



Proximity Analysis of Web-Based Auditory Training Programs: Toward Listening and Customized Learning Exercises for Aural Rehabilitation

Chanbeom Kwak¹, Saea A Kim¹, and Woojae Han²

¹Department of Speech Pathology and Audiology, Graduate School, Hallym University, Chuncheon; and

²Division of Speech Pathology and Audiology, Research Institute of Audiology and Speech Pathology, College of Natural Sciences, Hallym University, Chuncheon, Korea

웹 기반 청능훈련 프로그램의 근접 분석: Toward Listening and Customized Learning Exercises for Aural Rehabilitation를 중심으로

곽찬범¹ · 김세아¹ · 한우재²

한림대학교 일반대학원 언어병리청각학과,¹ 한림대학교 자연과학대학 언어청각학부, 청각언어연구소²

Received November 11, 2017

Revised December 19, 2017

Accepted January 3, 2018

Address for correspondence

Woojae Han, PhD

Division of Speech Pathology and

Audiology, College of Natural

Sciences, Hallym University,

1 Hallimdaehak-gil,

Chuncheon 24252, Korea

Tel +82-33-248-2216

Fax +82-33-256-3420

E-mail woojaehan@hallym.ac.kr

Aural rehabilitation is defined as a comprehensive service which includes hearing aid fitting, hearing aid orientation, auditory training, and informational/educational counseling for people with hearing loss in order to reduce deficits of auditory function, difficulty in communication, and limited social activity, and ultimately to enhance their quality of life. Although it is well known that auditory training among a large scope of the aural rehabilitation is critical to improve residual hearing of hearing-impaired adults and/or older adults, there are some limitations to conduct it in the clinic in terms of time consuming and individual difference. In this review paper, we introduce two of the most popular web-based auditory training programs, namely Listening and Communication Enhancement And customized learning: Exercises for Aural Rehabilitation. The paper analyzes their purpose, contents, effect (or benefit) of auditory training, and clinical application, while arguing their pros and cons. In conclusion, we discuss a necessary of developing auditory training platforms for the hearing-impaired adults and older adults, and then of forging systematic web-based auditory training tools with a low-cost and high efficiency because aging population is rapidly increasing in Korea.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2018;61(4):167-76

Key Words Auditory training · Aural rehabilitation · cLEAR · LACE · Web-based training.

서론

청능 재활(aural rehabilitation)이란 청력 손실로 인한 듣는 기능 및 의사소통의 제한, 그로 인해 저하된 삶의 질을 다양한 듣기 상황에서의 지각 훈련과 상담을 통해 난청인의 장애

정도를 최소화하는 것이다.¹⁾ 따라서 청능 재활은 정밀한 보장구의 적합(hearing aid fitting), 원활한 보청기 사용을 위해 관련 부속 기능들에 대한 이해를 목적으로 시행되는 보청기 오리엔테이션(hearing aid orientation), 청능 훈련(auditory training), 독순과 독화를 포함한 의사소통 훈련(communication training), 정보제공적/교육적 상담(informational/educational counseling), 심리사회적 적응(psycho-social adjustment) 등으로 구성된다.²⁾ 일반적으로 난청인들의 손실된

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

청력은 보청기 및 인공 와우 등의 보장구 착용만으로 일정 정도의 청취력 향상이 가능하고, 과학 기술의 발달과 더불어 이러한 보장구들의 급속한 기술적 발전은 난청인들에게 청력 손실의 유형 및 정도를 고려하여 말소리를 고음질로 명료하게 듣게 할 뿐 아니라 주변 소음을 자동적으로 차단 혹은 감소시켜 일상 대화 시 상대방의 말소리를 잘 듣고 이해할 수 있도록 도와준다.³⁾ 그러나 아무리 성능이 우수한 보장구를 착용하였다 하더라도 전문가에 의한 체계적인 관리 및 청능 훈련 등의 듣기 전략에 대한 교육이 수반되지 않는다면, 난청인들의 보장구 착용에 대한 만족도는 감소할 수밖에 없다.⁴⁾ 결론적으로 청능 재활의 궁극적인 목표인 청력 손실로 인한 기능의 저하 및 의사소통의 한계를 최소화하거나 제거함으로써 난청인들의 삶의 질을 향상시키기 위해서는 청능 재활의 각 구성 요소들을 충실히 이행할 뿐 아니라, 그중에서도 청능 훈련이 효율적으로 실시되어야 하겠다.

청능 훈련의 역사를 되짚어보면, 제2차 세계 대전 이후 난청으로 고통받는 퇴역 군인들을 위해 Raymond Carhart 등의 청각 전문가들이 청력 손실의 유형과 정도를 평가하고, 난청인들을 위한 치료적 중재를 시행하고자 한 것이 그 시초이다.⁵⁾ 초기의 청능 훈련은 주로 난청인들의 독순/독화 훈련에 집중되었으나, 1970년대부터 1990년대에 이르러서는 듣고/말하기의 의사소통 전략을 강조하는 구화법이 대두되었다.⁶⁾ 과거 청능 훈련의 대상자는 주로 선천성 난청으로 인해 보청기 착용 및 인공 와우를 이식한 유·소아 및 아동들에게 국한되는 경향을 보였다가,⁷⁾ 최근에는 후천적으로 보청기 및 인공 와우를 착용한 성인 및 노인들에 대한 청능 훈련의 중요성이 강조되고 있다. 즉, 소음이 있는 상황에서 말소리의 인지 향상을 위해 난청 성인 및 노인들에게 실시한 청능 훈련이 그들의 어음 인지력에 긍정적인 영향을 보였다는 많은 연구 결과들과 함께, 보장구의 적합 후 일정 기간 동안의 체계적인 청능 훈련이 보장구의 높은 착용 만족도로 이어짐을 증명하였다.⁸⁻¹¹⁾ 구체적으로, Sweetow와 Palmer¹²⁾의 연구에 따르면, 하향식 접근을 통한 청능 훈련은 성인 난청인들에게 의사소통 전략의 향상을 기대할 수 있다고 보고하였고, Sprinzi와 Riechelmann¹³⁾의 연구에서는 의사소통 기반의 청능 훈련의 실시로 보청기 착용 노인들의 삶의 질이 높아졌다고 결론 내렸다. 더불어 음소 변별 기반의 청능 훈련과 말소리의 전반적인 이해 기반의 청능 훈련을 실시하여 난청 노인 간 훈련의 효과를 비교한 Kricos와 Holmes¹⁴⁾의 연구에서는 말소리의 전반적인 이해를 기반으로 한 청능 훈련이 보청기 착용 난청 노인들에게 있어서 의사소통 시 발생하는 문제를 최소화하는데 매우 효과적이라고 보고하였다.

