

난청 고령자의 우울정도, 인지기능, 의사소통능력 및 정량뇌파 분석 연구

김형재¹, 원희욱^{2*}

¹스타키보청기 분당-용인난청센터, ²서울불교대학원 뇌인지과학

A Study on Analysis of Depression, Cognition, Communication, and Quantitative Electroencephalogram in Hearing Impaired Elderly

Hyoung Jae Kim¹, Hee Wook Weon^{2*}

¹Starkey Bundang-Yongin Hearing Care Center

²Division of Brain & Cognitive Science, Seoul University of Buddhism

요약 본 연구는 난청 고령자의 우울정도, 인지기능, 의사소통능력 및 정량뇌파를 분석하고, 관련성을 규명할 목적으로 시도하였다. Y 시 소재의 S 청능재활 센터를 내원한 60세 이상의 난청 고령자 중 모집공고문을 통해 남성 37명, 여성 26명이 2020년 6월 20일부터 2020년 9월 3일까지 자발적으로 참여했다. 구조화된 설문지를 통해 대상자의 전반적인 특성, 우울정도, 인지기능을 평가하였다. 의사소통능력의 척도인 단어인지도는 한국표준 단음절어를 사용하여 진단용 청력검사기로 평가하였다. 정량뇌파는 전전두엽 Fp1과 Fp2에 건식 전극을 사용하여 2채널 뇌파 측정기로 측정하였다. 수집된 자료는 SPSS/WIN 25.0 프로그램으로 인구 사회학적 특성 파악을 위한 빈도분석, 변수간 Pearson's correlation분석, 3분할 집단 간 One-way ANOVA분석을 하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다. 의사소통능력은 전전두엽 좌우 대칭성(** $p < .01$)과 정(+)적 상관관계를 보였고, 우뇌 정신적 산만 및 스트레스(* $p < .05$)와 부(-)적 상관관계를 보였다. 그러나 우울정도와 인지기능과는 유의한 상관관계는 없었다. 의사소통능력에 따른 3분할 집단별 차이 검정에서도 전전두엽 좌우 대칭성(** $p < .01$)이 우울정도와 인지능력보다 높은 수준의 상관관계를 보였다. 이상의 결과는 정량뇌파에서 측정된 전전두엽 좌우 대칭성이 난청 고령자의 의사소통능력의 강력한 생체적 지표 가능성을 시사 하였다.

Abstract The purpose of this study was to analyze the degree of depression, cognitive function, communication ability, and the quantitative electroencephalogram (EEG) in elderly individuals with hearing loss and to investigate their inter-relationship. Hearing-impaired elderly participants, aged 60 years or older (37 men and 26 women) who visited the S Hearing Rehabilitation Center in Y City from June 20, 2020, to September 3, 2020, participated voluntarily after a recruitment announcement. The participants' overall characteristics, depression, and cognitive functions were evaluated with a structured questionnaire. The Word Recognition Score (WRS) was evaluated with an audiometer using the Korean Standard Monosyllabic Word Lists for Adults (KS-MWL-A). The quantitative EEG was measured with dry electrodes using a 2-channel EEG on the frontal lobes Fp1 and Fp2. The results are summarized as follows: Communication ability showed a positive correlation with the left-right symmetry of the frontal lobes (** $p < .01$) and a negative correlation with right-brain mental distraction and stress (* $p < .05$). In the difference WRS test for each group, the left-right symmetry of the frontal lobes (** $p < .01$) showed the greatest correlation with communication ability. Our results suggest that the left-right symmetry of the frontal lobes can be a biomarker indicative of the communication ability of older people with hearing impairments.

Keywords : Hearing Impaired Elderly, Word Recognition, Brain Symmetry, Depression, Cognitive Neuroscience

*Corresponding Author : Hee Wook Weon(Seoul University of Buddhism)

email: brain@sub.ac.kr

Received January 20, 2021

Revised March 9, 2021

Accepted April 2, 2021

Published April 30, 2021

1. 서론

인간의 사회생활에서 가장 중요한 것은 언어를 이용한 의사소통이며, 말소리는 청각기관을 이용한 가장 기본적인 의사소통 수단이다[1]. 우리나라는 고도의 경제발전과 의료기술 발달로 급격한 고령인구 증가추세에 있다. 통계청은 65세 이상 노인인구는 2019년 전체인구의 15.7%인 812만 5천명을 차지하고 있으며, 2025년에는 20.3%에 이르러 초고령 사회에 진입할 것으로 전망했다[2]. 고령인구의 증가에 따라 난청 고령자도 급증하고 있다. 국민건강보험의 통계자료에 의한 연령대별 난청 진료현황을 살펴보면, 2017년 기준 70대 이상이 34.9%로 가장 많았고, 그 다음 60대가 18.7% 순으로 나타났다[3]. 청각기전은 소리감지(detection)와 소리변별(discrimination)로 대별된다. 말소리를 변별하는 뇌의 작동은 청각기관의 말단기관인 귀를 통해 들어온 말소리 정보를 받아들인 후 시작된다. 이는 측두엽의 청각 피질을 거쳐 베르니케 영역에서 언어로 이해된 후 전두엽에 위치한 브로카 영역을 거쳐 말을 할 수 있도록 운동계로 전달된다[4]. 따라서 전두엽의 노화는 의사소통능력에 직접 영향을 미친다. 노화로 인한 노화성 난청은 약한 소리에 대한 민감도가 떨어질 뿐만 아니라, 소리는 듣지만 말소리 변별이 힘들어 말소리 의사소통을 더 제한되게 만든다[5]. 노화성 난청의 주원인은 내이 청각기관인 달팽이관 내부의 청신경 손상, 뇌에 이르는 신경의 손상 등으로 알려져 있다. 그러나 말소리는 복합음으로서 말초청각기관과는 달리 다소 복잡한 청각기전에 의존하는데, 이 청각기전은 노화가 빠르다[6]. 이로 인해 고령자는 단어인지도(WRS: Word Recognition Score, 이하 WRS) 저하로 의사소통에 어려움을 초래한다[7]. WRS는 청각변별(auditory discrimination) 능력수준으로서 의사소통능력의 척도로 사용되고 있으며, 청각정보 처리능력과 대뇌피질에 대한 정보를 제공한다. 즉, 낮은 청각변별 수행력은 중추청각처리장애(CAPD: Central Auditory Processing Disorder, 이하 CAPD)의 판단 기준이 되기도 한다[8][9]. 낮은 청각변별은 주로 신경성숙도 차이(neuromaturation differences) 또는 신경생리학적 결함(neuropsychological deficits)에 의해 발생되는데, 노화가 진행될수록 정보처리 속도가 저하된다[10]. 노화로 뇌 전체 무게와 부피는 매 10년마다 약 2% 감소하는데, 전전두엽(prefrontal lobe)의 부피 감소가 가장 크다[11]. 연령효과가 큰 의사소통능력과 뇌기능의 관련성은 아직 명확하게 규명되지 않았다. 그러나 '뇌-심성-언어'라는 계층관계에서 볼 때 언어는 계층

