

스마트폰 청능훈련 어플리케이션을 이용한 난청 성인의 어음인지능력 향상에 관한 사례 연구

Case Study of Speech Perception Enhancement in Hearing-Impaired Adult by Auditory Training Program of Mobile Device

¹순천향대학교 천안병원 이비인후과, 한림대학교 일반대학원 언어청각학과, ²한림대학교 일반대학원 컴퓨터공학과,
³한림대학교 정보전자공과대학 유비쿼터스 컴퓨팅학과, ⁴한림대학교 자연과학대학 언어청각학부, 청각언어연구소

유재형¹ · 전한재² · 송창근³ · 한우재⁴

Jyaehyoung Yu¹, Hanjae Chun², Chang Geun Song³ and Woojae Han⁴

¹Department of Otorhinolaryngology, Soochunhyang University Cheonan Hospital, Cheonan; Department of
Speech Pathology and Audiology, Graduate School, Hallym University, Chuncheon

²Department of Computer Engineering, Graduate School, Hallym University, Chuncheon

³Department of Ubiquitous Computing, College of Information and Electronic Engineering, Hallym University,
Chuncheon

⁴Division of Speech Pathology and Audiology, Research Institute of Audiology and Speech Pathology, College
of Natural Sciences, Hallym University, Chuncheon, Korea

ABSTRACT

Although auditory training is one of the main elements of aural rehabilitation, its limitations in terms of time and cost give many hearing-impaired adults less opportunity to achieve better speech perception skill. This study develops an auditory training program for mobile devices that was then applied to an adult listener suffering from bilaterally moderate-to-severe sensorineural hearing loss to examine its efficacy. The training program had 4 levels (i.e., discrimination, advanced discrimination, identification with a closed-set condition, and identification with an open-set condition) and each level was planned to be completed in one week. To examine whether the subject achieved enhanced speech perception, the vowel, consonant, and sentence tests before- and after the training were evaluated to compare the two training scenarios. After 4 weeks of auditory training using a mobile device, the results showed that performance in the consonant and sentence tests largely increased except for the vowel test that produced 100% correct scores in before- and after training. These results suggest that a moderate amount of auditory training using a mobile device is effective when it is used to improve the speech perception of hearing-impaired adults.

Key words: Auditory training, Aural rehabilitation application program, Mobile device assisted therapy, Neural plasticity, Rehabilitation of hearing impaired

INTRODUCTION

청능재활(aural rehabilitation)의 주된 목적은 난청인들이 잔존 청력(residual hearing)을 최대한 향상시켜 청력 손실로부터 발생될 수 있는 여러 가지 불이익을 최소화하고 궁극적으로는 일상생활에서 보다 원활한 의사소통을 하도록 하는 것이다(AHSA, 1984, 1996). 난청인들의 잔존 청력을 활용하여 청능재활의 효과를 성공적으로 이루기 위해서는 가장 먼저 청력 손실에 대한 정확한 진단, 난청의 유형 및 형태에 따른 적절한 증폭기의 선택과 올바른 적합이 이루어져야 할 뿐 아니라, 지속적이고 충분한 청능훈련(auditory training)이 뒤따라야 한다(Tye-murray, 2009). 따라서 체계적이고 단계적인 청능훈련은 난청인들의 잔존 청력을 최대한 활용하고 듣기 및 이해 능력을 향상시키기 위해 무엇보다 중요하다(신혜란, 2008).

청능훈련은 크게 소리의 탐지(detection or awareness), 변별(discrimination), 확인(identification), 이해(comprehension)의 4단계로 구성된다(Geers et al., 2000). 탐지는 제시된 소리가 있는지(present) 또는 없는지(absent), 변별은 제시된 두 개의 소리가 같은지(same) 혹은 다른지(different) 측정하는 것이다. 확인은 여러 개의 사물들 중 하나의 사물의 명칭을 듣고 정확하게 가리킬 수 있는지 측정하는 것이며, 가장 상위 단계인 이해는 짧거나 긴 이야기를 듣고 그 내용을 충분히 이해했는지 여부를 평가하는 것이다(Tye-Murray, 2009).

정상적인 언어발달을 위해 청력 손실을 갖은 아동들의 초기 청능훈련도 필수적이지만(Fryauf-Bertsch et al., 1997), 난청 성인 및 노인의 재활에 있어서도 체계적인 청능훈련은 매우 중요하다. 그러나 실제 임상 현장에서는 제한된 시간 및 공간, 비용적인 한계 등으로 적합한 증폭기를 선택한 후에 충분한 청능훈련이

