

# 경도인지장애 노인의 인지능력 향상을 위한 로봇 콘텐츠 개발

## Development of Robot Contents to Enhance Cognitive Ability for the Elderly with Mild Cognitive Impairment

이 연 화<sup>1</sup>, 김 갑 목<sup>2</sup>, 트란 트룽 틴<sup>3</sup>, 김 종 욱<sup>+</sup>

Yean-Hwa Lee<sup>1</sup>, Kab Mook Kim<sup>2</sup>, Tin Trung Tran<sup>3</sup>, Jong-Wook Kim<sup>+</sup>

**Abstract** This paper describes the effect of a robot cognitive rehabilitation program on cognitive functions for the elderly with mild cognitive impairment, and compares it with traditional cognitive therapy programs. Three experiment groups including cognition therapy group, robot cognitive rehabilitation group, and hybrid group have been sampled and one comparative group has been organized for this research. 32 old people whose ages are between 61 and 88 with mild cognitive impairment participated in the programs with an admission of W care hospital. According to the program results, the cognitive therapy program alone had shown a positive effect on the attention function, and the robot cognitive rehabilitation program alone had a positive effect on the total intelligence and memory function. However, a simultaneous operation with both programs had shown a positive effect on the three intelligence areas such as total, basic, and management quotients as well as attention and memory functions as subsidiary factors. This paper has verified that the proposed robot cognitive rehabilitation program makes a positive effect on a cognitive function and plays a complementary role with traditional cognitive therapy programs.

**Keywords** Mild Cognitive Impairment, Cognitive Therapy, Robot Cognitive Rehabilitation

### 1. 서 론

오늘날 전반적인 생활수준의 향상과 의료기술의 발달로 인간의 평균수명은 점차 증가하는 추세이다. 노령인

구의 급속한 증가로 인해 우리나라도 고령사회를 예고하고 있다. 전체 인구수에서 65세 이상 노인 인구의 비율이 2018년 14.3%로 고령사회에 도달하고, 2026년에는 20.8%로 초고령화 사회에 도달할 것으로 예상된다<sup>[1]</sup>.

나이가 많아짐에 따라 뇌질환도 급증하는데, 그 중에서 대표적인 것이 퇴행성 뇌질환인 알츠하이머병(Alzheimer's disease)이다. 알츠하이머병은 점진적인 발병과 진행을 특징으로 하므로 본격적인 증상이 나타나기 전에 점진적인 퇴행성 과정이 존재하는데, 이렇게 알츠하이머병의 전단계적 소견을 갖는 시기가 경도인지장애(mild cognitive impairment)의 시기이다<sup>[2]</sup>. 임상적으로 이 시기는 나이에 비해 저하된 기억력 외에는 다른 인지적

Received : Aug. 28. 2015; Revised : Dec. 2. 2015; Accepted : Feb. 2. 2016

※This work was partly supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (NRF-2013R1A1A2064135), and partly supported by the Human Resources Development program(No. 20154030200030) of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government Ministry of Trade, Industry and Energy.

<sup>+</sup>Corresponding author: Dept. Electronic Engineering, Dong-A University, Hadan-2-Dong, Saha-Gu, Busan, Korea (kjwook@dau.ac.kr)

<sup>1</sup>SYInnotech (337robot@daum.net)

<sup>2</sup>Happy Tree Mind Center (k3amp@naver.com)

<sup>3</sup>Dept. Electronic Engineering, Dong-A Univ. (trantrungtin.vhit@gmail.com)

능력이나 기능적 활동이 비교적 보존되어있고 치매 진단에는 합당하지 않은 상태를 말한다<sup>[3]</sup>. 일반적으로 경도인지장애 환자들은 학습(삼화적 기억) 능력이나 지연 회상 검사에서 어려움을 느끼며 교육과 연령 대비 대조군의 점수보다 표준편차가 약 1.5 정도 낮게 측정된다<sup>[3]</sup>.

경도인지장애로 분류된 환자들은 매년 10~15%씩 치매로 이환 되며, 이는 일반 인구에서의 알츠하이머병 발생률인 1~2% 보다 훨씬 높다<sup>[4]</sup>. 그러나 경도인지장애라고 해서 반드시 치매가 되는 것은 아니며, 일부는 오히려 정상으로 회복되기도 한다<sup>[3]</sup>. 반대로 경도인지장애가 아닌 상태에서도 얼마든지 치매는 생길 수 있다.

알츠하이머와 마찬가지로 경도인지장애도 명확한 병인이 밝혀져 있지 않아 원인적 치료가 어려우며 병의 진행을 느리게 하거나 증상만 호전시키는 치료로 약물치료와 비약물적 치료로 구별하여 접근하고 있다<sup>[5]</sup>. 약물치료에는 인지기능 개선을 위한 콜린에스테라제(cholinesterase) 억제제나 NMDA (N-Methyl-D-Aspartate) 길항제 등이 있으며, 비약물적 치료에는 인지치료, 인지재활, 사회심리치료, 운동치료 등이 대표적이다<sup>[5]</sup>.