이 가장 높은 뇌기능이라 할 수 있는데, 언어는 여러 인지기능과 밀접한 관계로 인해 언어의 독특한 기능만을 꺼내어 연구하기가 매우 어렵다. 음소변별 과제 수행시 양쪽 상측두회의 활동이 관찰되는데 이는 의사소통능력과 관련된 청각변별 과제에서 좌우 뇌의 활동이 중요하다는 것을 알 수 있다. 전두엽은 정서와의 관련성도 높다. 좌우 뇌 비대칭성(asymmetry)은 좌뇌 발달이 우뇌 발달에 비해 발달이 지연되는 증상을 보인다. 비대칭성은 정서적 곤란과 인지적 곤란에 대한 증거를 제시하는데[12], 우뇌의 지나친 발달은 우울증과 불안증, 무력증을 유발하고, 좌뇌의 발달지연은 인지적 통합에 문제가 생긴다[13]. 우울은 정보처리 속도를 저하시켜 기억력과 집중력을 평가하는 인지능력 수행을 어렵게 하는 경우가 많다. 따라서 우울정도는 인지능력 저하와 깊은 관련성이 있다. 특히, 전두엽과 관련된 집행기능, 주의집중능력 및 언어적 기억과 관련이 깊다[14]. 또한 난청은 우울정도와 인지능력에 영향을 미친다는 보고도 있다[15]. 난청노인의 20~30%는 심각한 우울증으로 진단되었고[16], 청각장애는 우울증과 치매와 관련성이 있다[17][18]. 따라서 난청은 연령과 관련된 인지기능을 예측하는 중요한 요인이 될 수 있는데, 이는 난청으로 인해 제한된 정보유입이 인지기능 저하로 이어지기 때문이다[19]. 난청은 치매를 가속화한다는 선행연구도 있는데[20], 노인은 청각결함과 함께 청각정보처리 능력의 퇴화가 어음인지에 영향을 미쳐[21], 결국 의사소통 장애를 가져다준다. 뇌 과학적 측면에서 언어는 말초청각체계에서 대뇌피질 청각영역에 이르는 청각경로의 비대칭성과 반구의 언어 우세성 그리고 좌우 뇌 반구간 정보교환이라는 특징이 있다[22]. 이상과 같이 뇌기능은 직간접적으로 의사소통능력에 영향을 미친다. 의사소통능력 관련 뇌기능 연구에 있어서 정량뇌파(QEEG: Quantitative Electroencephalogram)는 장비 자체에서 유발되는 소음이 없고, 시간해상도가 좋으며, 저비용, 비침습으로 접근성이 좋아 난청 고령자의 우울정도, 인지기능 등 정신생리학적 연구에 유용하다[23]. 뇌신경 세포의 지속적인 활동의 산물이 인지기능인데, 인지활동이 일어날 때 일어나는 뇌신경 세포끼리 정보를 주고받을 때 전기 신호인 뇌파[24]의 좌우 뇌의 알파파(alpha wave), 베타파(beta wave), 그리고 세타파(theta wave) 등의 차이를 정밀하게 분석하여 정서와 인지 분야를 객관적으로 다양한 측면에서 확인할 수 있다. 고령자는 신경생리학적 특성상 전전두엽의 퇴화 속도가 커 전전두엽이 관여하는 인지기능이 다른 두뇌 영역이 관여하는 기능보다 빠르게 저하될 수 있다. 이러한 인지

적 요소는 청각정보처리 능력에도 직접적인 영향을 줄 수 있어 뇌기능 분석을 통한 객관적인 뇌파 지표와 연구 대상자의 주관적 판단과 자기보고에 의존하는 인지기능과 의사소통능력의 연구는 상호보완성이 있어 큰 의미가 있다. 또한 우울증도와 인지기능과의 상관성 비교를 통해 고령자의 의사소통능력에 영향을 주는 신경생리학적 근거 확보 및 고령자 청능재활 현장에서의 기초자료로도 활용 가능할 것이다. 고령자의 뇌기능 관련 국내외 선행 연구는 차매나 인지기능이 급격히 저하된 노인, 보청기 사용 등 적극적인 청능재활이 필요한 난청자 위주로 진행되었다. 그러나 보청기 착용 노인의 증가로 난청은 지니고 있지만 보청기를 통해 적극적인 청능재활과 신체활동 중인 고령자의 정서, 인지, 뇌기능의 융합연구 필요성이 대두되고 있다.

본 연구를 통해 보청기(hearing aid)를 착용 중인 60세 이상의 난청 고령자의 의사소통능력에 영향을 미칠 수 있는 우울증도, 인지기능과 뇌파 지표 간 관련성을 규명하고자 한다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해 두 가지 연구문제를 설정하였다.

첫째, 의사소통능력은 우울증도, 인지기능, 알파주파수, 알파진폭, 육체적 피로 및 스트레스, 정신적 산만 및 스트레스, 좌우 뇌 대칭성 등 주요 변수와 어떠한 상관성이 있는가?

둘째, 의사소통능력을 기준으로 3분할 집단 간은 주요 변수와 어떠한 차이가 있는가?

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 2020년 6월 20일부터 2020년 9월 3일까지, Y 시 소재 S 청능재활 센터에서 모집공고를 보고 지원한 보청기(hearing aid)를 착용하고 있는 60세 이상 난청 고령자 중 Fig. 1과 같이 연구목적과 연구절차를 충분히 이해하며, 자발적 참여에 동의한 63명을 연구대상자로 최종 선정 하였다.

연구 참여 희망자 중 보청기에 의한 보정 청력에 영향을 미칠 수 있는 외이도 이물질, 고막 천공, 중이염 등 외이(outer ear) 및 중이(middle ear) 청각기관의 기능장애가 있는 자와 뇌파에 영향을 미치는 정신건강의학과적으로 우울 진단을 받은 자는 배제하였다. 한편 코로나19의 예방적 방역을 위해 집단생활 및 집단 신체활동을 하는 자도 제외하였다. 이상의 연구대상자 선별에는 Table 1의

한국 식약처(KFDA: Korea Food Drug Administration, 이하 KFDA)가 승인한 디지털 검이경(digital otoscope)과 고막운동성검사기(tympanometry)를 사용하였다.

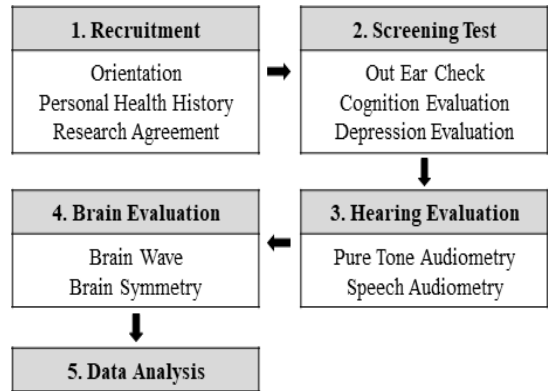


Fig. 1. Research process

Table 1. Test equipment

Equipment (Model)	Function	Maker (Approval NO.)
Digital Otoscope (Dr.camscope)	Out Ear Checker	Somtech, Korea (KFDA, #16-4663)
Tympanometry (GSI 38)	Tympanic Membrane Checker	G-S Madison, USA (KFDA, #02-344)
Audiometer (Harp basic)	Hearing Tester	Inventis, Italy (KFDA, #14-2514)
EEG (Neuroharmony S)	Brain Wave Tester	Panaxtos, Korea (FDA, #D332572)

Note) EEG: Electroencephalogram, KFDA: Korea Food Drug Administration, FDA: Food Drug Administration

2.2 연구도구

2.2.1 일반적 사항

연구대상자의 일반적 사항은 성별, 연령, 순음역치평균, 학력, 체질량 지수, 건강상태를 확인하였다.