이러한 긍정적인 효과에도 불구하고, 클리닉에서 난청인

개개인별로 청능 훈련을 실시할 때 적지 않은 시간이 소요된다. 따라서 일대일 청능 훈련에 소요되는 시간을 최소화할 목적으로 그룹 청능 훈련의 실시가 장려되었으나, 보청기 사용 및 만족도에 대한 그룹의 전체적인 향상과 달리 개인별 난청의 특징 및 훈련의 요구 조건을 자세히 반영하지는 못하였다.⁵⁾ 또한 보청기 착용에 대한 이득 및 만족도를 위해서는 장기간의 청능 훈련의 실시 보다는 직접적인 보청기의 신기술 향상이 더 중요하다고 여겨져 훈련의 중요성이 다소 축소되었던 시기도 있었다.¹⁵⁾ 클리닉에서 실시할 때 발생하는 청능 훈련의 이러한 한계점을 극복하기 위해 궁극적으로 연구자들은 원거리에서도 시간에 구애 없이 실시할 수 있는 컴퓨터를 활용한 ‘웹 기반 청능 훈련 프로그램’을 개발하였다.¹⁶⁻²²⁾ 예를 들어, 1987년 Boothroyd에 의해 Computer-Assisted Speech Perception Evaluation and Training(CASPER) 프로그램의 개발을 시작으로, 4년 뒤 Gagne 등¹⁹⁾에 의해 개발된 Computer-Aided Speechreading Training(CAST)는 대상자에게 시각적 재인에 기반한 어음 인지와 단어 철자에 기반한 피드백을 제공하는 것에 목적을 두고 서비스를 제공하였다.²⁰⁾ 이후 2008년도에는 Boothroyd²³⁾에 의해 CASPER 프로그램의 상위 버전인 CASPERsent가 청각, 시각, 시·청각적 문장 인지 훈련을 목적으로 개발되었다. 현재 가장 대중화되어 사용되고 있는 웹 기반 청능 훈련 프로그램인 Listening and Communication Enhancement(LACE)²⁴⁾은 기존 방식의 청능 훈련 및 상담을 대신하여 설문 문항을 통한 간단한 장애 정도 및 자신감 진단과 다양한 청능 훈련 요소들로 구성되었고, 훈련의 결과를 대상자(난청인)와 청각 전문가 모두에게 제공하고 있다. 한편, 가장 최근에 출시된 Customized Learning: Exercises for Aural Rehabilitation(cLEAR)²⁵⁾은 온라인 게임의 유희적인 측면을 청능 훈련과 접목하여 청각은 물론 인지 기능 향상을 목적으로 개발된 프로그램임을 강조하고 있다. 이러한 웹 기반의 청능 훈련 프로그램들은 공통적으로 대상자로 하여금 이동에 소요되는 시간을 절약하고, 저비용/고효율성(low cost/high efficiency)을 갖춘 질 높은 청각 재활 서비스를 이용할 수 있다는 큰 장점을 지니고 있다. 본 종설 논문에서는 선진국을 중심으로 개발된 웹 기반 청능 훈련의 프로그램 중 현재 가장 많은 주목을 받고 있는 LACE와 cLEAR 프로그램의 목적, 구성 및 내용, 임상적 활용 방안을 분석하고자 한다. 나아가 증가하는 고령 인구들의 보청기 착용 및 청능 훈련 수요의 잠재성을 고려하여 이러한 프로그램들의 국내에서의 개발 및 실용 방안을 제안하고자 한다.

Comparison of LACE and cLEAR

Purpose of Program Development

LACE 프로그램은 난청인들의 어려운 청취 상황에서 듣기 능력 향상과 대처 전략 수립을 목적으로 2004년 Robert W. Sweetow와 Jennifer Henderson Sabes에 의해 개발되었다.²⁴⁾ LACE의 주목적은 대상자의 듣기 및 의사소통 능력의 향상, 의사소통 시 자신감 향상, 의사소통 전략 제공, 훈련 프로그램의 참여 유도, 난청 클리닉의 불필요한 방문의 감소이다. 더불어 보청기는 손실된 청력을 일정 정도 보상해 줄 수 있지만, 보청기의 단순 착용만으로 청취 및 의사소통 능력이 향상되는 것은 아님을 난청인들에게 스스로 인식시키는 데 있다. 즉, 난청 성인들의 듣기 능력과 의사소통 기술의 향상을 돕는 것은 물론, 궁극적으로는 LACE 프로그램을 통해 난청인 스스로 도움 가능한 의사소통 전략을 적용시킬 수 있도록 고안된 웹 기반의 청능 훈련 프로그램이다.²⁴⁾ LACE는 상향식(bottom-up)과 하향식(top-down) 접근을 통한 자기 주도적 훈련을 제공하며, 대상자는 훈련을 진행하는 동안 의사소통에 대한 유용한 조언을 얻을 수 있다. 따라서 프로그램을 사용함으로써, 말소리 인지력의 상승뿐 아니라 인지 기능의 향상,⁵⁾ 장애에 대해 스스로 느끼는 정도(장애지수)와 자기 효능감의 향상,⁴⁾ 클리닉 환자들의 낮은 보청기 환불율을 기대할 수 있다.¹¹⁾

한편, cLEAR 프로그램은 소음 상황에서 의사소통 시 난청인의 말소리 인지 능력을 향상시키고자 Nancy Tye Murray, Brent Spehar, Steven Tye, Tad Zelski에 의해 2015년 개발되

었다. 특별히 임상가(혹은 청각 전문가)를 통해서만 이용이 가능한 웹 기반 서비스이며, 게임과의 접목을 통해 대상자의 흥미와 관심을 유발하면서 청능 훈련을 실시할 수 있도록 고안되었다. 구체적으로, 대상자에게 청각 기억력(auditory memory), 빈번하게 사용되는 단어의 인지(recognizing frequently used words), 청각 처리 속도(auditory processing speed), 담화 이해(discourse comprehension), 청각 집중력(auditory attention), 음소 변별(phoneme discrimination), 의존형태소 확인(bound morpheme identification) 등 7가지 청각-언어인지 부분에서의 향상을 목적으로 총 6개의 게임으로 구성되었다. LACE와 cLEAR 프로그램의 개발자, 개발 연도, 프로그램 구성, 목적, 웹사이트 주소, 가격 등의 개발적인 정보는 Table 1에 정리하였다.

Contents of Program

LACE

LACE는 크게 자가 설문 검사, 소음 하 어음인지 훈련, 빠른 말소리인지 훈련, 작업기억 훈련으로 구성되어 있다. 먼저, 자가 설문지의 종류로는 Hearing Handicap Inventory(HHI)와 Communication Confidence Profile(CCP)가 있다. CCP 설문지는 보청기 착용 여부에 관계없이 청각적인 의사소통 능력에 대한 난청인의 자신감을 측정하는 데 목적이 있다. 총 12개의 문항으로 구성되어 있으며 5점 척도를 사용하고 있다.²⁶⁾ 소음 하 어음인지 훈련은 소음 하 문장인지 훈련, 경쟁 음 속 말인지 훈련, 속성 소음 하 어음지각 훈련을 포함한다.