인지치료는 인지능력의 주요 기능인 주의, 집중, 시각 처리, 언어, 기억, 추리, 문제해결의 결함을 재훈련 시키거나 완화시키기 위한 인지적 전략을 사용한다<sup>[6]</sup>. 인지재활은 실제 생활의 기능적 문제에 초점을 두고 고안된 중재로서, 인지영역뿐만 아니라 행동이나 정서적인 문제와 관련된 영역도 다룬다<sup>[7]</sup>. 인지재활은 국내에서는 경중의 치매 노인들 또는 치매 의심 대상자에게 작업치료나 미술치료, 음악치료 등을 결합하여 치매예방 프로그램으로 적용되어, 인지기능 개선의 효과가 있었다<sup>[8]</sup>.

지금까지의 연구와 사례들을 살펴보면, 경도인지장애는 인지치료와 인지재활을 통해 인지기능의 저하를 지연하거나 뇌의 대체영역을 재조직화함으로써 증상을 호전시켰다. 그러나 기존의 인지치료와 훈련 방법들은 학습이나 훈련된 영역에서의 특정 기능 향상에 주안점을 두고 있으므로 일상생활에서 정상적인 활동을 가능하게 하기에는 한계가 있었다.

현재 로봇 기술이 재활 분야에 점차 적용되고 있으며<sup>[9,10]</sup>, 로봇을 이용하여 인지 기능 개선에 기여한 연구가 발표되고 있다<sup>[11,12]</sup>. 본 연구에서는 경도인지장애 노인을 대

상으로 기존 인지재활 프로그램에 로봇 콘텐츠를 접목한 로봇 인지재활 프로그램을 새롭게 개발하고, 이를 인지치료 프로그램과 비교 및 접목함으로써 인지기능 개선의 효과를 알아보고자 한다.

2장에서는 경도인지장애를 설명하고, 3장에서는 인지강화 프로그램의 종류를 설명한다. 4장에서는 인지재활 프로그램을 적용한 결과를 소개하고, 5장에서는 본 논문 에 대한 결론과 향후 연구에 대해서 논한다.

## 2. 경도인지장애

인지능력은 사물을 분별하여 알 수 있는 능력을 의미하며, 그 능력을 유지하는 것은 기억력이나 집중력을 저하시킬 수 있는 여러 요인을 조절함으로써, 정상적인 뇌의 기능을 유지하는 것으로 이해할 수 있다.

경도인지장애는 정상적인 노화(normal aging)와 임상적 단계의 알츠하이머형 치매 사이에 놓여있는 이행과정(transitional phase)을 의미한다<sup>[8]</sup>.

Petersen 등은 경도인지장애의 증상을 환자 혹은 보호자에 의한 기억력 저하 호소, 동일 연령이나 교육 수준에 비하여 비정상적으로 떨어져 있는 기억력, 전반적인 인지기능의 정상적 유지, 일상생활 활동의 정상적 유지, 치매의 진단기준에 부합하지 않는 것이라고 하였다<sup>[4]</sup>.

경도인지장애는 크게 기억력의 결함 유무에 따라 기억성(amnestic)과 비기억성(non-amnestic) 경도인지장애로 분류되며, 기억력 외의 다른 인지 영역(언어, 주의, 집행 기능 혹은 시공간 기술 등)의 결함 유무에 따라 단일영역(single domain)과 다중영역(multiple domain) 경도인지장애로 세분화된다.

유형별 특징을 보면, 기억성 단일영역 경도인지장애는 기억력에서만 현저한 저하를 보이는 유형으로 기억력에서만 손상을 보이며, 치매로 발병할 위험이 높고 매년 알츠하이머형 치매로 전환하는 비율이 10~15%로 보고되고 있다. 둘째, 기억성 다중영역 경도인지장애는 기억력과 다른 인지 영역에서 손상을 보이며, 알츠하이머형 치매로도 이환되지만 다른 질환(혈관성 치매, 우울성 치매)으로 이환되기도 한다. 셋째, 비기억성 단일영역 경도인지장애는 기억력이 정상이면서 언어 기능, 전두엽

기능 및 시공간지각 영역 중 특정 인지영역에서 현저한 저하를 보인다. 마지막으로 비기억성 다중영역 경도인지장애는 기억력을 제외한 여러 인지 영역에서 손상을 보인다.

### 3. 인지강화 프로그램

일반적으로 인지강화를 위한 중재는 크게 인지자극(cognitive stimulation), 인지훈련(cognitive training), 인지재활(cognitive rehabilitation)로 구분할 수 있다<sup>[13]</sup>.

인지자극은 치매 예방적 차원으로 음악 감상 또는 원예치료, 작업치료처럼 다양한 활동에 참여함으로써 인지기능을 개선할 수 있도록 고안된 프로그램이다<sup>[14]</sup>. 인지훈련은 인지기능의 개선을 목적으로 주의, 언어, 기억, 관리기능, 시공간, 지남력을 골고루 훈련할 수 있도록 고안되었으며, 직접적으로 각 인지영역을 활용하여 문제 풀이를 하는 지필식 문제집 형태의 인지학습지<sup>[15]</sup>를 사용한다. 그리고 인지재활은 인지 기능뿐만 아니라 실제 생활과 기능적 문제에 초점을 두고 인지영역뿐 아니라 행동이나 정서적인 문제와 관련된 영역도 다룬다<sup>[16]</sup>.