2.2.2 우울증도

우울증도 척도는 국내 임상현장에서 우울증 환자의 선별검진에 가장 많이 사용되는 벡 우울척도의 개정판 (BDI-II: Beck Depression Inventory-II, 이하 BDI-II)을 사용하였다[25]. 국내에서 신뢰도 관련 예비연구에서 우울증 환자군의 Cronbach 알파 계수는 0.83, 정상대조군의 Cronbach 알파 계수는 0.88의 높은 신뢰도의 척도임을 확인하였다[26]. 본 연구에서의 BDI-II의 Cronbach 알파 계수는 0.87로 내적 일관성을 보였다.

BDI-II는 0~3점의 4점 Likert 척도로, 21문항의 합산 점수가 0~63점 범위를 갖는데, 점수가 높을수록 우울 정도가 심하다고 해석한다. 미국의 경우 0~13점 '정상', 14~19점 '경도 우울', 20~28점 '중도 우울', 29~63점 '심한 우울'로 정하였다.

2.2.3 인지기능

인지기능 척도는 국내에서 신뢰도 및 타당도가 입증되어 많이 활용되고 있는 한국판 간이 정신상태 판별검사(MMSE-K: Korean version of Mini-Mental Status Examination, 이하 MMSE-K)를 이용하였다. MMSE-K는 시간지남력(5점), 장소지남력(5점), 기억등록(3점), 주의집중 및 계산(5점), 기억회상(3점), 언어관련 기능 및 시공간 구성능력(7점), 이해 및 판단능력(2점)로 구성되어 있으며, 총 30점 만점으로 점수가 높을수록 높은 인지수준을 의미한다. MMSE-K 점수는 학력을 고려한 교정을 거치는데, 무학 노인들에서는 시간지남력 1점, 주의집중 및 계산 2점, 언어기능 1점씩 가산하였다. 단, 각 문항의 최고점 범위 내에서 교정하였다. MMSE-K는 24점 이상 '확정적 정상', 20~23점 '치매 의심', 19점 이하 '확정적 치매'로 정하였다[27].

2.2.4 의사소통능력

의사소통능력의 척도인 단어인지도(WRS)는 30 데시벨(dBA) 소음 수준의 방음실에서 HARP 청력검사기(Inventis, Italy)로 구하였다. 검사어는 한국표준 일반용 단음절어표(KS-MWL-A: Korean Standard Monosyllabic Word Lists for Adults)를 사용하였다. WRS는 연구대상자가 가장 듣기 편한 말소리로 검사자가 제시하는 단음절어를 듣고 빠르게 따라하는 정도를 %로 표시한 것으로, WRS가 80% 이상이면 '양호한 의사소통능력'을, 50% 이하면 '매우 나쁜 의사소통능력'을 의미한다[28].

2.2.5 정량뇌파

정량뇌파는 미국 식약처(FDA: Food Drug Administration, 이하 FDA) 승인 장비인 2채널 뇌파 측정기 Neuroharmony S(Panaxtos, Korea)를 사용하여 진행하였다. 이 측정기는 미국에서 의료용으로 가장 많이 사용되고 있으며, 신뢰도 및 타당도가 증명된 Grass Neurodata Amplifier System과 비교하여 좌우 알파파, 베타파, 그리고 세타파 수치에 대한 상관관계수가 .916 (***) $p < .001$ 이었다[29].

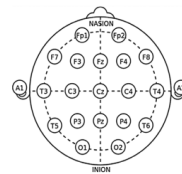


Fig. 2. Electrode displacement by International 10-20 system (Lee & Weon, 2019) and 2-Channel system EEG

전극은 Fig. 2과 같이 국제적으로 통일된 10-20 전극 시스템(International 10-20 system)을 따라 전전두엽의 Fp1과 Fp2에 부착하였다[30]. 수집한 뇌파는 정신과 학연구소 데이터베이스를 이용하여 뇌의 상태를 나타내는 뇌기능 지수(BQ: Brain function Quotient, 이하 BQ)를 구하였다[31]. BQ는 수집된 뇌파를 주파수, 세기 및 뇌파 간의 진폭 비율을 정량적으로 해석하여 연구대상자의 뇌기능 상태를 객관적이며, 과학적으로 제공한다[32]. 본 연구에서 활용한 BQ는 뇌의 노화 정도를 판단할 수 있는 기초율동지수(BRQ: Basic Rhythm Quotient, 이하 BRQ), 내외적 환경 요인에 의한 정신적, 육체적 피로도를 의미하는 항스트레스지수(ASQ: Anti Stress resistance Quotient, 이하 ASQ), 좌우 뇌의 균형 상태를 파악하는 뇌균형 지수(CQ: Correlation Quotient, 이하 CQ)가 있다. BQ와 뇌파 및 특징은 Table 2와 같다[33].

Table 2. The Brain function quotient

Quotient	Brain Wave	Characteristic
BRQ	α	Brain development
ASQ	δ , high β	Physical, Psychological stress, resistance
CQ	symmetry	Brain corelation

Note) BRQ: Basic Rhythm Quotient, ASQ: Anti Stress resistance Quotient, CQ: Correlation Quotient

2.3 자료수집

뇌기능 관련 국가공인 브레인트레이너(brain trainer) 자격증과 청각학(audiology) 석사 학위 및 전문청능사(audiological specialist) 자격증을 가진 연구자가 청능 재활센터의 모집공고문을 보고 지원한 연구대상자 중에서 윤리적 고려 사항을 준수하면서 자료수집을 하였다. 연구내용 설명과 기본 정보 확인 및 이과적 병변 확인 등의 선별과정을 거쳤는데, 이 때 약 20분이 소요되었다.