이루어지지 않고 있으며 이는 증폭기에 대한 불만족으로 이어지고 있다(Kochkin, 2000). 또한 몇몇 청능자들은 난청 성인의 지속적인 청능훈련이 청능재활과 증폭기 만족도에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알면서도 주어진 임상 시간 내에 다수의 환자들을 상대해야 하기 때문에 질 높은 훈련 시간을 유지하며 재활서비스를 제공하는 것은 현실적으로 어렵다. 대안책의 하나로 종종 그룹 청능훈련을 진행하기도 하지만, 난청인 개인의 특성과 수준에 맞는 일대일 청능훈련 프로그램을 제공하기에는 여전히 문제점이 있다. 신혜란(2008)의 '청능훈련과 난청 성인의 언어 변별력과 말 명료도에 관한 연구'를 살펴보면, 청력 손실의 정도가 크지 않더라도 오랜 기간 청능 및 언어 훈련을 받지 않는다면 언어 변별력 및 말 명료도에 부정적인 영향을 미치는 반면 짧은 2주간의 훈련만으로도 변별력과 명료도가 크게 향상되었다고 보고하고 있으며, 따라서 성인에게서의 청능훈련의 필요성을 재차 강조하고 있다.

시간 및 공간적 한계로 인한 청능훈련의 단점을 극복하고 난청인들이 보다 자유롭게 충분히 청능훈련을 받을 수 있도록 최근 재활분야의 연구자들은 「컴퓨터를 이용하여 개별적으로 가정에서 할 수 있는 청능훈련 프로그램」을 개발하고 그 유용성을 확인하였다. Sweetow & Sabes(2006)는 Listening and Auditory Communication Enhancement (LACE)의 장점으로 효율적인 비용 뿐 만 아니라 가정에서도 컴퓨터를 활용하여 쉽게 이용 가능하고, 개인의 재활 수준을 고려하며 적절한 피드백을 통한 상호적인 방식으로 흥미를 유발할 수 있다고 설명하였다. SIEMENS Co. (Berlin, Germany)를 통하여 무상으로 제공되는 eARena 프로그램 또한 난청 성인들에게 4주간의 청능훈련을 진행하였다. 그 결과, 난청센터 방문을 통하여 일대일 청능훈련을 받은 대조 그룹과 동일하게 높은 보청기 사용 만족도를 보였으며(Gatehouse, 1999), 조용한 곳과 소음 상황 하에서 모두 대조 그룹 보다 높은 어음 인지도를 나타내었다(Gatehouse & Noble, 2004). House Ear Institute (Los Angeles, USA)의 연구진에 의해 개발된 컴퓨터를 활용한 어음 훈련 프로그램 역시 성인 인공와우 이식대상자들에게 약 4주간의 프

논문접수일: 2014년 5월 7일

논문수정일: 2014년 7월 3일

게재확정일: 2014년 7월 6일

교신저자: 한우재, 강원도 춘천시 한림대학길 1 한림대학교
자연과학대학 언어청각학부

Tel: (033) 248-2216, Fax: (033) 256-3420

E-mail: woojaehan@hallym.ac.kr

로그래를 적용하였는 데 모음, 자음, 문장인지도에서 모두 유의미한 상승폭을 확인하였다(Fu et al., 2005). 11명의 성인 인공와우 이식대상자들로 3주간의 컴퓨터를 이용한 청능훈련을 실시한 Stacey et al.(2010)의 연구에서도 훈련 전과 비교하여, 훈련 후 자음변별검사에서 유의미한 증가치를 보여주었다. 따라서 컴퓨터를 이용한 일정 기간 이상의 청능훈련 프로그램은 난청 성인들의 듣기 및 의사소통 능력을 유의미하게 향상시켜 줄 뿐 아니라, 난청센터의 불필요한 방문 횟수를 줄여줄 수 있고 청능훈련에 대한 동기를 부여하며 의사소통전략을 향상시켜 자신감의 증가로 이어 주었고, 보청기 및 인공와우 등의 증폭기 사용에 대한 만족도를 높여줄 수 있었다(Sweetow & Sabes, 2004, 2006).

현재까지 개발된 컴퓨터를 이용한 청능훈련의 경우에는 시간적인 제한은 극복할 수 있으나, 정해진 장소 즉 컴퓨터와 스피커가 셋팅된 장소에서만 시행해야 하는 공간적인 한계점을 여전히 지니고 있다(Ingvalson et al., 2013). 이에 본 연구에서는 좀 더 휴대가 간편하여 시간 및 공간적 한계를 벗어나 언제 어디서나 쉽게 접할 수 있는 스마트폰 어플리케이션을 이용한 청능훈련 프로그램을 제작하고자 하였다. 이는 시기적으로 최근 국내 및 국외에서의 첨단 모바일 기술에 대한 높은 관심도와 모든 연령대에서 상승하는 스마트폰 보급률을 고려할 때 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 따라서 본 사례 연구에서는 양측 보청기 신규 착용자를 대상으로 시간과 공간의 제한적 요소를 극복하여 보다 효율적이고 충분하게 청능훈련을 접할 수 있도록 스마트폰 어플리케이션을 이용한 청능훈련 프로그램을 개발하고, 개발된 프로그램의 적절한 사용이 난청 성인의 어음인지능력에 긍정적인 영향을 줄 수 있는지 확인하고자 한다.