Table 1. General information for two programs

	LACE	cLEAR
Developers	Robert W. Sweetow, Jennifer Henderson Sabes	Nancy Tye Murray, Brent Spehar, Steven Tye, Tad Zelski
Release year	2004	2015
Contents	Self-assessment using questionnaires Speech perception training in noisy conditions Perception training in fast rated speech Working memory training	Auditory memory Recognizing frequently used words Auditory processing speed Discourse comprehension Auditory attention Phoneme discrimination Bound morpheme identification
Training Effects	To develop auditory skills and learn strategies for dealing with various listening situations when hearing is inadequate	To improve speech discrimination, support from a hearing healthcare professional, stay active and involved in hearing world, and be more relaxed and feel more confident in impaired listeners' ability to understand what people are saying
Time	30 minutes a day and 5 times a week (Training period of 4 weeks are recommended)	60 minutes a day and 2 times a week (As effective training, 12 hours of 6 weeks are recommended)
Website	https://www.lacelistening.com/	https://www.clearworks4ears.com/
Price	\$ 79.9	\$ 150 per 3 months

LACE: Listening and Communication Enhancement, cLEAR: Customized Learning: Exercises for Aural Rehabilitation

빠른 말소리 인지 훈련은 빠른 속도의 문장에서 인지력을 높이는 훈련이다. 즉, 시끄러운 배경소음이 있는 상황, 다화자와 대화하는 상황, 빠른 말 속도 상황 등 의사소통이 어려운 다양한 청취 환경에서 청능 훈련을 제공하고 있다. 마지막으로 작업기억 훈련은 제시되는 단어 중 목표 단어 기억하는 훈련을 포함하고 있다.

LACE는 별도의 프로그램 설치를 요구하지 않으며, 해당 웹사이트(<https://www.lacelistening.com/>)에 접속하여 온라인 코드를 구매하는 것으로 쉽게 이용 가능하다. 개발자들은 청능 훈련의 효과를 위해, LACE 프로그램을 하루에 30분씩, 주 당 5회씩, 총 4주 동안 실시할 것을 권장한다(훈련을 위한 시간이 여의치 않더라도 적어도 1주일에 3번의 훈련을 실시할 것을 권고하고 있다). 말소리의 제시 강도는 각 훈련 섹션 별로 대상자의 쾌적음량수준(most comfortable level)으로 설정한다. 섹션은 총 11개로 구성되며, 연속적으로 4개의 섹션 이상 진행할 경우, 프로그램에서 재로그인을 하도록 요구한다.

Self-assessment using questionnaires

LACE 프로그램을 처음 시작하게 되면 HHI²⁷⁾와 CCP²⁶⁾ 설문지를 작성한다. HHI는 대상자의 청각장애지수를 평가하기 위한 설문지로 3점 척도의 총 24개의 문항으로 구성되어 있다. 점수가 높을수록 청각장애로 인한 불편함의 정도가 크다는 것을 의미한다. CCP는 보청기 착용 유무에 상관없이 다양한 청취 환경에서 대상자가 대화 시 갖는 자신감의 정도를 측정한다. 5점 척도를 사용하며 12개의 문항으로 구성되어 있다. 설문지의 총 점수가 높을수록 대상자는 의사소통 상황에서 자신감을 갖고 있다는 것을 의미한다.

Speech perception training in noisy conditions

‘소음 하 문장인지 훈련’은 말 그대로 배경 소음 상황에서 문장이 제시되는 검사이다. 훈련 진행 시, 대상자는 다화자 소음과 함께 제시된 목표 문장을 청취하게 된다. 문장을 들은 후에는 청각적으로 제시되었던 문장이 화면에 그대로 시각적으로 제시되며, 대상자 스스로 판단하기에 해당 문장을 정확하게 들었으면 “YES”, 그렇지 않으면 “NO” 버튼을 선택하도록 유도한다. 훈련이 진행됨에 따라 동일한 소음의 크기를 유지하되 목표 문장의 소리 크기만 2 dB 간격으로 줄여들어 난이도가 높아진다. 즉, 신호대잡음비(signal-to-noise ratio)가 낮아진다.

‘경쟁음 속 말인지 훈련’에서는 대상자가 남성, 여성, 아동화자 중 선호하는 2명의 목소리를 선택하게 된다. 훈련이 시작되면 문장 제시 전 남성, 여성, 아동의 목소리 중 대상자가 집중해야 하는 목소리에 대해 그림과 글로 알려준다. 예를 들

어, 대상자가 남성 화자의 목소리에 집중을 해야 한다면, 경쟁음으로는 여성 또는 아동 화자의 목소리가 제시된다. 훈련 진행 중에 대상자가 집중해야 하는 화자가 바뀌어 제시될 수 있다. 훈련이 진행됨에 따라 경쟁음 화자의 목소리는 고정된 상태에서 목표 화자의 목소리만 점차 작아지게 된다.

‘속성 소음 하 어음지각 훈련(Quick Speech-In-Noise)’은 소음 속에서 제시되는 문장 내에 포함된 목표 단어들을 들은 개수로 확인한다. ‘소음 하 어음지각 훈련’에서는 다화자 소음(babble noise)이 제시되는 반면, ‘속성 소음 하 어음지각 훈련’에서는 백색 소음(white noise)이 제시된다. 소음과 함께 제시되는 목표 문장을 듣고, 화면에서 보여지는 문장 내 굵은 글씨와 밑줄로 표시된 단어를 확인하여, 대상자가 들은 단어의 수와 제시된 단어의 수를 비교하여 일치 여부를 숫자 버튼으로 선택하게 된다. 역시 훈련이 진행될수록 배경 소음의 크기가 점차 커지게 되어 듣기 어려운 상황이 된다.

Perception training in fast rated speech

소음 하 문장인지 훈련 후, 시간 압축(time compression)을 사용하여 문장의 속도가 조절된 빠른 말 속도 하 어음인지 훈련을 진행한다. 시간 압축된 빠른 속도의 문장을 들은 후, 대상자는 화면에 시각적으로 제시되는 문장처럼 정확하게 들었으면 “YES”, 그렇지 않다면 “NO” 버튼을 선택하게 된다. 훈련이 진행될수록 제시되는 문장의 압축비가 높아지기 때문에 더욱 빠른 속도의 문장이 제시된다.

Working memory training

작업기억 훈련은 제시되는 목표 단어를 기억하고, 바로 이어서 들리는 문장에서 제시되었던 목표 단어 앞(before) 혹은 뒤(after)에 들리는 단어를 기억하고 보기에서 선택하는 훈련이다. 난이도가 높아짐에 따라 문장의 수와 목표 단어의 개수가 증가한다.