구조화된 설문지를 통한 우울정도와 인지기능 평가를 각각 15분 간 수행하였다. 우울정도와 인지기능은 다소 민감한 설문지 포함되어 있어 타인의 시선이 배제된 평균 40 데시벨(dBA) 수준의 조용한 실내에서 실시하였다. 우울정도 평가는 가능하면 연구대상자 본인이 직접 설문에 임하도록 하였다. 가독성 확보를 위해 적절한 조명하에 충분한 활자크기의 설문지를 이용하였다. 설문지의 내용을 이해하지 못하는 경우 연구대상자가 충분히 인지할 수 있는 말속도로 설명 하였다. 의사소통능력 평가와 뇌기능 평가는 전자파가 배제된 30 데시벨(dBA)의 소음수준의 방음실에서 실시하였는데, 연구대상자의 고령자임을 감안하여 심리적 안정이 확보된 별도의 기일을 정하여 진행하였다. 특히 뇌기능 평가는 피로도, 수면, 음주, 두피상태의 영향을 많이 받기 때문에 최적의 평가조건 유지를 위한 사전 안내를 충분히 하였다. 의사소통능력 평가와 뇌기능 평가는 고령자에게 익숙하지 않은 평가로서, 10분간의 검사 요령의 설명을 가졌다. 의사소통능력 평가는 연구자의 말을 듣고 따라 말하는 과제 수행으로 연구대상자가 가장 편안하게 느끼는 음성 크기인 쾌적역치에서 VU meter를 확인하면서 ± 3 dB 범위의 강도로 일정하게 제시하였다. 연구대상자가 편안하다고 느끼는 귀를 먼저 검사하였다. 평가자료는 연구대상자의 좋은 귀를 선택하였다. 그리고 뇌기능 평가에서 눈을 뜨고 감는 과정이 있는데, 안내에 따라 정확하게 반응하는 요령과 평가시 주의사항을 충분히 고지하였다. 의사소통능력 평가는 청각장애 수준을 파악하기 위해 순음청력평가를 마치고 약 10분간 실시하였다. 소리감지 능력은 국민건강보험법 시행규칙에 따라 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz 기준으로 6분법 순음역치평균(PTA: Pure Tone threshold Average, 이하 PTA)로 평가하였다. 5분의 휴식을 거쳐 뇌기능 평가가 이어지는데 약 10분이 소요되었다.

일련의 평가는 균일한 신체적 조건에서 시행하기 위해 쾌적한 온습도(21~23℃, ~50%)를 유지하였고, 연구대상자의 피로도가 덜한 오전(9시~12시) 중에 실시하였는데, 총 2시간가량 소요되었다.

2.4 윤리적 고려

본 연구는 생명윤리심의위원회(IRB: Institutional Review Board)의 승인을 받아 진행하였다(승인번호 제 27004121AN01-202006-HR-063-01). 연구목적과 연구 진행과정, 참여 도중 중단, 부작용, 위험요소, 개인정보 비밀 보호, 자료 활용 등의 항목에 대해 연구대상자 및 법정대리인에게 구두 및 서면으로 상세히 설명하여

연구대상자의 자발적 동의를 거쳐 참여가 가능하도록 하였다. 자료수집 과정에 체온을 측정하고, 환기를 철저히 하여 코로나19 방역활동을 병행하는 등 안전을 최우선시 하였다. 수집된 자료는 연구목적으로만 사용하고 개인정보 보호를 위해 익명처리 하였으며, 연구 종료 후 개인 식별정보는 1년 보관 후에 완전 폐기될 것이며, 윤리적, 법적 기준에 따라 정보보호에 안전을 확보하였다.

2.5 자료분석

본 연구에서 수집한 자료는 IBM SPSS/WIN 25.0 프로그램으로 통계 분석하였으며, 자료 분석은 다음과 같이 실시하였다. 첫째, 대상자의 인구 사회학적 특성 및 주요 변인의 특성은 빈도분석 및 기술 통계로 분석하였다. 둘째, 측정도구의 신뢰도는 Cronbach 알파 계수로 확인하였다. 셋째, 우울정도, 인지기능, 뇌파 지표와 의사소통능력 간의 상관관계는 Pearson's correlation으로 파악하였다. 넷째, 의사소통능력에 따른 집단 간 변수들의 평균 비교를 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 하였고, 평균값의 대소관계는 Scheffé 사후분석으로 확인 하였다. 자료의 통계적 유의수준은 * $p < .05$, ** $p < .01$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1 일반적 특성

최종 연구대상자의 일반적 특성은 Table 3과 같다.

Table 3. The general characteristics of subjects (N=63)

Characteristics (M±SD)	Categories	n (%)
Gender	Male	37 (58.7)
	Female	26 (41.3)
Age, year (76.03±6.91)	60≤ <70	13 (20.6)
	70≤ <80	31 (49.2)
	80≤	19 (30.2)
PTA, dB (55.35±15.09)	≤40	6 (9.5)
	41< ≤55	24 (38.1)
	56< ≤70	28 (44.1)
	71<	5 (7.9)
BMI, kg/m ² (23.7±2.9)	<18.5	2 (3.2)
	18.5≤ <23	20 (31.7)
	23≤ <25	26 (41.3)
	25≤ <30	13 (20.6)
	30≤	2 (3.2)

Educational Level	Illiteracy	5 (7.9)
	Elementary school	6 (9.5)
	Middle school	11 (17.5)
	High school	13 (20.6)
	College	2 (3.2)
	University	24 (38.1)
	Graduate	2 (3.2)
Health Level	Normal	8 (12.7)
	Mild	4 (6.3)
	High Pressure	40 (63.5)
	Cardiovascular	6 (9.5)
	Cancer	5 (7.9)

Note) PTA: Pure Tone threshold Average, BMI: Body Mass Index

본 연구의 대상자는 남성 37명, 여성 26명이며, 연령의 평균과 표준편차는 76.03±6.91세였다. 소리감지 능력 지표인 PTA의 평균과 표준편차는 55.35±15.09dB로 국내 법적 기준의 청각장애 수준에는 못 미쳤다. 체질량 지수(BMI: Body Mass Index)의 평균과 표준편차는 23.7±2.9kg/m²로서 정상체중에 가까운 초기 과체중 수준이며, 전문대졸 이상 28명(44.4%)로 고학력자 비중이 높았다. 심혈관 질환 등 만성질환 비중은 51명(80.9%)로 높은 편이었다.

3.2 우울정도, 인지기능 및 정량뇌파 수준

우울정도, 인지기능 및 정량뇌파 평가 결과는 Table 4와 같다. 우울정도 척도인 BDI-II의 평균과 표준편차는 13.84±8.67점으로 초기 경도 우울 수준이었고, 인지기능 척도인 MMSE-K 평균과 표준편차는 26.65±2.40점

Table 4. The comparison in variables

Variables	Electrode	M±SD	Range
BDI-II	-	13.84±8.67	0~63
MMSE-K	-	26.65±2.40	0~30
AF [Hz]	FP1	6.57±1.22	7 (age:70)
	FP2	6.68±1.32	
AA [μV]	FP1	38.02±14.21	≤50
	FP2	37.20±13.74	≤50
PS [μV]	FP1	13.57±7.09	<10
	FP2	14.29±7.31	<10
PD [μV]	FP1	0.83±0.47	≤1
	FP2	0.86±0.41	≤1
Symmetry	Fp1, Fp2	41.41±6.11	≤50

Note) BDI-II: Beck Depression Inventory-II, MMSE-K: Korean version of Mini-Mental Status Examination, AF: Alpha Frequency, AA: Alpha Amplitude, PS: Physical Tension & Stress, PD: Psychological Distraction & Stress

으로 확정적 정상 범위에 있었다. 그러나 MMSE-K의 하위 항목 중 주의집중력과 기억회상 능력은 상대적으로 취약함을 확인하였다. 정량뇌파를 분석하여 구한 뇌파 지표는 BRQ, ASQ, CQ의 하위 지표인 알파주파수, 알파진폭, 육체적 긴장 및 스트레스, 정신적 산만 및 스트레스, 좌우 뇌 대칭성을 중심으로 분석하였다.