MATERIALS AND METHODS

1. 배경 정보

연구 대상자는 46세의 남성으로 직업은 경찰이며,

최근 일상생활에서 듣기에 어려움을 느껴 양측 귀에 보청기 구입 및 적합을 위해서 한 달 전 난청센터에 방문하였다.

대상자의 보청기 착용 전 청력평가 결과로는 500, 1,000, 2,000 Hz의 평균순음역치(pure-tone threshold average)가 오른쪽 귀는 56.6 dB HL, 왼쪽 귀는 70 dB HL이었다. 난청의 형태는 오른쪽 귀의 경우 250 Hz부터 500 Hz까지는 중도의 감각신경성 난청으로 수평형을 보이다가 500 Hz부터 4,000 Hz까지는 중도에서 중고도로 하락했으며, 4,000 Hz부터 8,000 Hz까지는 고도의 급격한 경사를 보였다. 왼쪽 귀의 경우 250 Hz부터 2,000 Hz까지 중고도의 수평형 형태를 보였고, 2,000 Hz부터 8,000 Hz까지는 중고도에서 심도까지의 급격한 경사를 보이는 고음급추의 청력손실 형태를 보였다. 어음인지역치(speech recognition threshold)는 오른쪽, 왼쪽 귀에서 각각 60, 65 dB HL이었으며, 단어인지도(word recognition score)는 양측 귀 모두 50%로 저조한 결과를 나타내었다.

보청기 착용 후의 음장평가 결과는 500, 1,000, 2,000 Hz의 평균역치가 오른쪽 귀는 20.2 dB HL, 왼쪽 귀는 21.2 dB HL이었다. 연구 대상자는 훈련을 실시하기 전 연구의 목적과 절차에 대한 설명을 모두 이해하고 실험 참여에 대한 동의서를 작성하였다.

2. 연구 절차

국립특수교육원에서 개발한 말지각 발달 검사도구(Korea National Institute for Special Education-Developmental Assessment of Speech Perception, KNISE-DASP)(송영준 외, 2010)의 하위 검사들 중 모음, 자음, 문장인지검사를 시행하여 연구 대상자의 어음인지능력의 기초선을 측정하였다.

청능훈련의 기간은 컴퓨터 프로그램을 이용한 선행 연구(Ingvalson, 2013)의 절차에 근거하여 4주 동안 총 4개의 단기 목표로 구성하였다. 주 당 1개의 단기 목표 내에는 총 6회의 회기로 구성해 6일간 하루 1회 분량으로 40분간 훈련하도록 하였다. 훈련 기간 동안 연구 대상자는 각 단기 목표가 종료되는 시점에서 연

구자를 만나 훈련의 진행 및 경과를 확인하였다.

4주 후인 훈련 종료시점에서 다시 모음, 자음, 문장인지검사를 실시하여 기초선과의 차이를 비교하였고 개발된 스마트폰 청능훈련 어플리케이션의 효과를 확인하였다.

3. 청능훈련 어플리케이션의 구성

안드로이드 어플리케이션 기반의 컴퓨터 프로그래밍인 Eclipse software (ver. 4.3, Eclipse Foundation, Ottawa, Canada)를 이용하여 청능훈련 프로그램을 개발하였다. 검사의 자극음은 말지각 발달 검사도구(KNISE-DASP, 송영준 외, 2010)에서 사용한 한국어 자음 10개(ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ, ㅇ, ㅈ, ㅊ)와 1개의 모음(ㅏ)을 결합하여 총 10개의 무의미 음절을 선택하였다. 무의미 음절의 음원 제작을 위해 표준어를 구사하는 여성 화자가 방음실에서 소음측정

계(sound level meter) (Brüel & Kjaer, Model #2250, Demark)의 녹음 기능을 통하여 제작하였고, Adobe Audition (ver. 3.0, Adobe System Inc., CA, USA)을 이용해 코딩하였다. 방음실 내에서 제작한 음원을 넥서스7 1세대를 이용하여 어플리케이션에 넣고 30cm 정도 떨어진 거리에서 소음측정계로 측정 및 분석한 결과, 10개의 무의미 음절 모두 주파수 특성이 녹음 시와 동일하게 재생되었다.

청능훈련은 3개의 기준음과 변별음으로 구성하였고, 기존 청능훈련의 4단계 중 변별과 확인 단계를 2개씩 늘려 총 4단계로 확장하였다(Wu et al., 2007): 소리의 변별단계(discrimination level), 변별강화단계(advanced discrimination level), 확인단계-폐쇄형(Identification level with closed-set condition), 확인단계Ⅱ-개방형(Identification level with open-set condition) (Figure 1).

