 · 이일우 · 고의경 (2014). 인공와우이식에 따른 발성수행력 변화에 관한 연구. 언어치료연구, 23 권 1호, 253-272.)

Chan, K. M. & Yiu, E. M. (2002). The effect of anchors and training on the reliability of perceptual voice evaluation. *J speech, language, and hearing research*, Vol. 45 No. 1, 111-126.

Choi, Y. G. & Kang, S. J. (2010). A Study on the Improvement of Reliability and Accuracy in Voice Quality Rating by the Intensive Perceptual Training Program. *J Special Education: Theory and Practice*, Vol. 11, No. 4, 305-321.

(최양규 · 강선정. (2010). 청지각적 음성평가의 신뢰도와 정확도 향상을 위한 집중적 훈련 프로그램의 효과에 관한 연구. 『특수교육저널 : 이론과 실천』, 11(4), 305-321.)

Darrow, A. (1987). An investigative study: The effect of hearing impairment on musical aptitude. *J music therapy*, Vol. 24, No. 2, 88-96.

Eadie, T. L. & Doyle, P. C. (2005). Classification of dysphonic voice: acoustic and auditory-perceptual measures. *J voice*, Vol. 19, No. 1, 1-14.

Evans, M. K., & Deliyski, D. D. (2007) Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults before and after cochlear implantation. *J Voice*, Vol. 21, 669-682.

Gfeller, K., Olszewski, C., Rychener, M., Sena, K., Knutson, J. F., Witt, S., & Macpherson, B. (2005). Recognition of “Real-World” Musical Excerpts by Cochlear Implant Recipients and Normal-Hearing Adults. *Ear and Hearing*, Vol. 26, No. 3, 237-250.

Gfeller, K., Turner, C., Mehr, M., Woodworth, G., Fearn, R., Knutson, J. F., Witt, S., & Stordahl, J. (2002). Recognition of familiar melodies by adult cochlear implant recipients and normal hearing adults. *Cochlear implants international*, Vol. 3, No. 1, 29-53.

Gfeller, K., Turner, C., Oleson, J., Zhang, X., Gantz, B., Froman, R., & Olszewski, C. (2007). Accuracy of cochlear implant recipients on pitch perception, melody recognition, and speech reception in noise. *Ear and hearing*, Vol. 28, No. 3, 412-423.

Goldstein, E. (2013) *Sensation and perception*. CA: Cengage learning.

Hillenbrand, J. M. & Gayvert, R. T. (2005). Open source software for experiment design and control. *J Speech, Language, and Hearing Research*, Vol. 48, No. 1, 45-60.

Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. NY: Springer

Hocevar-Boltezar, I., Vatovec, J., Gros, A., & Zargi, M. (2005). The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *International J pediatric otorhinolaryngology*, 69(12), 1635-1640.

Hugh, J. M. (2004). Music perception with cochlear implants: A review. *Trends in amplification*, Vol. 8, No. 2, 49-82.