뇌 노화도 지표인 알파주파수는 연령효과가 있는데 70세 이상의 연령표준은 7Hz인데, 좌뇌 평균 6.57±1.22Hz, 우뇌 평균 6.68±1.32Hz로 나타나 전반적으로 우뇌의 발달 정도가 높았으나, 좌우 뇌 모두 연령 표준보다 약간 낮은 수준이었다. 알파진폭은 좌뇌 평균과 표준편차는 38.02±14.21μV, 우뇌 평균과 표준편차는 37.20±13.74μV로 기준값 범위였다. 육체적 긴장 및 스트레스는 좌뇌 평균과 표준편차는 13.57±7.09μV, 우뇌 평균과 표준편차는 14.29±7.31μV로 기준값 10μV를 초과하여 육체적 긴장이 있고, 스트레스를 견디는 능력이 떨어져 있음을 알 수 있다. 정신적 산만 및 스트레스는 좌뇌 평균과 표준편차는 0.83±0.47μV, 우뇌 평균과 표준편차는 0.86±0.41μV로 기준값 1μV 범위에 있으나, 우뇌의 정신적 산만 및 스트레스가 상대적으로 높게 나왔다. 좌우 뇌 대칭성의 평균과 표준편차는 41.41±6.11로 기준값 50 이내에서 비교적 높은 수준을 보였다.

3.3 우울정도, 인지기능, 의사소통능력 및 뇌기능간 상관관계

본 연구의 주요 변수인 우울정도, 인지기능, 의사소통능력 및 정량뇌파 간의 상관관계를 Table 5와 같이 정리하였다. 고령화에 따른 주요 변수들의 연령효과를 살피기 위해 연령과 변수간 상관관계를 확인 하였다. 난청 고령자의 연령은 의사소통능력(r=-.481, ***p<.001), 좌뇌 알파주파수(r=-.541, ***p<.001), 우뇌 알파주파수(r=-.550, ***p<.001), 우뇌 정신적 산만 및 스트레스(r=.258, *p<.05)와 상관관계가 높았다. 그러나 연령은 우울정도(r=.188)와 인지기능(r=-.189)과 통계적으로 유의한 상관관계는 없었다. 인지기능은 우울정도(r=-.335, **p<.01)와 좌뇌 정신적 산만 및 스트레스(r=-.286, *p<.05)와 부(-)적 상관관계를 보였다. 의사소통능력은 좌우 뇌 대칭성(r=.324, **p<.01)과 정(+)적 상관관계를, 우뇌 정신적 산만 및 스트레스(r=-.299, *p<.05)와 부(-)적 상관관계를 보였다. 그러나 BMI는 주요 변수와 통계적으로 유의한 상관관계는 없었다.

Table 5. The Correlation between variables

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Age	MMSE-K	BDI-II	WRS	AF (L)	AF (R)	PD (L)	PD (R)	Symmetry
	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)
1. Age	1								
2. MMSE-K	-0.189 (.137)	1							
3. BDI-II	0.188 (.140)	-.335** (.007)	1						
4. WRS	-.481*** (.000)	0.147 (.251)	-0.072 (.577)	1					
5. AF (L)	-.541*** (.000)	-0.085 (.510)	-0.019 (.885)	0.194 (.127)	1				
6. AF (R)	-.550*** (.000)	-0.117 (.360)	0.017 (.897)	0.156 (.221)	.533*** (.000)	1			
7. PD (L)	0.237 (.061)	-.286* (.023)	-0.113 (.380)	-0.217 (.088)	-0.079 (.539)	-0.076 (.553)	1		
8. PD (R)	.258* (.041)	0.103 (.422)	-0.191 (.134)	-.299* (.017)	-0.084 (.514)	-0.134 (.294)	.642*** (.000)	1	
9. Symmetry	-0.044 (.735)	-0.029 (.824)	0.067 (.603)	.324** (.010)	-0.011 (.934)	-0.079 (.536)	0.112 (.381)	-0.004 (.974)	1

Note) r: Correlation coefficient, p: p-value, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

WRS: Word Recognition Score, MMSE-K: Korean version of Mini-Mental Status Examination, BDI-II: Beck Depression Inventory-II, AF (L): Alpha Frequency, Left, AF (R): Alpha Frequency, Right, PD (L): Psychological Distraction & Stress, Left, PD (R): Psychological Distraction & Stress, Right

3.4 의사소통능력 집단별 좌우 뇌 대칭성 차이

의사소통능력으로 나눈 3분할 집단별 전전두엽 좌우 대칭성의 평균이 유의한 차이를 보이는 지 검정하고자 실시한 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)의 결과를 Fig. 3으로 나타내었다.

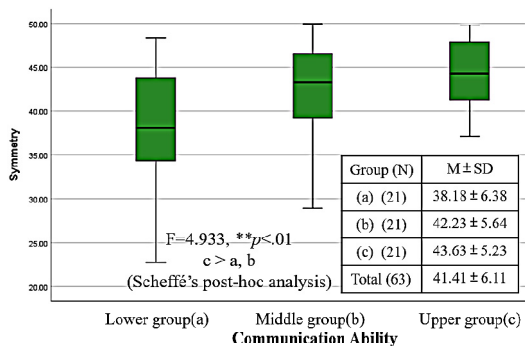


Fig. 3. Communication ability 3rd-percentile group symmetry. $F=4.933$, ** $p < .01$. $c > a, b$ by Scheffé's post-hoc analysis.

Note) Lower group(a): WRS ≤60%, Middle group(b): WRS: 61~80%, Upper group(c): WRS 80% <

의사소통능력이 60% 이하인 하위집단의 전전두엽 좌우 대칭성의 평균과 표준편차는 38.18±6.38, 61~80%인 중위집단의 전전두엽 좌우 대칭성의 평균과 표준편차는 42.23±5.64, 81% 이상인 상위집단의 전전두엽 좌우

대칭성의 평균과 표준편차는 43.63±5.23로 나타났고, 의사소통능력에 따라 전전두엽 좌우 대칭성($F=4.933$, ** $p < .01$)에 유의한 차이를 보이는 것으로 확인되었다. 집단 간의 차이 검정을 위한 쉐페의 사후분석(Scheffé's post-hoc analysis)을 실시한 결과 의사소통능력 상위 집단이 의사소통능력 중하위 집단보다 전전두엽 좌우 대칭성이 높은 것으로 확인되었다.

4. 고찰

고령화로 인한 의사소통능력 저하는 우울과 인지기능 저하를 동반하며, 뇌기능이 저하되는 것으로 알려져 있다. 주요 변수의 연령효과와 의사소통능력에 영향을 주는 우울정도와 인지기능의 관련성을 살펴보았다. 끝으로 의사소통능력과 뇌파 지표간 관련성을 상세히 검토하였다.