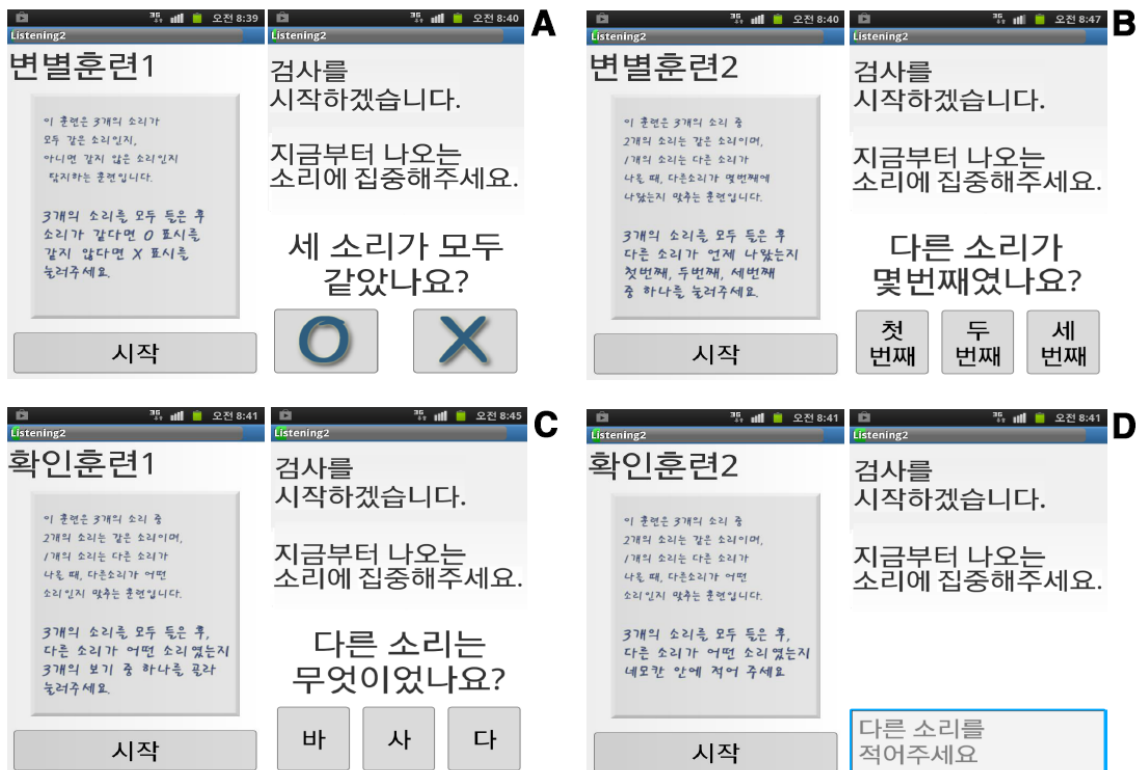


Figure 1. 어플리케이션에 사용된 청능훈련 4단계의 화면 캡처: (A) 변별단계, (B) 변별강화단계, (C) 확인단계-폐쇄형, (D) 확인단계Ⅱ-개방형 (Color in online)

변별단계에서는 3개의 소리를 제시해주고, 3개의 소리가 같았는지 혹은 서로 달랐는지를 구별하는 훈련이고, 변별강화단계는 3개의 소리를 들려주고 다른 한 개의 소리가 몇 번째에 나왔는지를 구별하는 훈련으로 진행하였다. 변별과 변별강화단계 모두 정답 확인 화면에서 연구 대상자에게 정답의 유무만 가르쳐주고, 틀렸을 경우에는 정답을 제시하지는 않았다(Figure 2-A, 2-B). 확인단계I-폐쇄형에서는 3개의 소리를 들

려주고 다른 한 개의 소리가 무엇인지 보기가 주어지는 상황에서 정답을 구하는 훈련이며, 확인단계II-개방형에서는 3개의 소리를 들려주고 한 개의 다른 소리가 무엇이었는지 직접 어플리케이션 화면에 정답을 입력한 후 확인하는 훈련으로 진행하였다. 확인단계I과 확인단계II 모두 정답 확인 화면에서 정답의 유무를 알려주며 틀렸을 시 정답을 알려주어 대상자에게 오답에 대한 정정기회를 부여하였다(Figure 2-C, 2-D).



Figure 2. 어플리케이션에 사용된 정답 및 오답 화면 캡처: (A) 변별단계 정답, (B) 변별단계 오답, (C) 확인단계 정답, (D) 확인단계 오답 (Color in online)

대상자의 청능훈련의 난이도를 고려하여 처음 시작 시에는 기준음과 다양한 변별음을 제공하다가, 해당 음을 맞출 경우에 전체 목록에서 그 음을 제외하고 변별이 어려운 음만을 제공하여 확률적으로 오류음에 대한 충분한 훈련을 하도록 적응수정법(adaptive method)을 적용하였다. 더 이상 틀리는 음이 없이 모든 음을 맞출 시에는 다시 목록이 초기화되어 처음부터 훈련을 이행토록 설정하여 우연성을 배제하도록 하였다. 또한 다음날 훈련을 시작할 경우에는 전날 수행하였던 수준에서 바로 이어서 시작할 수 있도록 메모리 기능을 설정하였고, 프로그램 내의 자체 저장 기능을 통해 연구자가 대상자의 수행력을 모니터링하고 어려워하는 자음이 무엇인지 확인할 수 있도록 하였다.