국내에서는 경증의 치매 노인들 또는 치매의심 대상자에게 작업치료나 미술치료, 음악치료 등을 결합하여 치매예방 프로그램으로 적용되어, 인지기능 개선의 효과를 보고하였으며<sup>[8]</sup>, 주로 인지적 자극활동에 치우쳐 있다. 인지훈련은 대상자의 인지기능의 두드러진 약점을 보완하기 위해 체계적인 인지활동을 경험할 수 있도록 하는 것으로 경도인지장애 노인에게는 기억력 증진만을 위한 기억훈련 등이 시행되었다. Melanic 등은 인지재활의 중재로서 경도인지장애 환자에게 기억 서포트 시스템(Memory Support System)을 이용하는 행동재활 훈련을 4주간 훈련하였는데, 결과적으로 기억과 관련된 일상의 행동이 개선되고, 독립성 및 자기 확신은 높아지며, 불안과 슬픔은 감소하는 효과를 보여 단순한 기억력 증진프로그램과는 다른 성과를 보였다<sup>[17]</sup>.

최근에는 컴퓨터를 기반으로 하는 인지훈련을 적용하는 사례가 증가하고 있는데, 컴퓨터 기반 인지훈련은 손상된 영역을 자극할 수 있도록 환자의 신경 심리적 패턴에 기초하여 인지 훈련을 제공하는 것으로, 개인의 인지

수준에 맞게 과제의 난이도를 조절할 수 있어 치료에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다<sup>[18]</sup>. 그러나 컴퓨터만을 이용하여 인지훈련을 한 집단은 인지나 기억에는 효과가 있지만, 기분이나 정서에는 효과가 없는 것으로 나타났다.

지금까지 여러 연구들에서 적용된 복합적인 방법 중 기억에 초점을 두는 훈련의 인지중재에 대한 효과보다, 다영역 인지훈련의 인지중재에 대한 효과가 더 큰 것으로 나타났다<sup>[19]</sup>. 이는 경도인지장애를 가진 사람에게 기억에 초점을 두는 전략보다는 다영역을 훈련하는 인지훈련이나 인지재활이 적합함을 보여준다.

본 연구에서는 네오피아 사<sup>[20]</sup>의 네오봇 베이직과 네오봇 1단계를 이용하여 경도인지장애 노인의 수준에 맞춘 로봇 인지재활 프로그램을 개발하였고, 단독·복합 치료 실험을 통해 제안된 프로그램의 인지기능 향상 효과를 살펴보았다.

#### 3.1 측정도구

본 논문에서는 경도인지장애 노인의 인지기능을 측정하기 위해 노인용 인지검사(Cognition Scale for Older Adults, CSOA)를 사용하였다. 노인용 인지검사는 Kim 등이 한국 노인의 인지기능을 짧은 시간에 다면적으로 평가하고자 개발 및 표준화한 인지도구이다<sup>[21]</sup>. 노인용 인지검사는 단어 기억하기, 스트룹(Struop) 검사, 기본 지식문제, 숫자 외우기, 보고 그리기, 그림 이름대기, 단어 유창성을 통한 7가지 소검사로 구성되어 있다. 각 소검사별 점수는 환산점수와 요약점으로 대별된다. 환산점수는 각 소검사들에서 산출되는 점수로, 점수 단위는 평균 10점, 표준편차 3점이다. 요약점수는 주요 인지영역을 반영하도록 환산점수들을 적절하게 조합한 점수이며, 점수 단위는 평균 100점, 표준편차 15점이다.

#### 3.2 인지치료 프로그램

인지치료 프로그램은 신경심리학적 인지영역의 접근을 위하여 고안된 브레인 헬스 프로그램<sup>[22]</sup>을 병원에 적용한 것으로 지남력(자신과 외부와의 연관성을 아는 능력)과 주의력, 지각력(시청각 등의 자극에 대하여 인식을 하는 능력), 기억력, 개념 형성과 추리력, 관리기능

Table 1. Cognition Treatment Program

No.	Topic	Contents
1	Program Introduction	introduction, family instruction
2	Orientation and attention	colors and words, finding suitable pictures, spatial orientation, number pairing, routing, word attention
3	Perception	segmentation of line and plane, following line, visual combination, object perception, visual perception, overlapped figure finding
4		learning language, story recollection, visual recombination, ladder climbing, way finding
5	Memory	lost figures, classification, categorization and comparison, figure completion, arranging scenes
6	Concept and Reasoning	lost figures, classification, categorization and comparison, figure completion, arranging scenes
7	Executive function and Exercise	suppression, proverbs in picture, maze, paper tearing, drawing along lines, hidden words and figures, eye movement
8	Composition ability	complex picture, symmetric picture, match arrangement, planar figure, 3D figure
9	Language and Relevant function	calculation, word filling, word finding, puzzle, brochure and menu card
10	Program wrap-up	writing program postscript

(판단, 이해, 계획, 논리, 추상적 사고, 감정억제, 상황 도구 조작, 탐구와 연관된 최상위의 인지기능)과 운동 작업, 구성 능력, 언어와 언어 연관 기능 등의 영역 중심으로 인지기능의 향상에 목적을 두고 총 5주 10회기 과정으로 구성되었으며 매회 50분씩 프로그램을 진행하였다. 각 회기의 프로그램에는 위 인지영역의 내용들이 모두 포함되도록 구성하였고, 환자들의 인지능력과 과제 수행 정도를 고려하여 난이도를 조정하였다. Table 1은 인지치료 프로그램의 주제와 구성을 나타낸다<sup>[23]</sup>.