4.1 연령효과 검토

연구대상자의 청각기전과 관련된 연령효과를 살펴보면, 소리감지(detection) 능력 척도인 PTA은 통계적으로 유의한 연령효과는 없었다. 하지만 말소리 중심의 청각변별(discrimination)과 관련된 의사소통능력 척도인 WRS는 연령(** $p < .001$)과 부(-)적 상관관계를 보였다. 이는 고령화에 따른 복잡한 청각기전인 청각변별의 퇴행

이 빠른 선행연구[6]를 지지하였는데, 이는 젊은 난청 성인에 비해 난청 고령자의 의사소통능력이 저하되는 결과를 초래했다. 또한 연령은 뇌 노화도 지표인 알파주파수와 통계적으로 유의한 부(-)적 상관관계를 보였다. 본 연구대상자의 평균 알파주파수가 좌뇌 $6.57 \pm 1.22\text{Hz}$, 우뇌 $6.68 \pm 1.32\text{Hz}$ 로서 70세 이상의 연령표준인 7Hz에 약간 못 미쳐 뇌 노화는 좀 더 진행되었다고 볼 수 있다. 그러나 우울정도와 인지기능은 통계적으로 유의한 연령 효과는 없었다.

4.2 의사소통능력과 우울정도와 인지기능의 관련성 검토

본 연구에서 확인된 인지기능(** $p < .01$)과 우울정도의 부(-)적 상관관계는 우울이 인지기능에 영향을 미친다는 선행연구[14] 결과를 지지하였다. 한편 앞서 살펴본 연령 표준 대비 낮은 알파주파수는 뇌의 활동이 느려짐을 의미하므로, 이는 전두엽의 기능이 저하되면 우울의 가능성이 높아진다는 선행연구결과[34]도 지지하였다. 그러나 본 연구대상자의 우울정도가 13.84 ± 8.67 점으로 초기 경도우울 수준임에도 인지기능은 26.65 ± 2.40 점으로 확정적 정상수준으로 나타났는데, 이는 연구대상자의 일반적 특성에서 그 원인을 찾아 볼 수 있다. 즉, 대부분의 연구대상자의 BMI가 평균 $23.7 \pm 2.9\text{kg/m}^2$ 로 정상 수준에 가까울 정도로 비만도가 낮았다. 그리고 평소 신체활동을 게을리 하지 않은데다 학력 수준도 비교적 높았다.

난청이 인지기능 저하를 증대시키고, 치매를 가속화한다는 선행연구[20]에도 불구하고, 본 연구대상자가 난청 고령자임에도 인지기능이 양호한 것은 보청기의 착용이 인지기능을 유지시키고[35], 치매의 영향을 감소시킨다[36]는 연구결과를 통해서도 해석이 가능하다.

의사소통능력은 우울정도와 인지기능과는 상관관계가 없어 난청노인의 20~30%는 심각한 우울증이 있다는 선행연구[16]와 청각장애가 우울과 치매를 유발하는 선행연구[17][28]와 다소 차이를 보였다. 이는 본 연구대상자의 평균청력이 55.35 ± 15.09 데시벨(dB)로서 국내 장애 인복지법에 규정된 청각장애인 수준인 60 데시벨(dB)에 못 미치고, 보청기 착용 후 적극적인 청능재활에 기인한 것으로 사료된다.

4.3 의사소통능력과 뇌파 지표간의 관련성 검토

좌우 뇌 비대칭은 표준화 수치에서 벗어나 발달 지연이나 과도한 발달에서 기인하며, 이는 정서와 인지의 발

달의 부조화를 일으켜 우울장애를 일으키는 것을 의미한다. 따라서 인지능력의 영향을 받는 언어능력 또한 좌우 뇌 대칭성의 영향을 받는다고 할 수 있다. 본 연구 결과에서는 전전두엽 좌우 대칭성은 연령효과가 없었을 뿐만 아니라, 인지기능과 우울정도와 상관관계도 찾아볼 수 없었다. 이 결과는 비대칭은 인지적 곤란과 정서적 곤란의 강력한 증거가 되고, 좌우 뇌 비대칭이 되면 우울이 증가하는 선행연구[13]에서 확인된 비대칭과 우울의 상관관계와는 다른 결과를 보여 주고 있다. 하지만 뇌 활동의 대칭성은 인지기능과의 명확한 연관성이 확립되지 않았다는 또 다른 선행연구[37]로는 본 연구 결과의 설명이 가능하였다. 그리고 본 연구에서는 우울과 의사소통능력의 관련성이 없었는데, 이는 우울이 언어적 기억을 감소시킨다는 선행연구[14]에서 찾아 볼 수 있는 우울과 의사소통능력의 관련성과도 다른 결과를 보여주고 있다. 이는 본 연구대상자의 우울수준이 경미한 반면 높은 인지능력 때문으로 사료된다.

전전두엽 좌우 대칭성은 의사소통능력(** $p < .01$)과 강한 정(+적 상관관계가 있었다. 의사소통능력에 따른 3분할 집단 간 비교에서도 동일한 결과를 확인했는데, 의사소통능력 상위집단이 의사소통능력 중하위 집단보다 전전두엽 좌우 대칭성이 높은 것으로 확인되었다. Cabeza(2002)는 전전두엽 PET 활성화가 작업기억 수행능력이 낮은 고령자와 비교할 때 작업기억 수행능력이 양호한 고령자에게서 더 대칭적이라는 것을 보여 주었고[38], 이는 대칭성과 작업기억 수행능력 사이에 정(+적 상관관계를 시사한다. 따라서 청각적 작업기억 능력이 낮은 경우 일상 대화에서 어려움을 가져오고[39], 또 청각적 정보의 입력에 제약이 있는 경우 청각적 작업기억 수행에 어려움이 있다는 선행연구[40]에서 인지적 과제 수행시 중요한 기제가 작업기억임을 감안[41]할 때 좌우 대칭성은 작업기억과 인지기능과 깊은 상관성에서 나아가 의사소통능력과도 높은 상관성 예측이 가능한데 이는 본 연구의 전전두엽 좌우 뇌 대칭성과 의사소통능력의 강한 정(+적 상관관계를 잘 설명하고 있다. 이상으로 의사소통능력과 뇌기능은 유의한 상관관계가 있다는 것으로 귀결된다.

본 연구를 통해 확인한 보청기를 착용중인 60세 이상의 난청 고령자의 연령효과가 큰 전전두엽의 뇌기능과 복잡한 청각변별 기전에 의존하는 의사소통능력의 관련성은 향후 청능재활에 기초자료로 활용이 가능할 것이다. 즉, 뇌기능을 객관적으로 파악할 수 있는 뇌파 지표와 연구대상자의 자기보고 및 판단에 의존하는 주관적인 평가

가 적용되는 의사소통능력 평가 결과를 상호보완적으로 비교, 분석 및 활용할 수 있다는 점에서 그 가치가 크다. 이는 보청기 착용 난청 고령자뿐만 아니라, 보청기 미착용 난청 고령자 그리고 정상청력 고령자에게서 신뢰도 및 타당도가 문제 여지가 있는 의사소통능력 평가 결과를 손쉽고, 비침습적이며, 과학적으로 파악 가능한 뇌파 지표를 통해 예측이 가능하다는 장점이 있다. 끝으로 난청 고령자의 청능재활 증재에 있어서 뇌기능과 의사소통능력에 대한 구체적인 이해는 정량적 청능재활 증재 목표 설정과 체계적인 노인 재활설계가 가능할 것이다.