Overall evaluation

LACE 프로그램을 사용하는 대상자는 섹션을 시작하기 전에 훈련 중 제시될 문장의 주제를 선택할 수 있다. 또한, 훈련에 대한 지시 사항은 훈련 시작 전에 영상과 글로 한 번씩 제공되어 처음 훈련에 접하는 대상자라도 쉽게 따라 할 수 있다. 훈련의 난이도는 대상자의 이전 기록을 기준으로 하여 정해지며 대상자가 정답률이 높은 경우에는 난이도가 상승하고, 정답률이 낮은 경우에는 난이도가 하강하게 되는 adaptive procedure로 진행된다. 또한, 대상자의 정/오답 반응에 따라 프로그램상의 문구를 통해 시각적 강화가 제시되고, 틀린 문장의 경우에는 ‘다시 듣기(repeat)’가 가능하다. 훈련 진

행 중, 대상자가 실생활에 적용할 수 있는 의사소통전략이 영상 또는 글로 종종 제시되기도 한다. 대상자가 한 개의 섹션을 마친 경우, 진행하였던 섹션에 대한 점수가 그래프화로 제시되며 HHI와 CCP 설문지 점수도 함께 표기된다. 점수 정보 버튼을 통해 설문지 결과와 속성 소음 하 어음지각 훈련에 대한 간략한 설명을 확인할 수 있으며, 모든 훈련의 결과는 대상자를 담당하는 임상가(혹은 청각 전문가)에게 전달이 가능하다.

LACE 프로그램은 목표 문장에 대해 시각적으로 제시되어 대상자가 쉽게 버튼을 누르는 것으로 반응 방식을 사용하기 때문에 조작이 간편하다는 장점이 있지만, 이로 인해 대상자의 흥미와 집중이 장시간 지속하기 힘들 가능성이 있다. 또한, 대상자가 훈련을 진행하기 전에 선택하는 문장의 주제 및 훈련 반응은 훈련 도중 수정할 수 없다. 훈련 결과 확인 시에는 각 훈련 종류별로 결과가 제시되는 것이 아닌, 한 섹션 내에 실시되었던 훈련들에 대한 총점으로 제시가 되며 결과에 대한 의미와 해석을 확인할 수는 없다. 따라서 설문 문항들을 훈련 초기가 아닌 일정한 주기로 대상자에게 작성하도록 한다면, 대상자 스스로 훈련의 추이 및 결과를 객관적/주관적으로 확인하는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

cLEAR

cLEAR 프로그램은 맞춤형 청력 건강관리 모델에 기반하여 4가지 요소를 토대로 서비스를 제공하고 있다. 1) 환자의 청력 상태에 대한 관리와 이해, 2) 청력 관리 계획에 있어서 난청인의 주요 의사소통 파트너의 포함, 3) 난청인 간의 공동체 의식 형성, 4) 난청으로 인해 대처방법을 모르는 사람들에게 임상가(혹은 청각 전문가)가 동료로서 함께 동반하는 것.²⁸⁾ cLEAR은 그룹 청능 훈련, 어음 독해 훈련, 청취 문제 평가와 같은 다른 방식의 청능 훈련들과 병행하여 사용 가능하며, 대상자 개인별 맞춤형 청력 건강관리 서비스를 제공하는 유일한 매체이다.²⁹⁾ 기존의 센터를 이용하던 전통적 방식의 청능 훈련 프로그램과 비교 시, cLEAR 프로그램은 첫째, 거동이 제한되는 환자도 청능 훈련 프로그램을 사용하는 데 지장이 없으며 둘째, 시간과 장소에 구애받지 않고 청능 훈련을

진행할 수 있고 셋째, 이동에 소요되는 시간과 비용을 절감할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한, 컴퓨터를 활용한 청능 훈련 프로그램이기에 cLEAR은 청력과 시력에 장애가 있는 사람을 위한 감각 훈련,³⁰⁾ 노화로 인한 기억력 장애와 알츠하이머병과 같은 인지적 장애를 훈련하는데 효과적인 것으로 보고되고 있다.³¹⁾ cLEAR은 총 6가지 게임(EARonaut, MountainEAR, ShakespEARe, TreasEAR Island, FarmEAR in the Dell, PEARl Crunch)으로 구성되어 있으며, 각각의 게임별 훈련 목적과 진행 과정에서는 차이가 있다. 각 훈련의 목적과 해당 게임들을 Table 2에 표기하였고, 각 게임의 목적 및 훈련 절차에 대하여 다음 단락에서 설명하였다.

Game 1

EARonaut는 청각 기억력과 빈번하게 사용되는 단어에 대한 인지 향상 훈련을 목표로 한다. 프로그램의 구성은 게임 시작, 화자 선택, 통계, 지시 사항, 끝내기로 이루어져 있고, 개발된 6개의 프로그램이 동일한 구성을 보인다. 대상자의 선호도에 따라 미국식, 영국식, 호주식 발음을 가진 남성, 여성, 아동 화자들 중 선택이 가능하다. 통계에서는 대상자가 진행했던 프로그램의 마지막 단계와 그에 대한 전체 점수를 확인할 수 있다. 지시 사항에서는 프로그램 진행 및 소음 크기 조절에 대한 설명이 포함되어 있다. 게임 시작을 선택하여 프로그램을 진행하면, 대상자는 제시될 문제의 개수를 3, 6, 9개 중 선택할 수 있으며 1~3단계는 15초간 제시되는 시청각적 단서인 그림, 해당 단어, 그리고 말소리를 기억한 뒤 시각적 단서가 사라지게 되면, 배경 소음과 함께 제시되는 화자의 말소리를 듣고 해당 단어가 있었던 위치를 기억하여 선택한다. 4단계부터는 제시되는 문제의 개수를 다시 선택하게 되며 앞선 단계와 동일한 방식으로 단서가 제시된다. 이때 단서가 제시되는 시간은 30초이다. 대상자가 정답을 맞춘 경우에는 맞춘 단어에 대한 그림과 말소리가 제시되면서 점수를 획득하게 되고, 오답을 선택한 경우에는 오답을 알리는 경고음과 함께 대상자가 선택한 사진이 제시되어 오답임을 확인할 수 있도록 한다. 오답 뒤에는 다시 단어에 대한 말소리가 무작위적으로 제시된다. 하나의 단계를 완료하게 되면 해당 단계에서 확

Table 2. Training purposes of subcategories and related name of games

Training purpose	Name of games
Auditory memory	EARonaut, ShakespEARe, FarmEAR in the Dell
Recognizing frequently used words	EARonaut, MountainEAR, TreasEAR Island, FarmEAR in the Dell
Auditory processing speed	MountainEAR, ShakespEARe, PEARl Crunch
Discourse comprehension	ShakespEARe
Auditory attention	TreasEAR Island, FarmEAR in the Dell
Phoneme discrimination	TreasEAR Island, FarmEAR in the Dell
Bound morpheme identification	PEARl Crunch

특한 점수, 완료까지 소요된 시간, 정/오답을 포함하는 대상자의 시도 수, 향상도가 제시된다.