### 3.3 로봇 인지재활 프로그램

로봇 인지재활 프로그램은 전통적인 인지치료와 달리 전반적인 인지기능에 직접적으로 영향을 미치지 않지만, 블록을 조립하고 해체하는 과정에서 기존 인지재활

에서 효과를 거둘 수 없었던 인지기능의 다양한 영역, 특히 시공간 개념에 대한 중재를 가능하게 한다. 그리고 프로그램 참가자는 목표 자극과 감각, 지각적인 과정을 통하여 로봇의 움직임을 관찰 및 해석, 분석하는 등의 상호작용 활동을 한다.

프로그램 참가자가 구조물을 쌓아 올리고 운반하며 복잡한 구성물을 만드는 과정을 통해 대·소 근육 운동능력 및 신체 조절능력을 발달시킬 수 있다. 또한 자신이 만들고자 하는 구성물에 필요한 것을 찾아 맞추어 보는 과정에서 크기, 모양, 색깔 등을 관찰하고 비교하며, 그것이 자신이 만들고 있는 구조물에 적합할지 예측하게 하고, 좌우·상하의 무게와 균형을 고려하여 구성물을 제작함으로써 안정감 있고 조화로운 구조물을 만들어 낼 수 있게 된다. 그리고 조립과정을 통해 블록의 형태, 크기, 위치, 상호관계, 개념에 필요한 어휘들을 자연스럽게 학습하게 된다. 이러한 과정에서 지남력, 주의력, 지각력, 기억력, 개념형성 및 추리력, 관리기능, 운동작업능력, 시공간 구성능력, 언어 및 언어 연관기능 등의 인지영역이 활성화된다.

로봇 인지재활 프로그램도 인지치료 프로그램과 같이 5주 10회기 과정으로 구성하였으며 매회 50분씩 프로그램을 진행하고, 환자와 보호자가 동석하며, 프로그램의 흥미를 유발할 수 있는 요소들을 활용하였다. 진행자는 로봇의 조립과정에 대한 언어적·시각적 중재를 제공하여 함께 로봇을 조립했다. Fig. 1은 로봇 인지재활 프로그램에서 참가자가 로봇을 제작하고 테스트하는 모습을 나타내며, Table 2는 로봇 인지재활 프로그램의 회기 별 내용과 프로그램 구성을 나타낸다. Fig. 2는 로봇 인지재



Fig. 1. Robot assembly and test during rehabilitation program

Table 2. Robot Cognition Rehabilitation Program

No.	Topic	Description
1	Program Introduction	orientation, instruction of managing blocks
2	Wing tower	symmetric tower assembled without actuators as a preliminary practice
3	Moving nipper	moves with dynamic and static structures
4	Saurus trailer	car robot that moves a dinosaur riding on a trailer
5	Mobile robot	mobile robot that quickly moves forward, slowly returns to its original position, and rotates one round there.
6	Melodybot	moves along the rectangular path with slow, fast, and medium velocities in order, and plays melodies while halt
7	Racer robot	races in stadium running fast for 3 seconds and slow for 5 seconds
8	Tracker robot	moves along the black line forward and backward in stadium and returns to the line in case of line deviation
9	Thrower robot	approaches slowly to a castle, throws stones for 6 seconds, and retreats quickly
10	Program wrap-up	making a creative robot and writing program postscript

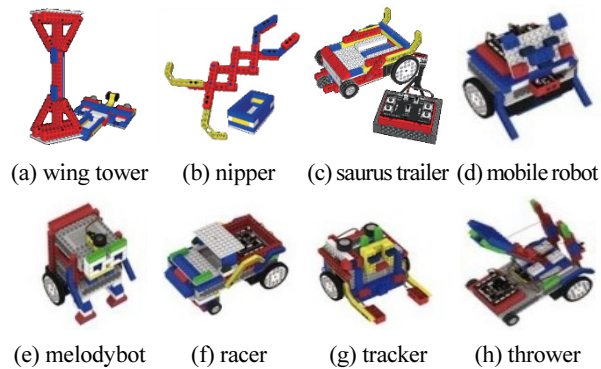


Fig. 2. Robots for cognitive rehabilitation program

활 프로그램에 사용된 로봇들을 순서대로 나타낸 것으로, 순서대로 윙타워, 움직이는 집게, 사우루스 트레일러, 이동 로봇, 멜로디 로봇, 레이싱 로봇, 추적 로봇, 그리고 투척 로봇이다. 이 중에서 사우루스 트레일러 로봇과 이동로봇, 멜로디 로봇을 움직이려면 관성의 법칙과 무게 중심의 원리, 속력 개념 등의 이해를 필요로 하며, 레이싱 로봇과 추적 로봇은 경기장에서의 규칙을 이해

하게 하고, 투척 로봇은 지렛대의 원리 등 역학에 대한 이해력을 요구한다.

#### 4. 실험 결과

본 연구의 대상자는 B시에 소재한 W요양병원에 입원한 경도인지장애 노인을 대상으로 다음과 같은 구체적인 선정기준 및 제외기준(대조군은 해당 사항 없음)에 의해 실험군 I(인지치료) 8명, 실험군 II(로봇 인지재활) 7명, 실험군 III(인지치료+로봇 인지재활) 7명, 대조군 10명으로 배정했다.