Jeff, C., & Fan-Gang, Z. (2007). Fundamental frequency

- discrimination and speech perception in noise in cochlear implant simulations. *Hearing Research*, Vol. 231, 42-53.
- Jun, E. O., & Ko, D. H. (2007). The Voice Quality of the Children with Cochlear Implant According to the Time. *J Korean Soc Speech Sci*, Vol. 14, No. 4, 213-220.
(전은옥 · 고도홍 (2007). 인공와우 이식시기에 따른 아동의 음질 특성. *음성과학*, 14권 4호, 213-220.)
- Jung, M. R. (2010). The effect of music perception program training on music perception of wear cochlear implant. M.A. Thesis, University of Kosin
(정미라. (2010). 음악지각 훈련프로그램이 인공와우 착용 아동의 음악지각에 미치는 효과. *고신대학교 교회음악대학원 석사학위 논문*.)
- Karnell, M. P., Melton, S. D., Childes, J. M., Coleman, T. C., Dailey, S. A., & Hoffman, H. T. (2007). Reliability of clinician-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-RQOL and IPVI) documentation of voice disorders. *J voice*, Vol. 21, No. 5, 576-590.
- Kelchner, L. N., Brehm, S. B., Weinrich, B., Middendorf, J., Levin, L., & Elluru, R. (2010). Perceptual evaluation of severe pediatric voice disorders: rater reliability using the consensus auditory perceptual evaluation of voice. *J voice*, Vol. 24, No. 4, 441-449.
- Kishon-Rabin, L., Taitelbaum, R., & Tobin, Y. (1999). The effect of partially restored hearing on speech production of postlingually deafened adults with multichannel cochlear implants. *J Acoust Soc Am*, Vol. 106, 2843-2857.
- Kreiman, J. & Gerratt, B. R. (2005). Perception of aperiodicity in pathological voice. *J Acoust Soc Am*, Vol. 117, 2201-2211.
- Laneau, J., Wouters, J., & Moonen, M. (2006). Improved Music Perception with Explicit Pitch Coding in Cochlear Implants. *J Audiol. Neurotol*, Vol. 11, No. 1, 38-51.
- Leder, S. B., Spitzer, J. B., Kirchner, J. C., Flevaris Phillips, C., Milner, P., & Richardson, F. (1987). Speaking rate of adventitiously deaf male cochlear implant candidates. *J Acoust Soc Am*, Vol. 82, No. 3, 843-846.
- Lee, E. K. The effect on the improvement of prosody disposition through the prosody training program for the cochlear implant children. M.A. Thesis, University of Daegu.
(이은경 (2002). 운율훈련 프로그램이 인공와우이식 아동의 운율자질 개선에 미치는 효과. *대구대학교 일반대학교 석사학위 논문*.)
- Lee, O. B., & Kim, S. Y. (2009). A Comparison of Three Equally-appearing Interval Scales for Auditory-perceptual Evaluation : Preliminary Study. *J speech & hearing disorders*, Vol. 18, No. 2, 1-15.
- (이옥분 · 김소연 (2009). 음성장애 청지각적 평가를 위한 등간 척도법 비교. *언어치료연구*, 18권 2호, 1-15.)
- Lee, Y. A. (2010). The Effect of perceptual training on the reliability of voice quality evaluation for graduate students in speech pathology program. M.A. Thesis, University of Kangnam
(이영아 (2010). 청지각적 음성평가 훈련이 언어병리학 전공 대학원생의 음성평가 신뢰도에 미치는 효과. *강남대학교 교육대학원 석사학위 논문*.)
- Lejska, M. (2004). Voice field measurements-a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *J voice*, Vol. 18, No. 2, 209-215.
- Lenden, J. M. & Flipsen, P. (2007). Prosody and voice characteristics of children with cochlear implants. *J communication disorders*, Vol. 40, No. 1, 66-81.
- Mariana, C. L., Young, J. S., Marie-laurence, L., Marie-noëlle, C., Sebastien, V., Stéphanie, L., Sandrine, A., Olivier, D., & Bernard, F. (2003). Perception in Adult Cochlear Implant Recipients. *Acta Otolaryngologica*, Vol. 123, No. 7, 826-835.
- Maryn, T., Marc D. B., & Nelson, R. (2010). The Acoustic Voice Quality Index: Toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *J Communication Disorders*, Vol. 43, 161-174.
- Oates, J. (2009). Auditory-perceptual evaluation of disordered voice quality: pros, cons and future directions. *Folia Phoniatr Logop*, Vol. 61, 49-56.
- Qian-Jie, F., Sherol, C., & John, J. G. (2004). The Role of Spectral and Temporal Cues in Voice Gender Discrimination by Normal-Hearing Listeners and Cochlear Implant Users. *J Assoc Res Otolaryngol.*, Vol. 25, No. 3, 253-260.
- Sabah, M. H., Khalid, H. M., Tamer A. M., Mohamad F., Manal B., & Thomas M. (2010). The effect of cochlear implantation and post-operative rehabilitation on acoustic voice analysis in post-lingual hearing impaired adults. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, Vol. 268, 1437-1442.
- Schuppert, M., Munte, T. F., Wieringa, B. M., & Altenmüller, E. (2000). Receptive amusia: evidence for cross-hemispheric neural networks underlying music processing strategies. *Brain: J neurology*, Vol. 123 No. 3, 546-559.
- Sofranko, J. L. & Prosek, R. A. (2012). The effect of experience on classification of voice quality. *J voice*, Vol. 26, 299-303.
- Ubrig, M. T., Goffi-Gomez, M. V. S., Weber, R., Menezes, M. H. M., Nemer, N. K., Tsuji, D. H., & Tsuji, R. K. (2011). Voice analysis of postlingually deaf adults pre-and postcochlear implantation. *J voice*, Vol. 25, No. 6, 692-699.
- Webb, A., Carding, P., Deary, I., MacKenzie, K., Steen, N., &

Wilson, J. (2004). The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, Vol. 261, No. 8, 429-434.

• **배인호 (Bae, Inho)**

양산부산대학교 이비인후과 음성언어치료실
부산대학교 대학원 인지과학협동과정
Tel: 055-360-1776
Email: voicebae@gmail.com
관심분야: 음성장애, 음성공학, 인공와우

• **김근효(Kim, Geunhyo)**

부산대학교병원 이비인후과 음성언어치료실
부산대학교 대학원 인지과학협동과정
Tel: 051-240-7543
Email: kimgeunhhyo@gmail.com
관심분야: 음성장애, 음성공학

• **이연우(Lee, Yeonwoo)**

부산대학교병원 이비인후과 음성언어치료실
연세대학교 대학원 언어병리학협동과정
Tel: 055-240-7543
Email: slpleeyw@gmail.com
관심분야: 음성장애, 삼킴장애

• **박희준(Park, Heejune)**

춘해보건대학교 언어재활과
Tel: 055-270-0224
Email: voice@ch.ac.kr
관심분야: 음성장애, 음성공학, 구개열
현재 언어재활과 교수

• **김진동(Kim, Jindong)**

부산가톨릭대학교 언어청각치료학과
Tel: 051-510-0844
Email: jdkim@cup.ac.kr
관심분야: 청각학, 보청기, 인공와우
현재 언어청각치료학과 교수

• **이일우(Lee, Ilwoo)**

양산부산대학교 이비인후과
Tel: 055-360-2132
Email: entgate@gmail.com
관심분야: 신경이과, 청각학, 인공와우
현재 이비인후과 교수

• **권순복(Kwon, Soonbok)** 교신저자

부산대학교 언어정보학과
Tel: 051-510-2003
Email: sbkwon@pusan.ac.kr
관심분야: 음성장애, 음성학, 음성과학
현재 언어정보학과 교수