프로그램의 구성이나 진행에 있어서는 게임 형식으로 진행되기 때문에 대상자에게 상당한 흥미를 유발할 수 있으나, 청능 훈련 목적으로 사용하기 위해서는 대상자가 일정 수준 이상의 영어단어를 암기한 상태가 전제된다. 그럼에도 배경 소음의 정도(크기)를 대상자가 스스로 조절할 수 있기 때문에, 일상 생활에서 의사소통을 할 수 있는 크기의 소음 강도를 확인 및 적응하는 재활적 접근 방향 뿐 아니라, 기억력을 활용하는 인지적 부분의 장에 대한 접근이 가능할 것으로 생각된다.

Game 2

ShakespEARe는 담화 이해, 청각 기억력, 청각 처리 속도에 대한 재활을 목표로 한다. 프로그램 진행 시, 5개의 문장으로 구성된 1개의 단락이 말소리로 제시되며, 이때 대상자는 제시되는 1개의 단락을 듣고 A, B, C, D, E 중 첫 번째로 들린 문장부터 순서에 맞게 찾아 선택하게 된다. 각 알파벳 버튼을 누르면 해당 알파벳이 의미하는 문장을 들을 수 있다. 5가지 문장 순서에 대한 선택을 마친 후에는 해당 문단을 듣거나 결과를 제출할 수 있다. 문장 순서에 대한 대상자의 선택에 따라 정/오답 반응은 나타나지 않으며, 결과와 함께 정답인 문장은 초록색, 오답인 문장은 빨간색으로 표시된다. 결과 해석 시에는 해당 단계에서 얻은 점수, 소요된 전체 시간, 정답률(%), 향상도를 확인할 수 있다.

이 게임에서는 유사한 훈련 프로그램들과 달리 소음은 제시되지 않으나 5개의 문장을 듣고 그 순서를 기억한 뒤에 개별적 문장을 듣고 조합해야 하므로, 단어 수준이었던 이전 프로그램들에 비해 더욱 대상자의 종합적인 청취 능력 및 인지 기능이 요구될 것으로 생각된다. 또한, 문장 내에서도 유사한 소리를 순서를 바꾸어 제시하거나 반복하여 제시하므로 그에 대한 변별 능력을 향상시키는데 유용할 것으로 생각된다.

Game 3

FarmEAR in the Dell은 청각 집중력, 청각 기억력, 음소 변별력, 빈번하게 사용되는 단어에 대한 인지를 재활의 목표로 한다. 4개의 시청각적 단서(사진과 말소리)에 대한 대상자의 반응을 확인한다. 대상자는 제시되는 사진과 함께 하나의 단어를 듣고 해당 단어와 일치하는 사진을 선택한다. 정답을 선택한 경우 다음 문제가 제시되며, 오답을 선택한 경우에는 해당 선택지가 사라지고 제시되었던 단어가 한 번 더 제시된다. 결과 해석 시, 해당 단계에서 얻은 총 점수, 완료까지 걸린 시간, 향상도가 제시된다.

프로그램 진행 시, 제시되는 목표 단어보다 낮은 강도의 배

경 소음이 제시되며, 목표 단어를 묘사하는 사진을 보고 해당 단어를 선택하는 부분에 대해서는 단순한 청각적 이해력 뿐만 아니라 소음 속에서 말소리를 듣고 이해하는 능력까지 반영하는 것으로 생각된다. 또한, 사진이 제시될 때, 화면 속 풍차가 빠르게 회전하며 제시되기 때문에 일정 정도의 집중력이 대상자에게 요구될 것으로 예측된다.

Game 4

MountainEAR은 청각적 처리 속도 및 빈번하게 사용되는 단어에 대한 인지에 대한 훈련을 목표로 한다. 프로그램 진행 시, 시각적 단서가 사진으로 나타나며 배경 소음과 함께 제시되는 화자의 말소리를 듣고 대상자는 최대한 빨리 반응을 해야 한다. 이때 제시된 시각적 단서와 화자가 말한 단어가 일치한다면 “Yes”를, 일치하지 않는다면 “No”를 선택한다. 프로그램 상단의 시계 아이콘을 통해 반응까지 소요된 시간을 눈으로 확인할 수 있으며, 반응 시간이 짧을수록 높은 점수를 획득할 수 있다. 대상자가 정답을 선택한 경우, 프로그램의 캐릭터가 산을 올라가고, 최정상까지 올라가게 되면 다음 단계로 넘어가게 된다. 반면, 오답을 선택한 경우에는 오답을 알리는 소리와 함께 다음 문제로 넘어가게 된다. 문제 제시 순서는 무작위적으로 제시되며 하나의 단계를 완료하게 되면 EARonaut와 마찬가지로 전체 획득 점수, 완료까지 걸린 시간, 소요된 평균 시간, 향상도를 확인할 수 있다.

본 게임에서는 제시되는 사진과 단어 간 일치/불일치에 대한 반응을 확인하고, 강화를 위해 반응까지 걸린 시간에 따라 점수를 주는 방식을 사용하고 있다. 이는 본 게임의 목적인 청각적 처리와 비교했을 때 대상자에게 효과적인 훈련 방법인 것으로 생각된다.

Game 5

TreasEAR Island는 청각 집중력, 음소 변별력, 빈번하게 사용되는 단어 인지에 대한 훈련을 목표로 한다. 프로그램을 진행하게 되면 슬롯머신 안에 3개의 사진이 제시되며, 소음과 함께 단어가 제시된다. 대상자는 연속적으로 제시되는 3개의 단어를 듣고 3개의 사진과 단어가 순차적으로 일치한다면 ‘일치’ 버튼을, 그렇지 않다면 ‘불일치’ 버튼을 누른 뒤 획득할 점수를 선택한다. 점수는 각각 2점, 1점, 0점을 선택 가능하다. 대상자가 정답을 고른 경우, 기존 점수에 선택한 점수만큼 합산되어 나타나며 다음 문제가 제시된다. 반면, 오답을 고른 경우에는 선택한 점수만큼 차감된 뒤, 다음 문제가 제시된다. 결과 해석 시에는 해당 단계에서 얻은 총 점수, 완료까지 걸린 시간, 향상도, 자신감 수준(정반응율)이 나오게 된다. 즉, 제시되는 단어에 비해 낮은 강도의 배경소음이 제시되

며, 각 문제별 3개의 단어 중 2개는 동일한 단어, 1개는 발음이 유사한 단어가 제시된다. 따라서 발음이 유사한 단어가 제시되기 때문에 자모음 변별에 대한 능력을 평가하는데 유용할 것으로 생각된다.