실험 참가자의 구체적인 선정기준은 다음과 같다.

- 신경과 또는 관련 전문의로부터 경도인지장애 진단을 받은 노인
- 간이정신상태검사(MMSE)에 근거하여 객관적 인지장애가 있는(MMSE 결과 백분위 3~10%에 해당) 65세 이상 노인
- 인지기능을 개선하기 위해 약물치료를 받고 있는 노인
- 의사소통에 어려움이 없으며 본 연구의 목적을 이해하고 참여 할 것을 동의한 노인(본인과 보호자)

반면에 연구대상의 구체적인 제외기준은 다음과 같다.

- 다른 인지 프로그램에 참여하거나 최근 6개월 이내에 참여한 경험이 있는 노인
- 손 기능이나 운동 기능에 마비나 균형 장애 등으로 프로그램 참여가 부적절한 노인
- 시각이나 청각의 감각장애를 동반한 노인
- 입원 2주 이하 환자로 병원 환경에 안정감이 없거나 6주 이상 퇴원계획이 없는 환자

프로그램의 타당성을 검증하기 위해 본 연구자와 의학 박사, 재활심리학 박사, 신경 심리학 전공 전문가, 인지 재활 치료사가 함께 경도인지장애 노인의 인지 수준, 신체 기능, 프로그램 구성, 적용 방법, 진행 방식 등에 대한 프로그램의 타당성을 검증하고 세부 조정을 거쳐 프로그램을 구성하였다.

프로그램을 실시하기 위해 W병원의 입원 노인을 대상으로 성별, 나이, 발병일, MMSE 등을 의무 기록지를 통하여 확인하고 선정기준에 부합하는 32명을 각각의 치료집단('인지치료', '로봇 인지재활', '인지치료+로봇 인지재활', '대조군')으로 무작위 선정하였다.

실험군은 5월 15일부터 6월 30일까지 5주간 주 2회씩 각 프로그램에 참여하도록 하였는데, '인지치료' 프로그램과 '로봇 인지재활' 프로그램은 지루함을 느끼지 않도록 회당 50분 동안, '인지치료+로봇 인지재활' 프로그램은 회당 100분 동안 실시했다. '인지치료' 프로그램은 병원 인지치료사가 월요일과 목요일 같은 장소에서 동일한 방식으로 4팀(인지치료: 2팀, 인지치료+로봇 인지재활: 2팀)을 대상으로 진행하였다. '로봇 인지재활' 프로그램은 본 연구자가 병원 내 집단 치료실에서 화요일과 금요일에 5명에서 6명을 대상으로 오전, 오후 2팀씩 전체 4팀(로봇 인지재활: 2팀, 인지치료+로봇 인지재활: 2팀)을 진행하였고, 대조군(통제집단)은 같은 기간 동안 표준 재활치료(물리치료, 간호, 약 처방 등)만 주 2회씩 5주간 총 10회를 실시하였다. 5주간의 프로그램을 실시한 이후 탈락한 대상을 제외하고 노인용 인지검사를 사용하여 사후검사를 시행하였다.

각 프로그램에서 획득한 데이터는 SPSS (PASW Statistics) 20.0을 이용하여 다음과 같이 통계처리 하였다.

- 연구대상자의 일반적 특성과 인지기능 요약점수는 기술통계량을 이용하여 산출하였다.
- 3개의 실험군과 대조군의 동질성 검증은 One-way ANOVA(일원변량분석)로 분석하였다.
- 3개의 실험군과 대조군의 프로그램 시행에 따른 인지기능 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-test로 분석하였다.
- 3개의 실험군과 대조군의 인지기능의 변화를 알아보기 위해 차이점수를 활용하여 One-way ANOVA를 실시하였고, 사후검사는 LSD (least significant difference)로 분석하였다.

전체 연구대상의 평균연령은 76.0(표준편차: 6.30)세이며, 연령분포는 61세부터 88세까지이다. '인지치료'

그룹의 평균연령은 76.7(표준편차: 8.40)세, '로봇 인지재활' 그룹의 평균연령은 74.6(표준편차: 6.78)세, '인지치료+로봇 인지재활' 그룹의 평균연령은 76.7(표준편차: 8.40)세, '대조군'의 평균연령은 78.3(표준편차: 2.75)세였다.

세 가지 치료집단('인지치료', '로봇 인지재활', '인지치료+로봇 인지재활')과 대조군(통제집단)의 동질성 검증 결과, 연령( $F(3)=.970, p=.421$ )과 학력( $F(3)=.536, p=.662$ )은 통계적으로 유의미한 차이가 없으므로 동일한 집단으로 확인 하였다. 인지기능에서도 FIQ( $F(3)=.701, p=.559$ ), BIQ( $F(3)=1.069, P=.378$ ), EIQ( $F(3)=.232, p=.873$ ), AFI( $F(3)=.351, p=.789$ ), WMI( $F(3)=.168, p=.917$ ), LFI( $F(3)=.792, p=.508$ ), VFI( $F(3)=1.215, p=.322$ ), MFI( $F(3)=.359, p=.783$ ) 모두 통계적으로 차이가 유의미하지 않았다(용어는 Table 3에서 설명). 이러한 분석 결과로써 귀무가설을 채택하고, 네 가지 치료 집단이 동질하다는 것을 확인 하였다.