RESULTS AND DISCUSSIONS

1. 청능훈련의 단계별 변화 추이

청능훈련의 과정에서의 무의미 음절에 대해 기준 자음과 변별 자음 제시 시 대상자의 오류율을 중첩 막대그래프를 통하여 분석하였다(Figure 3). 변별단계와 변별강화단계를 비교했을 시, 총 오류율이 13.5에서 7.7%로 감소되었다(Figure 3-A, 3-B). 이는 처음 훈련을 시작할 시 조작법 및 소리에 익숙하지 않기 때문에 변별단계에서 오류율이 모든 자음에서 높았고 볼 수 있으며, 훈련의 난이도가 증가하였지만 결국 2개의 단기 목표가 모두 단음절어의 변별을 목표로 하였고, 그에 따라 비슷한 훈련을 하여 익숙해졌기에 변별강화단계에서는 오류율이 낮아졌다고 추정할 수 있다. 특히 훈련 전 자음검사에서 오류를 보인 /ㄱ/, /ㄴ/, /ㄷ/, /ㄹ/, /ㅁ/, /ㅂ/, /ㅅ/의 경우 각각 19, 48, 93, 69, 33, 95% 등의 의미 있는 오류 감소율을 보여주었다.

확인단계I-폐쇄형과 확인단계II-개방형의 비교 시, 총 오류율이 8.4에서 7.9%로 변별단계들에 비하여 큰 감소는 보이지 않았다(Figure 3-C, 3-D). 이는 확인단계II-개방형의 경우에 대상자가 직접 듣고 문자화로 입력을 해야 하며, 정확히 입력을 하지 않

을 시 모두 오반응으로 인식되기 때문으로 분석된다. 마지막 인터뷰 시 대상자는 4주차 훈련을 가장 어려워하였으며, 자극음과 변별음을 제대로 들었지만 입력 실수로 인해 몇 번의 오류를 범한 적이 있다고 보고하였다. 훈련 전에 자음검사서 오류를 보인 /ㄱ/, /ㄴ/, /ㄷ/, /ㄹ/, /ㅁ/, /ㅂ/, /ㅅ/의 경우는 각각 -16, 17, 30, -32, -6, 23% 등의 오류 변화를 보여주었으며 증가(+)되거나 감소(-)되는 등의 서로 다른 양상을 보여주었다.

2. 청능훈련 전·후의 어음검사 결과

청능훈련 전과 후에 실시한 모음검사, 자음검사, 문장인지검사 중에서 모음검사 결과는 훈련의 전·후 모두 100%의 정반응율을 보여주었다. 이는 고음급추형 감각신경성 난청인에게서 나타나는 일반적인 어음인지도 결과로써, 고주파수 대역의 분포에 보다 영향을 받는 자음변별 보다는 저주파수의 분포를 주로 나타내는 모음변별에서 수월함을 나타내었다.

자음검사 결과, 훈련 전 /ㄱ/, /ㄴ/, /ㄷ/, /ㄹ/, /ㅁ/, /ㅂ/, /ㅅ/의 기준음에 대해 오반응을 나타냈으며, 특히 /ㅅ/는 오답으로 /ㅅ/ 혹은 무반응으로 100% 가장 높은 오류율을 보였고, /ㄱ/는 /ㄷ/ 및 /ㄴ/와의 변별에 오류를 범하였다. 또한 /ㄴ/는 /ㄷ/로, /ㄷ/는 /ㄹ/로 오반응을 보였다. 결과적으로 대상자는 4,000 Hz 이상의 고주파수 특성을 지닌 /ㅅ/ 기준음에 대하여서는 변별능력이 현저히 떨어지고, 1,000 ~ 3,000 Hz의 주파수 분포를 지닌 /ㄷ/, /ㄹ/, /ㅁ/의 변별에서도 저주파수 분포를 지닌 /ㄱ/, /ㄴ/과의 혼동을 보였다(Figure 4-A).

4주간의 훈련 후 다시 실시된 자음검사 결과에서는 /ㄱ/, /ㄷ/, /ㅅ/에서만 오류를 보여주었고, /ㅅ/을 제외한 나머지 모든 자음에서 훈련 전에 비해 오류율이 현저히 줄어든 것을 확인하였다. 특히 /ㄴ/과 /ㄷ/의 100% 변별력은 4주전에 비하여 청능훈련 효과를 가장 잘 보여주었다(Figure 4-B). 훈련 전 가장 오류율이 높았던 /ㅅ/ 또한 오답의 종류 중 무반응률이 높았으나, 훈련 후에는 무반응보다는 /ㅅ/으로 대체하는 경우를 보였다.