Game 6

PEARL Crunch는 청각 처리 속도와 의존형태소 확인을 목적으로 재활을 진행한다. 배경 소음 강도의 조절이 가능하며, 높은 강도의 배경 소음에서 정반응을 보일 경우 더 높은 점수를 획득할 수 있다. 다른 게임에서 적용된 배경 소음은 백색 소음인 반면에, PEARL Crunch의 배경 소음은 다화자 소음이 사용되었다. 또한, 화자의 선택지는 존재하나, 각 문장별 화자는 프로그램에서 정해진 순서에 따라 변하게 된다. 총 7개의 문장이 제시되며 각 문장은 주어만 바뀔 뿐 행동을 묘사하는 동사는 동일하게 나타난다. 대상자가 정반응을 보일 시, 문장을 묘사하는 그림의 원이 초록색으로 표시되며, 오반응을 보일 시, 빨간색으로 표시된다. 결과 해석 시에는 획득한 총 점수, 완료까지 걸린 총 시간, 정반응율, 이전 점수에 비해 향상된 점수가 표시된다.

본 게임에서 제시되는 문장의 경우, 주어와 동사의 순서를 교체하여 평서문/부정문으로만 바뀌기 때문에, 배경 소음과 함께 제시되는 문장을 정확하게 듣고 이해하는지를 평가하거나 훈련할 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 반복되는 문장이 유사하기 때문에, 대상자가 취약한 부분에 대해서 반복적으로 학습이 가능할 것으로 생각된다.

Time suggested for training effect

LACE 프로그램은 하루 30분씩, 1주일에 5회로 총 4주간의 청능 훈련을 실시할 것을 권고하고 있다.⁵⁾ 권고 시간을 지키지 못할 경우에는 적어도 1주에 3회의 청능 훈련을 실시할 것을 제안하고 있다. 만약 4개의 세션을 연속으로 진행할 경우, 프로그램상에서의 재 로그인을 요구하게 된다. 한편, dLEAR 프로그램은 1시간의 섹션을 주 2회로 총 6주간 12시간의 청능 훈련을 실시할 것을 권고하고 있으며,²⁸⁾ LACE 프로그램과 달리 연속적으로 섹션을 진행하는 것에 대한 제한 사항은 없다.

Training effects and satisfaction

LACE

LACE 프로그램의 구성에는 배경 소음, 경쟁음, 빠른 말소리 등의 다양한 청취 상황에서의 어음 인지뿐 아니라 인지 기능의 향상을 위한 작업기억 훈련이 포함되어 있기 때문에,

아동뿐 아니라 성인 인공와우 착용자 역시 이 프로그램을 사용하여 청각적/인지적 기능의 향상을 보일 수 있다.¹⁵⁾ 또한 LACE 프로그램을 활용하여 청능 훈련을 시행한 선행 연구에 따르면, 대상자들이 상당히 낮은 보청기 환불율을 보이는 것을 보고하였다.¹¹⁾ 이는 대상자가 LACE 프로그램에 대해 높은 사용 만족도를 보였음을 간접적으로 확인할 수 있겠다.

Sweetow와 Sabes⁵⁾의 연구에서는 65명의 난청 성인과 난청 노인을 대상으로 소음 하 어음청각 훈련 등 LACE 프로그램에 포함된 훈련들과 HHI 등의 설문지를 실시하였다. 대상자들은 무작위적으로 실험군과 대조군으로 나누어 졌다. 실험군(n=38)은 모든 검사 및 설문지 진행 후에 바로 LACE 프로그램을 이용하여 청능 훈련을 실시하였으며, 대조군(n=27)은 1달 뒤에 청능 훈련을 실시하였다. 훈련은 시작일을 기준으로 2주, 4주, 8주 차에 하루 1시간씩 1주일에 5회로 총 4주간 진행되었다. 4주간의 청능 훈련 후, 프로그램에 사용된 훈련용 검사뿐 아니라 주관적, 객관적 결과 측정에서 실험군과 대조군 간에 유의미한 차이를 확인하였다. 즉, 소음 하 어음청각 훈련에서는 섹션이 지남에 따라 대상자의 평균 역치가 6 dB SNR에서 3.2 dB SNR로 유의미하게 낮아지는 것을 보였으며, 빠른 말 속도 하 어음인지 훈련에서도 역시 58%에서 52%로 훈련을 진행함에 따라 압축비가 유의미하게 낮아짐을 확인하였다.

경쟁음 속 말인지 훈련과 작업기억 훈련 역시 훈련 기간이 길어질수록 유의미하게 향상된 결과를 보였다. 주관적 결과 측정에서도 빠른 말을 사용한 소음 하 어음지각, 소음 하 청각, 작업기억 훈련에서도 대조군에 비해 실험군에서 유의미한 향상을 보고하였다. 빠른 말을 사용한 소음 하 어음지각 검사에서는 45 dB의 어음을 제시하였을 때 대조군에 비해 실험군에서 2.2 dB SNR의 유의미한 향상을 보였으며, 소음 하 청각 검사에서는 유의미하지는 않으나, 실험군의 55%가 대조군에 비해 향상된 결과를 보였다. 청각적 기억력 검사에서는 실험군에서 0.5문장의 유의미하게 향상된 결과를 확인하였으며, 처리 속도를 평가하기 위한 스투를 검사에서 역시 대조군에서 0.7초를 보인 것에 비해 실험군에서는 3.1초로 유의미하게 향상된 결과를 보였다.

객관적 평가를 위해 Hearing Handicap Inventory for the Elderly(HHIE)/Hearing Handicap Inventory for Adults(HHIA)와 Communication Scale for Older Adults(CSOA)와 설문지가 시행되었다. HHIE/HHIA 결과에서 실험군이 대조군에 비해 7.5점의 유의미한 향상을 보였으며, CSOA 결과에서도 실험군에서 각각 0.14과 0.06점의 유의미한 향상을 확인하였다.⁵⁾ LACE 프로그램을 사용한 대상자들의 환불율에 대해 보고한 Martin의 연구에서는 총 625명의 보청기를 착용한 LACE