5. 결론

본 연구는 보청기를 착용 중인 60세 이상의 난청 고령자의 의사소통능력에 영향을 미칠 수 있는 우울정도, 인지기능과 뇌파 지표 간 관련성을 규명하였다. 의사소통능력과 관련된 주요 결과를 정리하면 다음 4가지로 요약이 된다. 첫째, 의사소통능력은 뇌 노화도 지표인 알파주파수와 함께 부(-)적 상관관계를 보였다. 이는 고령화로 인한 청각기전의 노화와 뇌기능의 노화를 반영한 강력한 연령 효과로 해석이 된다. 둘째, 우울정도와 인지능력은 의사소통능력과 통계적으로 유의한 상관관계는 없었다. 이는 연구대상자의 청각장애 수준이 경미하고, 보청기를 착용하고 있어 사실상 청각장애를 극복한 상황인데다, 비교적 건강하고, 높은 학력 수준 등에 기인한 것으로 해석된다. 셋째, 의사소통능력은 뇌기능에 있어서 전전두엽 좌우 대칭성과 강한 정(+)적 상관관계를 보였고, 우뇌 정신적 산만 및 스트레스와 부(-)적 상관관계를 보였다. 이는 전전두엽 좌우 대칭성이 증가하면 난청 고령자의 의사소통능력은 증가하고, 우뇌의 정신적 산만 및 스트레스가 증가하는 난청 고령자의 의사소통능력의 감소를 초래하는 것으로 해석된다. 따라서 의사소통능력을 증진시키기 위해서는 전전두엽 좌우 대칭성과 스트레스 감소를 청능재활의 목표로 설정 가능할 것이다. 넷째, 의사소통능력 3분할 집단별 차이 검증에서는 전전두엽 좌우 대칭성이 의사소통능력과 통계적으로 유의한 상관관계를 확인하였다. 이상의 결과는 전전두엽 좌우 대칭성이 난청 고령자의 의사소통능력의 강력한 생체적 지표 가능성을 시사하였다. 그러나 본 연구는 일개 청능재활 센터에서 보청기를 착용한 난청 고령자 위주로 진행되었고, 코로나19로 인해 신체활동이 제한되어 우울감 등으로 인지와 정서에 미쳤을 영향을 배제할 수 없어 일반화에 한계가 있

다. 따라서 코로나19 종식 이후에 정상청력 고령자 집단, 보청기 착용 난청 고령자 집단 및 보청기 미착용 난청 고령자 집단의 비교 연구의 필요성을 제언한다.

References

- [1] H. J. Baek, H. Y. Shim, J. S. Kim, "An Analysis of Characteristics for Word Recognition Scores in Geriatric Hearing Loss", *Audiology* 9(1): 49-59, 2013. DOI: <http://doi.org/10.21848/audiol.2013.9.1.49>
- [2] Statistics Korea, 2020 Aging Statistics. Statistics Korea, 2020. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=385322 (accessed Dec. 20, 2020)
- [3] National Health Insurance Service, Press release (April 19, 2018). National Health Insurance Service, 2018. <http://www.nhis.or.kr/bbs7/attachments/47067> (accessed May 15, 2020)
- [4] Jack E. James. "Behavioral Self-control of Stuttering using Time-out from Speaking", *Journal of Applied Behavior Analysis*. p25-37, spring 1981. DOI: <https://doi.org/10.1901/jaba.1981.14-25>
- [5] L. Humes, L. Nelson, D. Pisoni, "Recognition of synthetic speech by hearing-impaired elderly listeners", *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 34(5), 1180-1184, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1044/jshr.3405.1180>
- [6] T. J. Park, "Cognitive Neural Mechanisms of Aging", *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology* 16(3), 9, 317-336, 2004.
- [7] J C van Rooij, R Plomp, "Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. III. Additional data and final discussion", *J Acoust Soc Am*. 91(2) : 1028-1033, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.402628>
- [8] American Speech-Language-Hearing Association. "Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice". *Am J Audiol*. 5:41-54, 1996. <https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/1059-0889.0502.41>
- [9] AAA. Clinical practice guidelines-diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing, 2010.
- [10] Salthouse, T. A., & Babcock, R. "Decomposing adult age differences in working memory", *Developmental Psychology*, 27(5), 763-776, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.5.763>
- [11] Kemper, T. L. "Neuroanatomical and neuropathological changes during aging and dementia. In M. L. Albert & J. E. Knofel (Eds.), *Clinical neurology of aging* (p. 3-67). Oxford University Press, 1994. <https://psycnet.apa.org/record/1994-98143-001>