전반적 인지기능의 향상을 위한 각 프로그램의 인지재활 효과를 검증하기 위해 각 치료집단의 인지기능 (FIQ(전체지능): 전반적인 인지기능 지표, BIQ(기초지능): 후천적인 학습의 정도, EIQ(관리지능): 문제해결 능력, AFI(주의기능): 주의집중능력 지표, WMI(작업기억): 짧은 시간 동안의 기억력 및 정보처리 능력, LFI(언어기능): 언어표현 및 이해능력, VFI(시공간력): 시공간 능력 및 지각 능력, MFI(기억기능): 장기적인 기억능력 지표) 수준을 대응표본 t-test를 활용하여 분석하였다. 그 결과로 얻어진 집단 내 인지기능 수준의 평균과 표준편차를 Table 3에 제시하였다.

인지기능별 하위영역의 처치 전후에 구체적인 효과를 알아보기 위하여 사후검사와 사전검사의 차이점수를 활용하여 집단 간 일원변량분석을 실시하였고 그 결과를 Table 4에 정리했다. 그리고 통계적으로 유의미한 경우, 각 수준의 차이를 검증하기 위하여 LSD를 활용하여 사후검증을 실시하였고 그 결과를 Table 5에 나타냈다.

그 결과로서 전체지능( $F(3)=6.092, p<.01$ ), 관리지능( $F(3)=4.632, p<.05$ ), 주의기능( $F(3)= 3.284, p<.05$ ), 기억기능( $F(3)=4.884, p<.01$ )에서 프로그램의 효과가 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 전체지능에

Table 3. Comparison of program effects in terms of mean and standard deviation of cognition ability scores

Index	Group Name	Before Test	After Test	P-value	Index	Group Name	Before Test	After Test	P-value
FIQ	Control	72.90 (7.49)	75.70 (8.25)	.043*	WMI	Control	95.00 (6.77)	96.30 (10.59)	.697
	Group 1	70.88 (15.28)	79.25 (11.56)	.053		Group 1	89.88 (19.77)	97.63 (14.31)	.075
	Group 2	76.14 (17.47)	85.43 (19.27)	.018*		Group 2	92.71 (23.14)	100.43 (14.48)	.489
	Group 3	80.29 (13.65)	95.71 (16.33)	.000***		Group 3	94.43 (12.90)	101.71 (13.06)	.065
BIQ	Control	83.70 (11.82)	87.30 (9.84)	.111	LFI	Control	83.70 (12.03)	89.20 (14.09)	.040*
	Group 1	76.25 (15.87)	83.00 (16.05)	.046*		Group 1	77.00 (12.32)	80.25 (9.47)	.116
	Group 2	88.14 (23.23)	96.14 (18.11)	.106		Group 2	79.86 (17.38)	85.00 (15.28)	.185
	Group 3	90.00 (14.02)	104.00 (16.91)	.007**		Group 3	86.57 (10.06)	97.43 (15.04)	.007**
EIQ	Control	71.90 (10.40)	70.60 (9.13)	.741	VFI	Control	87.10 (13.93)	91.50 (19.96)	.073
	Group 1	72.88 (15.68)	80.13 (6.32)	.134		Group 1	84.13 (22.00)	89.75 (13.78)	.388
	Group 2	71.43 (15.20)	76.29 (19.75)	.298		Group 2	87.00 (21.56)	91.14 (20.45)	.206
	Group 3	75.00 (13.28)	89.71 (15.22)	.000***		Group 3	100.43 (13.13)	109.14 (14.15)	.005**
AFI	Control	71.90 (10.40)	71.50 (8.63)	.861	MFI	Control	68.00 (5.52)	69.10 (5.36)	.472
	Group 1	78.25 (21.72)	90.13 (13.17)	.084		Group 1	66.25 (13.66)	70.25 (19.83)	.200
	Group 2	78.14 (14.88)	83.29 (16.58)	.424		Group 2	71.29 (16.55)	84.43 (21.91)	.016*
	Group 3	78.71 (18.54)	96.43 (11.93)	.015*		Group 3	72.86 (19.00)	84.71 (20.36)	.000***

Control: control group, Group 1: cognition therapy group, Group 2: robot cognitive rehabilitation program group, Group 3: cognition therapy + robot cognitive rehabilitation program group, FIQ: Full-scale IQ, BIQ: Basic IQ, EIQ: Executive IQ, AFI: Attention Function Index, WMI: Working Memory Index, LFI: Language Function Index, VFI: Visuospatial Function Index, MFI: Memory Function Index)

Table 4. Result of one-way ANOVA

Index	Control	Group 1	Group 2	Group 3	F (3)
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	
FIQ	2.80 (3.77)	6.43 (6.80)	10.67 (9.20)	15.43 (5.62)	6.092**
BIQ	3.60 (6.45)	6.57 (5.94)	8.83 (10.93)	14.00 (9.13)	2.381
EIQ	.60 (5.56)	4.14 (8.61)	5.17 (12.46)	14.71 (3.77)	4.632*
AFI	-.40 (7.04)	11.00 (15.70)	5.50 (12.50)	17.71 (13.88)	3.284*
WMI	1.30 (10.22)	8.29 (13.63)	16.50 (23.33)	7.29 (8.54)	1.453
LFI	5.50 (7.23)	2.43 (3.51)	3.33 (6.98)	10.86 (7.22)	2.322
VFI	4.40 (6.85)	-.43 (8.10)	2.33 (7.42)	8.71 (5.31)	2.135
MFI	1.10 (4.63)	4.14 (8.55)	13.00 (11.59)	11.86 (3.80)	4.884**