프로그램 구매자를 대상으로 LACE 프로그램의 사용, 보청기 만족도, 그리고 프로그램의 환불율에 대해 Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit 설문지와 속성 소음 하 어음 지각검사 그리고 시각적 스피치 매핑을 이용하여 분석하였다. LACE 프로그램 구매자 중 LACE 사용자는 173명, 비사용자는 452명이었다. LACE 비사용자 중 환불을 희망하는 비율은 13.1%였으나, 사용자 중 환불을 희망하는 비율은 3.5%로 현저하게 낮은 수치를 보임을 확인하였다.¹¹⁾

clEAR

clEAR 프로그램을 사용한 청능 훈련의 효과는 많은 노력을 들이지 않더라도 어음 변별력의 향상을 기대할 수 있으며, 의사소통 시 난청으로 인한 자신감의 저하를 극복할 수 있고, 이로 인해 더욱 적극적인 사회 활동의 참여를 할 수 있다는 점이 있다. 또한, clEAR를 사용한 대상자들은 의사소통 시 높은 자신감을 보였고,³²⁾ 말소리 인지에 요구되는 인지적 노력의 감소를 보인다고 보고하였다.²⁵⁾ 10쌍의 성인 부부를 대상으로 친숙하지 않은 대상자에 비해 주요 의사소통 대상자의 말소리를 인지하는 것이 말소리를 인지하는데 더 효과적인지를 연구한 Tye-Murray 등³³⁾의 연구에서는 배우자의 목소리를 사용하여 clEAR프로그램으로 1주일에 1시간씩 2일간 총 6주의 청능 훈련을 진행하였다. 또한 실험의 효과를 검증하기 위하여 소음 속에서 말소리를 듣는 것을 평가하는 검사인 Build-a-Sentence test(BAS)와 Four-alternative forced choice(4AFC) test와 Client Oriented Scale of Improvement(COSI)설문지를 시행하였다. clEAR를 이용한 훈련 전, 후의 결과는 훈련 후에서 유의미한 결과들의 향상을 보였다. BAS 검사의 결과는 훈련 전에 비해 훈련 후에 배우자의 목소리와 성우 목소리에서 각각 6.3%와 3.6%의 향상도를 보였다. 4AFC 검사의 결과 역시 훈련 전에 비해, 훈련 후의 결과에서 배우자의 목소리와 성우 목소리에서 각각 16.1%와 17.1%의 향상도를 보였다. COSI 설문지에서는 5점 척도를 사용하여 일상생활에서 말소리를 듣는 것을 평가하였으며, 그 결과 10명의 대상자 중 7명이 0.73점의 향상도를 보였다.

93명의 보청기 또는 인공와우 착용자를 대상으로 단독 화자와 다 화자를 적용한 'I Hear What You Mean'(clEAR의 이전 버전) 프로그램을 6주간 훈련하고, 설문 문항을 활용하여 훈련의 향상도를 확인한 Tye-Murray 등³²⁾의 연구에서는 88%의 대상자가 말소리를 이해하는 능력의 향상을 경험하였으며, 66%는 단어 수준, 34%는 문장 수준, 22%는 대화 수준, 34%는 종합적인 문장의 의미 수준에서의 향상을 보였다.

고 찰

올해 초 미국 FDA에서 보청기의 Over-The-Counter 판매가 승인됨에 따라³⁴⁾ 잠재적 보청기 구매 희망자들이 보다 손쉽게 보청기를 구매하고 착용할 것으로 예상된다. 이는 더 많은 난청인들이 보청기 적합과 청능 훈련을 받고자 할 것이다. 미국의 "Big box store"나 "Costco"와 같은 대형 마트에서는 자동화된 청력검사가 설치와 저렴한 보청기를 판매함으로써, 보청기 시장에서 경쟁하기 위해 관련 임상가들은 많은 노력을 기울이고 있다.²⁹⁾ 실제로, 보청기 착용자 또는 보청기 착용 희망자 중 일부는 "청력검사와 보청기 구매를 임상가(혹은 청각 전문가)가 아닌 다른 곳에서 더욱 간편하고 값싸게 할 수 있기 때문에 난청 클리닉을 방문해야 하는 이유에 대해 필요성을 느끼지 못한다."고 응답하기도 하였다. 게다가, 신규 보청기 구매자 중 단지 약 20%만이 청능 훈련을 받고 있으며, 기존 보청기 착용자 중에서는 약 10% 정도만 청능 훈련을 받고 있는 것으로 분석되고 있다.³⁵⁾

그러나 서론에서 언급한 것처럼, 단순히 보청기 착용만으로 난청인의 어음 인지력 향상 및 보청기 사용 만족도가 높아지는 것은 아니기 때문에, 효과적인 보청기 사용법과 청취 환경 조성을 위한 팁을 얻기 위해서는 체계적인 청능 재활 프로그램을 선택하고 효율적인 청능 훈련을 받아야 할 필요가 있다. 실제로 청능 훈련을 통하여 보청기의 낮은 환불율과 소음 하 어음지각 및 작업기억을 포함하는 인지기능의 향상은 LACE 프로그램을 사용한 많은 선행 연구들에 의해 이미 그 효과가 검증되었다. 게임을 중심으로 한 웹 기반의 clEAR 프로그램은 다른 청능 훈련 프로그램들이 목표설정 이상의 청력 건강관리 질을 향상시켰고, 인터넷 기반의 난청인-청능사 맞춤형 방식을 활용하여 기존의 청능 훈련에서 발생하였던 시간 소요 및 고비용 지출에 대한 단점을 보완하였다. 더불어, clEAR 프로그램의 사용은 일반 화자 및 난청인의 주요 의사소통 대상자와의 대화 시 어음 인지의 향상과^{33,36)} 청취 시 소요되는 인지적 노력의 감소를 보인다고 보고된 바 있다.³²⁾

국내에서도 난청인들을 대상으로 웹 기반의 청능 재활 도구가 개발되려는 여러 움직임이 있다. Yu 등³⁷⁾의 연구에서는 양측 보청기 신규 착용자를 대상으로 스마트폰 어플리케이션을 개발하여 어음인지능력의 향상을 확인하였다. 이는 4주간의 자모음 훈련만으로 어음인지능력의 향상을 확인하는 것에 한계점을 보였으나, 기존의 청능 훈련에 비해 시간과 공간적인 제약 없이 훈련을 진행할 수 있다는 가능성을 보고한 바 있다. 또한, 청각장애 아동의 청각 기억 향상을 위한 모바일 어플리케이션의 개발을 보고한 Lee³⁸⁾의 연구에서는 기존의 재활과 더불어 전문적인 콘텐츠와 최신 기술이 결합한 재

활이 대상자의 재활 효과를 더 높일 수 있음을 확인하였다. 그러나 아직 개발 초기 단계이기에 빠른 시기에 대중화와 접근성을 높일 필요가 있다. 특히 청능 재활의 결과를 대상자에게만 부여하는 것이 아닌, 관련 전문가와의 원활한 상호작용을 통하여 난청인들이 통합적 청력관리서비스를 할 수 있도록 하는 방식이 절실히 요구된다.

Acknowledgments

This paper was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2015S1A3A2046760).