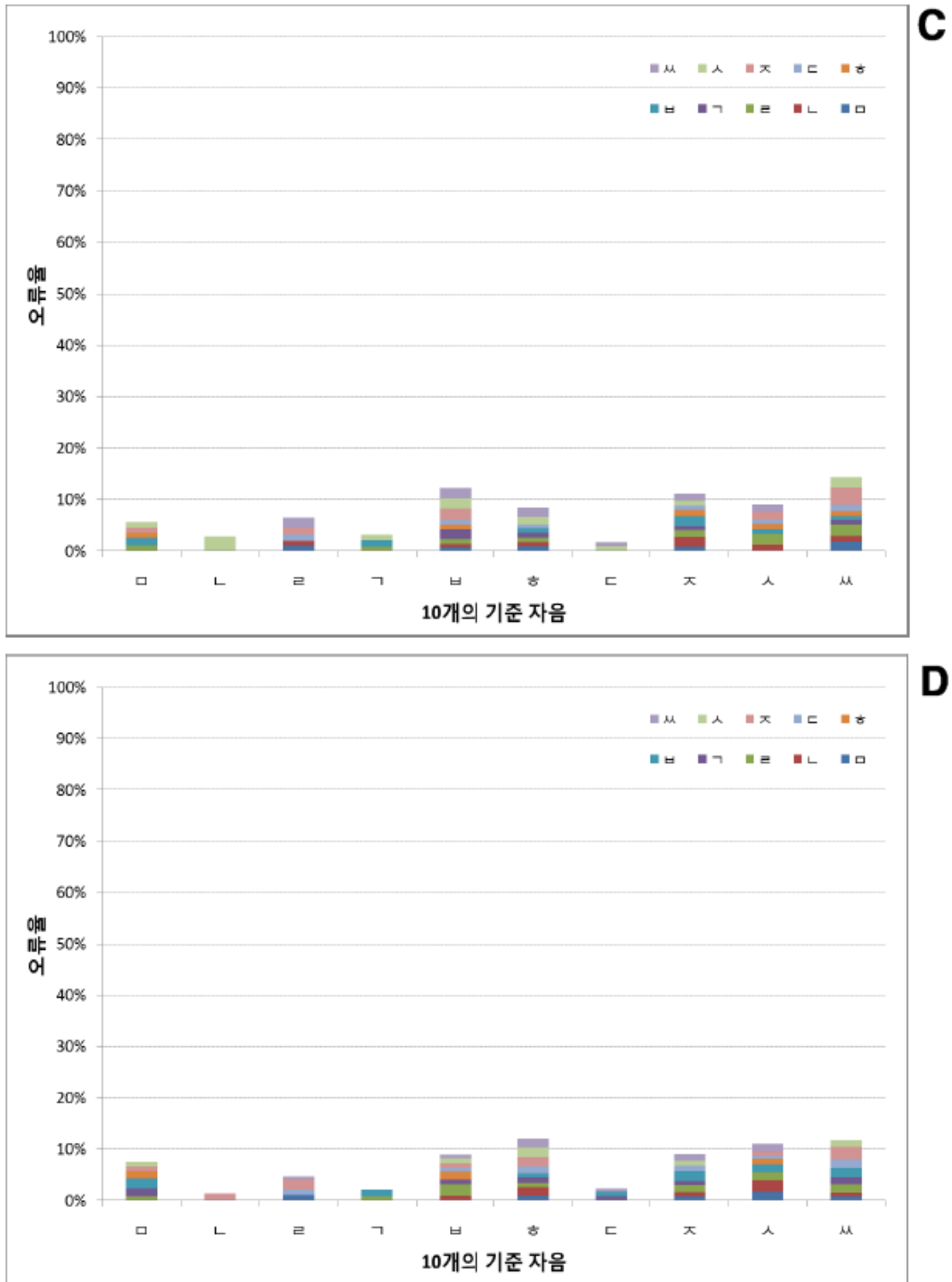


Figure 3. 훈련 단계별 기준음에 대한 변별음의 총 오류율(%)과 오류 자음: (A) 변별단계-1주차, (B) 변별강화단계-2주차, (C) 확인단계(폐쇄형)-3주차, (D) 확인단계II(개방형)-4주차 (Color in online)