(\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001)

Control: control group, Group 1: cognition therapy group, Group 2: robot cognitive rehabilitation program group, Group 3: cognition therapy + robot cognitive rehabilitation program group

서 인지치료와 로봇을 함께 한 집단이 인지치료만 한 집단에 비해 개선의 차이가 통계적으로 유의하였다 ( $p < .01$ ). 로봇인지재활 집단과 인지치료와 로봇을 함께 한 집단은 통제집단에 비해 개선의 차이가 통계적으로 유의하였다.

관리지능에서는 인지치료와 로봇을 함께한 집단이 인지치료집단( $p < .05$ ), 로봇재활집단( $p < .05$ ), 통제집단( $p < .01$ )에 비해 개선의 효과가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주의기능에서는 인지치료와 로봇을 함께한 집단이 통제집단에 비해 개선의 차이가 통계적으로 유의하

Table 5. Result of Post-Hoc test

Index	P-value					
	AvsB	AvsC	AvsD	BvsC	BvsD	CvsD
FIQ		**			*	***
BIQ						*
EIQ		*		*		**
AFI						**
WMI					*	
LFI		*		*		
VFI		*				
MFI	*				**	**

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

였다. 기억기능에서는 로봇인지재활프로그램이 인지치료집단( $p < .05$ )과 통제군( $p < .01$ )에 비해 개선의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났고, 인지치료와 로봇을 함께한 집단은 통제집단에 비해 개선의 차이가 통계적으로 유의하였다( $p < .01$ ).

위의 결과들을 종합하면 다음과 같다. 로봇인지재활 프로그램은 경도인지장애 노인의 전체지능, 작업기억, 기억기능의 개선에 효과가 있다. 또한 인지치료와 로봇인지재활프로그램을 함께한 집단은 전체지능, 기초지능, 관리지능, 주의기능, 기억기능에서 통제집단에 비해 더 많이 개선되었다. 그리고 인지치료 집단보다도 더 많은 개선을 보였다.

하나의 인지치료 도구가 인지기능의 모든 영역에 효과적일 수는 없다. 그러나 본 논문에서 제안한 로봇 인지재활 프로그램은 참가자가 복잡한 구성물을 만들고, 구성물의 특징을 관찰하고 비교하며, 구조물을 안정적이고 조화롭게 제작하는 과정에서 지남력, 주의력, 지각력, 기억력, 개념형성 및 추리력, 운동작업능력, 시공간 구성능력 등의 인지영역을 활성화시킴으로써 경도인지장애 노인의 인지기능 향상의 주 치료도구 혹은 보조 치료도구로 충분히 활용 가능하다는 것을 입증했다는 점에 의의가 있다. 또한 경도인지 장애 노인의 인지기능 개선에 다양한 접근 방법을 제시하고 재활 프로그램의 방향을 제시한 것이 본 논문의 시사점이다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 네오피아 사의 네오봇 베이직과 네오봇 1단계를 이용하여 경도인지장애 노인의 수준에 맞춘 로봇 인지재활 프로그램을 개발하였고, 이를 이용해서 경도인지장애 노인의 인지기능 개선을 위한 치료 중재를 실시하였다. 모든 치료 중재는 통제집단 보다 전반적으로 인지기능이 향상된 것으로 나타났는데, 특히 고식적 인지치료와 로봇 인지재활을 동시에 실시하였을 때 인지기능 향상에 효과가 가장 크고, 로봇 인지재활, 인지치료 순으로 나타났다.

인지치료의 효과가 가장 낮은 이유로서 인지재활 프로그램은 직접적인 인지활동을 요구하기 때문에 전반적으로 교육수준이 낮은 대상자들에게는 흥미가 낮을 수 있기 때문이라고 사료된다. 반면, 로봇 인지재활프로그램의 경우에는 기존 병원 프로그램에서 접할 수 없고, 완성하는 과정에서 흥미와 성취감을 가질 수 있으므로 효과가 컸다고 생각된다.

차후 연구에서는 인지적 측면뿐만 아니라 정서적 측면도 고려하여 다차원적인 경도인지장애 노인에 대한 연구를 수행할 계획이다.

## References

- [1] Ministry of Health and Welfare, "Second master plan of low birth rate, aging society (2011-2016)," 2010.
- [2] R.C. Petersen, "Mild cognitive impairments a diagnostic entity," *Journal of Internal Medicine*, 256, pp. 183-194, 2004.
- [3] K.R. Cha, "Diagnostic validity and development of virtual reality system for visuospatial function in patients with amnesic mild cognitive impairment," The Graduate school Yonsei University, Department of medicine, 2008.
- [4] R.C. Petersen, G.E. Smith, S.C. Waring, R.J. Ivnik, E.G. Tangalos, and E. Kokmen, "Mild cognitive impairment: clinical 93 characterization and outcome," *Archives of Neurology*, vol. 56, pp. 303-308, 1999.
- [5] Korean Dementia Association, "Dementia: a clinical approach," Kyeonggi-do: Academia, 2006.
- [6] M.M. Sohlberg, and C.A. Mateer, *Introduction to Cognitive Rehabilitation: theory and practice*, New York: The



Guilford Press, 1989.