REFERENCES

- Boothroyd A. Adult aural rehabilitation: what is it and does it work? *Trends Amplif* 2007;11(2):63-71.
- Prendergast SG, Kelley LA. Aural rehab services: survey reports who offers which ones and how often, and by whom. *Hearing J* 2002;55(9):30-5.
- Sarampalis A, Kalluri S, Edwards B, Hafter E. Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. *J Speech Lang Hear Res* 2009;52(5):1230-40.
- Sweetow RW, Sabes JH. Auditory training and challenges associated with participation and compliance. *J Am Acad Audiol* 2010;21(9):586-93.
- Sweetow RW, Sabes JH. The need for and development of an adaptive listening and communication enhancement (LACE) program. *J Am Acad Audiol* 2006;17(8):538-58.
- Hawkins DB. Effectiveness of counseling-based adult group aural rehabilitation programs: a systematic review of the evidence. *J Am Acad Audiol* 2005;16(7):485-93.
- Rao A. Training the brain: hearing aids and ReadMyQuips. 2016 [cited Oct 30, 2017] Available from: https://starkeypro.com/pdfs/sas/Training_the_Brain_Hearing_Aids_and_ReadMyQuips.pdf.
- Fu QJ, Galvin JJ 3rd. Computer-assisted speech training for cochlear implant patients: feasibility, outcomes, and future directions. *Semin Hear* 2007;28(2):1-11.
- Gil D, Iorio MC. Formal auditory training in adult hearing aid users. *Clinics (Sao Paulo)* 2010;65(2):165-74.
- Miranda EC, Gil D, Iório MC. Formal auditory training in elderly hearing aid users. *Braz J Otorhinolaryngol* 2008;74(6):919-25.
- Martin M. Software-based auditory training program found to reduce hearing aid return rate. *Hear J* 2007;60(8):32-4.
- Sweetow R, Palmer CV. Efficacy of individual auditory training in adults: a systematic review of the evidence. *J Am Acad Audiol* 2005;16(7):494-504.
- Sprinzl GM, Riechelmann H. Current trends in treating hearing loss in elderly people: a review of the technology and treatment options - a mini-review. *Gerontology* 2010;56(3):351-8.
- Kricos PB, Holmes AE. Efficacy of audiologic rehabilitation for older adults. *J Am Acad Audiol* 1996;7(4):219-29.
- Henderson Sabes J, Sweetow RW. Variables predicting outcomes on listening and communication enhancement (LACE™) training. *Int J Audiol* 2007;46(7):374-83.
- Cronin B, Sims D, VonFeldt J, Dowaliby F, Hutchinson K, Myers T. The DAVID system: the development of an interactive video system at the National Technical Institute for the Deaf. A pilot experiment in computer assisted speechreading instruction utilizing the data analysis video interactive device (DAVID). *Am Ann Deaf* 1979;124(5):616-23.
- Boothroyd A. CASPER, computer-assisted speech-perception evaluation and training. *Proceeding of the 10th Annual Conference of the Rehabilitation Society of North America*. Washington, DC. Association for Advancement of Rehabilitation Technology;1987 p.734-6.
- Tye-Murray N, Tyler R, Bong B, Nares T. Computerized laser videodisc programs for training speechreading and assertive communication behaviors. *J Acad Rehabil Audiol* 1988;21:143-52.
- Gagné JP, Dinon D, Parsons J. An evaluation of CAST: a computer-aided speechreading training program. *J Speech Hear Res* 1991;34(1):213-21.
- Pichora-Fuller MK, Benguerel AP. The design of CAST (computer-aided speechreading training). *J Speech Hear Res* 1991;34(1):202-12.
- Dempsey JJ, Levitt H, Josephson J, Porrazzo J. Computer-assisted tracking simulations (CATS). *J Acoust Soc Am* 1992;92(2 Pt 1):701-10.
- Parker BJ, Arnett AA, Eldred J. MacAid: computer application in aural rehabilitation. *J Acad Rehabil Audiol* 1993;26:13-23.
- Boothroyd A. CasperSent: a program for computer-assisted speech perception testing and training at the sentence level. *J Acad Rehabil Audiol* 2008;41:31-52.
- Sweetow RW, Sabes JH. The case for LACE: listening and auditory communication enhancement training. *Hear J* 2004;57(3):32-5.
- Sommers MS, Tye-Murray N, Barcroft J, Spehar BP. The effects of meaning-based auditory training on behavioral measures of perceptual effort in individuals with impaired hearing. *Semin Hear* 2015;36(4):263-72.
- Sweetow R, Sabes JH. The communication confidence profile: a vital, but overlooked subjective domain. *Hear J* 2010;63(12):17-8.
- Ventry IM, Weinstein BE. The hearing handicap inventory for the elderly: a new tool. *Ear Hear* 1982;3(3):128-34.
- Tye-Murray N. An auditory training game program can help you customize care for your patients. *The ASHA Leader* 2016;21(12):18-9.
- Tye-Murray N. Gaming technology for customized aural rehabilitation and hearing healthcare. *Hear Rev* 2016;23(11):20.
- Ciuffreda KJ. The scientific basis for and efficacy of optometric vision therapy in nonstrabismic accommodative and vergence disorders. *Optometry* 2002;73(12):735-62.
- Günther VK, Schäfer P, Holzner BJ, Kemmler GW. Long-term improvements in cognitive performance through computer-assisted cognitive training: a pilot study in a residential home for older people. *Aging Ment Health* 2003;7(3):200-6.
- Tye-Murray N, Sommers MS, Mauzé E, Schroy C, Barcroft J, Spehar B. Using patient perceptions of relative benefit and enjoyment to assess auditory training. *J Am Acad Audiol* 2012;23(8):623-34.
- Tye-Murray N, Spehar B, Sommers M, Barcroft J. Auditory training with frequent communication partners. *J Speech Lang Hear Res* 2016;59(4):871-5.
- Warren E, Grassley C. Over-the-counter hearing aids: the path forward. *JAMA Intern Med* 2017;177(5):609-10.
- Kochkin S. MarkeTrak VIII: 25-year trends in the hearing health market. *Hear Rev* 2009;16(11):12-31.
- Barcroft J, Spehar B, Tye-Murray N, Sommers M. Task-and talker-specific gains in auditory training. *J Speech Lang Hear Res* 2016;59(4):862-70.
- Yu J, Chun H, Song CG, Han W. Case study of speech perception enhancement in hearing-impaired adult by auditory training program of mobile device. *Audiol Speech Res* 2014;10(2):158-68.
- Lee Y. [Mobile application development for improving auditory memory skills of children with hearing impairment]. *Audiol Speech Res* 2017;13(1):50-61.

정답 및 해설

1. 답 ⑤

해설 우측 귀의 선천성 외이도 협착증 및 폐쇄증이다. 증상이 없는 일측성 외이도 협착증이나 폐쇄증은 수술 없이 경과관찰이 가능하나 증례처럼 좁은 외이도로 인해 외이도 진주종이 생긴 경우는 진주종을 제거하고 청력을 호전시키기 위해 외이도 성형술 및 고실 성형술을 시행하여야 한다.

수술을 시행하는 경우 아래와 같이 상고실을 먼저 노출하여 이소골 등을 확인하고 (A) 측두근막등을 이용하여 고실을 만든 다음 (B) 확장된 외이도를 부분층 피부이식 등을 이용하여 재건해야 한다(C and D).