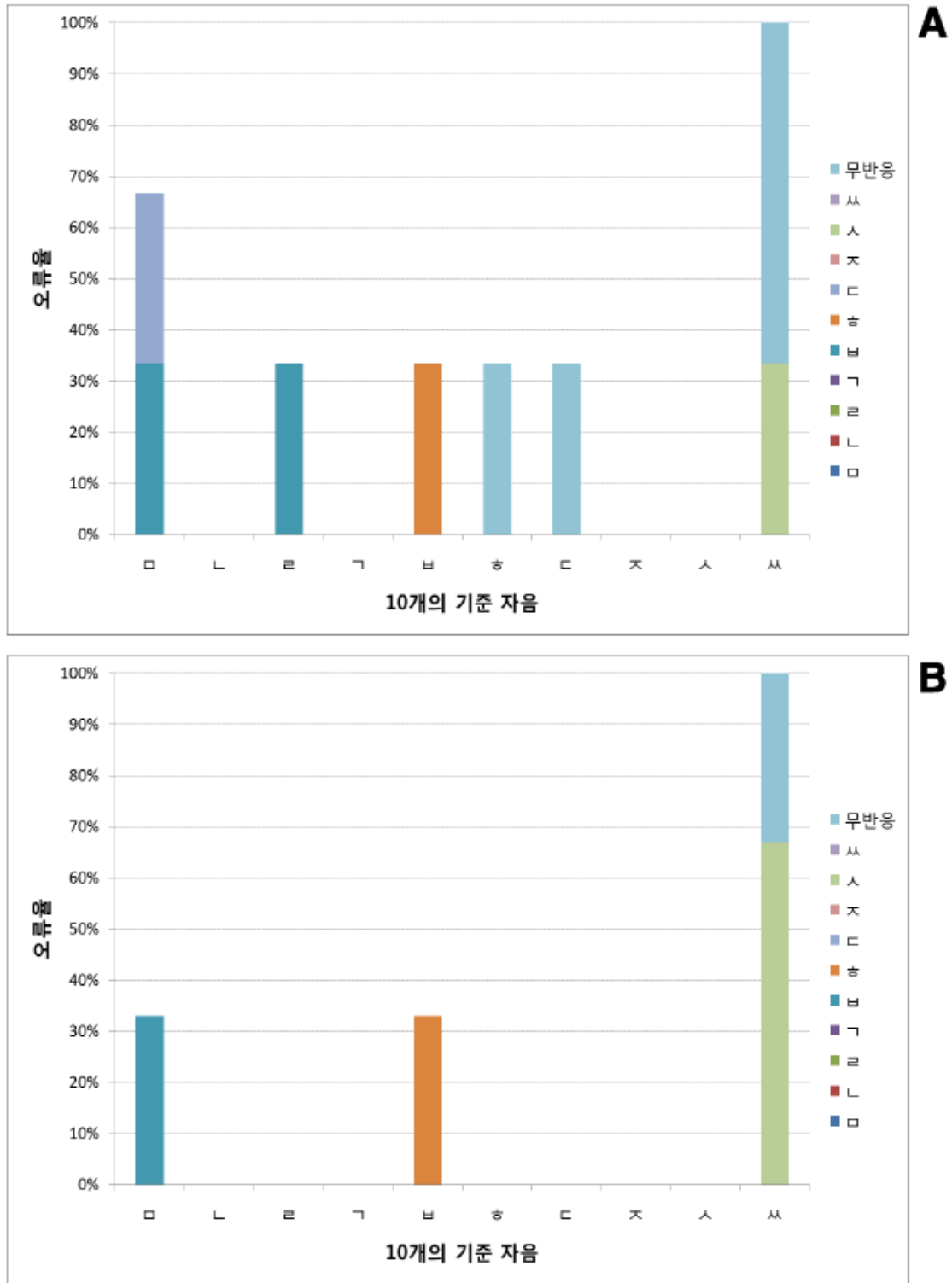


Figure 4. 4주간의 훈련 전(A)과 후(B)의 자음검사 결과: 총 오류율(% , 중첩 막대 그래프의 높이)과 오류 자음 (Color in online)

이는 Kuk(2009)의 연구에서 주장하였듯이, 고주파수의 잔존 청력이 낮은 경우에는 보청기의 증폭시스템의 한계로 인해 입력된 고주파수의 정보를 난청인의 가청주파수 대역으로 옮기는 주파수 압축 시스템의 개발이 지속되어 왔으나 음질이 부자연스럽거나 언어 이해력에서는 큰 도움을 주지 못하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 가장 높은 주파수 대역에 있는 /ㅍ/의 경우는 연구 대상자와 같은 고주파수 손실을 지닌 난청인의 보청기 특성상 가장 주파수 대역이 비슷한 /ㅍ/과 혼동할 수 있음을 보여 주었고, 이는 4주간의 청능훈련으로 효과를 보기에는 한계점으로 남아 있다.

마지막으로 문장검사 결과, 목표 단어수의 정반응율은 훈련 전에 92%에서 훈련 후에 100%의 정반응률로 확인되어 본 어플리케이션 청능훈련 프로그램의 긍정적인 효과를 재확인해주었다. 4주 훈련 후 대상자의 쾌적수준(most comfortable level; 80 dB HL)에서 보청기 미착용 시 단어인지도 검사를 한 결과, 양측 귀 모두 80%의 정반응율로 훈련 전의 50%에 비해 향상된 결과를 보여주었다.

CONCLUSIONS

보청기 및 인공와우 등 증폭기 적합 후 청능훈련과 뇌가소성의 긍정적인 관계는 이미 많은 연구자들에 의해 증명되었다(Tremblay et al., 2003; Turner et al., 1996). 본 사례 연구에서는 양 귀에 고음급추형 감각신경성 청력손실을 지닌 한 명의 성인 신규 보청기 착용자에게 보청기를 착용한 후 한 달 후부터 어디서나 편리하게 이용 가능한 스마트폰 청능훈련 어플리케이션 프로그램을 적용하여 4주간 단계적인 훈련을 한 후 긍정적인 효과를 확인하였다.