[7] B.A. Wilson, "Towards a comprehensive model of cognitive rehabilitation," *Neuropsychological Rehabilitation*, vol. 12, no. 2, pp. 97-110, 2002.

[8] H.R. Ji, S.H. Choi, and M.S. Cho, "The effects of a dementia nursing intervention program on cognitive function, depression, and social behavior in elderly people with mild dementia," *Journal of Korean Gerontological Nursing*, vol. 5, no. 2, pp. 205-217, 2003.

[9] J.-H. Park, "Effect of robot-assisted hand rehabilitation on hand function in chronic stroke patients," *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 8, no. 4, pp. 273-282, 2013.

[10] S. Lee, S. Y. Shin, J. W. Lee, and C. Kim, "Design of an IDOF assistive knee joint for a gait rehabilitation robot," *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 8, no. 1, pp. 8-282, 2013.

[11] N. Y. Lim, H. S. Kang, Y. S. Park, D. H. Ahn, J. H. Oh, and J. H. Song, "Cognitive function, mood, problematic behavior and response to interaction with robot pet by elders with dementia," *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, vol. 16, no. 2, pp. 223-231, 2009.

[12] J.-H. Oh, Y.-J. Yi, C.-J. Shin, C. Park, S. Kang, J. Kim, and I.-S. Kim, "Effects of silver-care-robot program on cognitive function, depression, and activities of daily living for institutionalized elderly people," *Journal of Korean Academy of Nursing*, vol. 45, no. 3, pp. 388-396, 2015.

[13] L. Clare, "Cognitive training and cognitive rehabilitation for people with early-stage dementia," *Reviews in Clinical Gerontology*, vol. 13, pp. 75-83, 2003.

[14] F. Yu, K. M. Rose, S. C. Burgener, C. Cunningham, L. L. Buettner, and E. Beattie, "Cognitive training for early stage Alzheimer disease and dementia," *Journal of Gerontological Nursing*, vol. 35, no. 3, pp.23-29, 2009.

[15] T.Y. Kim, S.H. Han, I.W. Han, H.J. Kim, H.G. Kim, and K.M. Kim, *Brain Health Cognitive Material*, Wooju Munhwasa, 2013.

[16] B.A. Wilson, "Towards a comprehensive model of cognitive rehabilitation," *Neuropsychological Rehabilitation*, vol. 12, no. 2, pp. 97-110, 2002.

[17] M.C. Greenway, S.M. Hanna, S.W. Lepore, and G.E. Smith, "A behavioral rehabilitation intervention for amnesic mild cognitive impairment," *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, vol. 23, no. 5, pp. 451-461, Oct./Nov. 2008.

[18] J.M. Sim, H.H. Kim, and Y.S. Lee, "Effects of computerized

neurocognitive function program induced memory and attention for patients with stroke," *Journal of Korean society of physical therapy*, vol. 19, no. 4, 25-32, 2007.

[19] N.J. Gates, P.S. Sachdev, S.M.A. Fiatarone, and M. Valenzuela, "Cognitive and memory training in adults at risk of dementia: A systematic review," *Bio Med Cental Geriatrics*, 2011.

[20] <http://www.neobot.co.kr>

[21] H.G. Kim and T.Y. Kim, *Cognition Scale for Older Adults: Manual*, Daegu: Publication Neuropsychology, 2007.

[22] T.Y. Kim, S.H. Han, S.Y. Kim, I.W. Han, H.G. Kim, E.A. Lee, and H.R. Na, *Neuro Cognitive Therapy*, Seoul: Seohyensa, 2010.

[23] D.Y. Kim, I.S. Kim, T.Y. Kim, R.J. Park, J.M. Park, K.C. Son, K.N. Lee, E.A. Lee, H.K. Jung, and K.I. Han, *Programs for Prevention of Dementia and Cognitive Rehabilitation*, Seoul : Seohyensa, 2004.

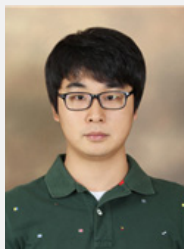


### 이 연 화

2013 동아대학교 공과대학 전자공학과(공학 석사)

2015 ~ 현재 (주)SY이노테크 대표이사

관심분야: Mild cognitive impairment, Virtual reality, Cognitive rehabilitation



### 김 갑 목

2016 대구대학교 재활심리학과(박사)

2015 ~ 현재 행복나눔마음연구소 소장

관심분야: Mild cognitive impairment, Dementia, Cognitive rehabilitation



### 트란 트링 틴

2015 동아대학교 공과대학 전자공학과(공학 석사)

2015 ~ 현재 동아대학교 공과대학 전자공학과 박사 과정

관심분야: Microcontroller, Embedded system, Smart grid



### 김 종 욱

2004 포항공과대학교 전자전기공학과(공학 박사)

2006 ~ 현재 동아대학교 전자공학과 부교수

관심분야: Robotics, Intelligent control, Embedded system