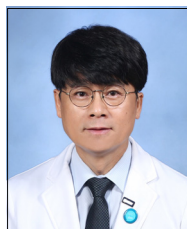
- [12] P. C. Petrantonakis, L. J. Hadjileontiadis, "Emotion recognition from EEG using higher order crossings", *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, vol. 14, no. 2, pp.186-192, Mar. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1109/TITB.2009.2034649>
- [13] E. Harmon-Jones, JJB. Allen, "Anger and prefrontal brain activity: EEG asymmetry consistent with approach motivation despite negative affective valence", *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 174, pp. 1310 -1316, 1998.
DOI: <https://doi.org/10.1037//0022-3514.74.5.1310>
- [14] Carlo Cipolli, M. Neri, E. Andermarcher, M. Pinelli, & M. Lalla. "Self-rating and objective memory testing of normal and depressed elderly". *Aging Clinical and Experimental Research* 2, 39-48, 1990
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF03323893>
- [15] CD Mulrow, C Guilar, JE Endicott, "Quality of life changes and hearing impairment : A randomized trial." *Ann Intern Med*. 113 : 188-19, 1990.
DOI: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-113-3-188>
- [16] S B Mahapatra, "Deafness and mental health : Psychiatric and psychosomatic illness in the deaf", *Acta Psychiatr Scand*. 50 : 596-611, 1974.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1974.tb07523.x>
- [17] P. B. Davis, D. Ives, N. Traven, "Hearing impairment among rural elders :characteristics and comorbidities", *J Am Geriatr Soc*. 39 : a27, 1991.
- [18] K.G. Herbst, C. Humphrey, "Hearing impairment and mental state in the elderly living at home". *Br Med J*. 1; 281 : 803-905, 1980.
- [19] U Lindenberger, PB Baltes, "Intellectual functioning in old and very old age: cross-sectional results from the Berlin Aging Study", *Psychol Aging*. 12(3):410-432, 1997.
- [20] M. B. Garahan, J. A. Waller, "Hearing loss prevalence and management in nursing home residents", *Journal of the American Geriatric Society*, 40, 130-134, 1992.
- [21] Y. M. Joo, H. S. Jang, "Effects of Frequency Range and Degree of Hearing Loss on Word Recognition in Elderly Listeners", *Audiology* 5(1): 36-41, 2009.
DOI: <http://doi.org/10.21848/audiol.2009.5.1.36>
- [22] H. S. Jang, A. R. Jeon, J. H. Yoo, Y. K. Kim, "Development and Standardization of Korean Dichotic Digit test", *The Journal of Special Education: Theory and Practice* 2014, vol.15, no.4, pp. 489-506, 2014.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ART001942887> (accessed Dec. 20, 2020)
- [23] H. J. Eun, "Basics of Electroencephalography for Neuropsychiatrist", *J Korean Neuropsychiatr Assoc*, Vol. 58, No. 2, pp.76-104, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.4306/iknpa.2019.58.2.76>
- [24] M. Teplan, "Fundamentals of EEG measurement. Measurement", *Science Review*, 2(2): 1-11, 2002.
<http://www.edumed.org.br/cursos/neurociencia/MethodsEEGMeasurement.pdf> (accessed Dec. 20, 2020)
- [25] E. J. Lee, J. B. Kim, I. H. Shin, K. H. Lim, "Current use of depression rating scales in mental health setting", *Psychiatry Investigation*, vol.7, no.3, 170-176, 2010.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ART001548478> (accessed Dec. 20, 2020)
- [26] H. M. Sung, J. B. Kim, Y. N. Park, D. S. Bai, S. H. Lee, "A Study on the Reliability and the Validity of Korean Version of the Beck Depression Inventory-II". *J Korean Soc Biol Ther Psychiatry*. 14:201-212, 2008.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ART001308461> (accessed Dec. 20, 2020)
- [27] J. H. Park, Y. C. Kwon, "Standardization of Korean Version of Mini-Mental State Examination (MMSE-K) for use in the elderly. Part II. Diagnostic validity", *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 28:508-513, 1989.
- [28] DeBonis, David A, "Survey of audiology: Fundamentals for audiologists and health professionals (2nd ed.)". Boston: Pearson/Allyn and Bacon, 538p, 2008.
- [29] K. H. Lee, Y. K. Min, B. H. Lee, B. C. Min, "Development and Effectiveness of Interface System for Inducing and Monitoring Brain-wave Activity" *Korean Society for Emotion and Sensibility Spring Conference*, Korean Society for Emotion and Sensibility, Korea, 91-96, 2000.
<http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=3337732> (accessed Dec. 20, 2020)
- [30] B. C. Lee, H. W. Weon, "A study on the effects of the phonetics-centered chinese character lecture on quantitative EEG", *Journal of the Korea Academic-Industrial cooperation Society*, 20 (12), 482-492, 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.12.482>
- [31] G. Y. Im, H. R. Park, N. S. Choi, P. W. Park, "A Study of Correlation between Big 5 Personality Traits and SRQ of Brain Quotient", *Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(6), pp. 3760-3768, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.6.3760>
- [32] H. W. Weon, S. G. Yi., H. G. Kang, "Effects of a neurofeedback program on brain function and stress in high school students", *Journal of Korean Academy of Child Health Nursing*, 14(3), pp.315-324, 2008.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ART001267974> (accessed Dec. 20, 2020)
- [33] H. W. Weon, J. Y. Lim, H. K. Son, M. A. Kim, "The Effects of the Neurofeedback training on the General health status, Mental health and problem behavior, and Brain function quotient among High school students", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* Vol. 14, No. 12 pp. 6309-6316, 2013.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.12.6309>

- [34] Hermann, B. P., Seidenberg, M., Haltiner, A., Wyler, A. R. "Mood state in unilateral temporal lobe epilepsy". *Biol Psychiatry*, 30, 1205-121, 1991.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(91\)90157-H](https://doi.org/10.1016/0006-3223(91)90157-H)
- [35] C. Mulrow, C. Aguilar, J. Endicott, "Association between hearing impairment and the quality of life of elderly individuals", *Journal of the American Geriatric Society*, 38, 45-50, 1990.
- [36] R. Uhlmann, E. Larson, T. Rees, T. Koepsell, L. Duckert, "Cognitive functioning and health as determinants of mortality in an older population", *American Journal of Epidemiology*, 150, 978-986, 1989.
- [37] Madalena Esteves, Ricardo Magalhães, Paulo Marques, Teresa C. Castanho, Carlos Portugal-Nunes., "Functional Hemispheric (A)symmetries in the Aged Brain-Relevance for Working Memory Front". *Aging Neurosci.*, 12 March 2018.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00058>
- [38] Cabeza, R. "Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model", *Psychol. Aging* 17, 85-100, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.1.85>
- [39] Marini, A., Gentili, C., Molteni, M., & Fabbro, F., "Differential verbal working memory effects on linguistic production in children with specific language impairment". *Research in Developmental Disabilities*, 35(12), 3534-3542 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1016/i.ridd.2014.08.031>
- [40] Pisoni, D. B., & Cleary, M., "Measures of working memory span and verbal rehearsal speed in deaf children after cochlear implantation". *Ear and Hearing*, 24(1), 106S-120S, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000051692.05140.8e>
- [41] Baddeley, A. D., "Working memory and language: An overview". *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-20, 2003.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(03\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(03)00019-4)

김 형 재(Hyong Jae Kim)

[정회원]



- 1990년 2월 : 인하대학교 공과대학 고분자공학과 (공학사)
- 1992년 2월 : 인하대학교 공과대학원 고분자공학과 (공학석사)
- 2003년 3월 : 한림대학교 사회복지대학원 재활학과 청각학전공 (이학석사)
- 2020년 6월 : 서울불교대학원대학교 뇌과학 박사수료
- 2002년 6월 ~ 현재 : 스타키보청기 분당난청센터 대표
- 2007년 12월 ~ 현재 : 스타키보청기 용인난청센터 대표
- 2016년 11월 ~ 현재 : 한국청각언어재활학회 평생회원
- 2018년 5월 ~ 현재 : 한국청능사협회 정회원

<관심분야>

청능재활, 뉴로피드백, 뇌인지과학

원 희 옥(Hee Wook Weon)

[정회원]



- 1984년 2월 : 연세대학교 (학사)
- 2001년 8월 : 한국체육대학교 사회체육대학원대학교 (건강관리학 석사)
- 2008년 7월 : 서울 벤처정보대학원 대학교 뇌과학과 (뇌과학 박사)

- 2011년 11월 : St.John's University(미국) Gifted Talant Cente박사후 과정
- 2007년 3월 ~ 2011년 6월 : 서울사이버대 동서의학과 건강관리 외래교수
- 2015년 9월 ~ 2016년 2월 : 서울불교대학원대학교 초빙 교수
- 2016년 3월 ~ 현재 : 서울불교대학원대학교 뇌인지과학 과 교수
- 2019년 3월 ~ 현재 : 심신치유학회 이사

<관심분야>

뉴로피드백, 뇌인지과학, QEEG 측정과 분석