본 연구의 결과를 종합하여 볼 때, 청능훈련 전과 비교하여 훈련 후 자음 검사 및 문장인지검사 결과에서 모두 의미있는 향상을 보였다. 물론 1명의 난청 성인을 대상으로 훈련한 결과를 바탕으로 일반화시키는 것은 다소 무리가 있지만, 일주일에 한번 정도로 청능훈련의 기회가 제한되거나, 청능훈련의 지속성과

관련하여 적지 않은 비용 지출로 인하여 충분한 훈련 기회를 갖기 어려운 난청인들에게 시간적인 이득 및 공간적인 제한에서 벗어나 효율적으로 청능훈련을 받을 수 있도록 제시한 것에 큰 의의를 둘 수 있겠다. 또한 대상자의 각 단계 별 훈련 내용에 대한 세밀한 분석을 통해 청능자들은 대상자가 분별하기 어려워하는 말소리를 보다 정확하게 파악하고, 이를 증폭기의 재적합 및 추후 청능재활의 계획에 도움을 줄 수 있다.

중심단어: 청능훈련, 청능훈련용 어플리케이션, 스마트폰을 이용한 청능 치료, 뇌가소성, 난청인의 청능재활

REFERENCES

- 송영준, 이효자, & 장현숙. (2010). 청능재활을 위한 말지각 발달 검사 도구(KNISE-DASP). 국립특수교육원.
- 신혜란. (2008). 웹 기반 청능훈련 프로그램이 청각장애 성인의 언어 변별력과 말 명료도에 미치는 효과. 대구대학교 재활과학대학원 석사학위논문. 대구.
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (1984). Definitions of and competencies for aural rehabilitation. *Asha*, 26, 37-41.
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (1996). Scope of practice in audiology. *Asha*, 38(Suppl 16), 12-15.
- Fu, Q. J., Galvin, J., Wang, X., & Nogaki, G. (2005). Moderate auditory training can improve speech performance of adult cochlear implant patients. *Acoustics Research Letters Online*, 6(3), 106-111.
- Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R. S., Kelsay, D. M., Gantz, B. J., & Woodworth, G. G. (1997). Cochlear implant use by prelingually deafened children: The influences of age at implant and length of device use. *Journal of Speech and Hearing Research*, 40, 183-199.

- Gatehouse, S. (1999). Glasgow hearing aid benefit profile: Derivation and validation of a client-centered outcome measure for hearing aid services. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10(2), 80-103.
- Gatehouse, S. & Noble, W. (2004). The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *International Journal of Audiology*, 43(2), 85-99.
- Geers, A. E., Nicholas, J., Tye-Murray, N., Uchanski, R., Brenner, C., Davidson, L. S., Toretta, G., & Tobey, E. A. (2000). Effects of communication mode on skills of long-term cochlear implant users. *The Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 115(Suppl), 89-92.
- Ingvalson, E. M., Lee, B., Fiebig, P., & Wong, P. C. M. (2013). The effects of short-term computerized speech-in-noise training on postlingually deafened adult cochlear implant recipients. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 81-88.
- Kochkin, S. (2000). MarkeTrak V: Consumer satisfaction revisited. *The Hearing Journal*, 53(1), 38-55.
- Kuk, F., Keenana, D., Korhonen, P., & Lau, C. (2009). Efficacy of linear frequency transposition on consonant identification in quiet and noise. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20, 465-479.
- Stacey, P. C., Raine, C. H., O'Donoghue, G. M., Tapper, L., Twomey, T., & Summerfield, A. Q. (2010). Effectiveness of computer-based auditory training for adult users of cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 49(5), 347-356.
- Sweetow, R. W. & Sabes, J. H. (2004). The case for LACE: Listening and auditory communication enhancement training. *The Hearing Journal*, 57(3), 32-40.
- Sweetow, R. W. & Sabes, J. H. (2006). The Need for and development of an adaptive listening and communication enhancement (LACE™) Program. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(8), 538-558.
- Tremblay, K., Piskosz, M., & Souza, P. (2003). Auditory training induces asymmetrical changes in cortical neural activity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(3), 564-572.
- Turner, C., Humes, L., Bentler, R., & Cox, R. (1996). A review of past research on changes in hearing aid benefit over time. *Ear and Hearing*, 17(suppl 3), 14S-28S.
- Tye-Murray, N. (2009). Foundations of aural rehabilitation: Children, adults, and their family members (3th Ed.). Delmar Learning, NY: New York.
- Wu, J. L., Yang, H. M., Lin, Y. H., & Fu, Q. J. (2007). Effects of computer-assisted speech training on Mandarin-speaking hearing-impaired children. *Audiology and Neurotology*, 12(5), 307-312.