

# 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 치매 환자의 인지 및 정서 기능에 미치는 영향에 대한 후향적 분석

이지현<sup>1</sup> · 홍명훈<sup>2</sup> · 강원섭<sup>1,3</sup> · 오재원<sup>4</sup> · 김종우<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교병원 정신건강의학과, <sup>2</sup>서대문구치매안심센터, <sup>3</sup>경희대학교 의과대학 정신건강의학교실,

<sup>4</sup>Department of Neurology, Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA

## Effects of a Cognitive Intervention Using Robot PIO on Cognitive and Emotional Function in Dementia Patients

Ji Hyun Lee, MD,<sup>1</sup> Myeong Hun Hong, BS,<sup>2</sup> Won Sub Kang, MD, PhD,<sup>1,3</sup>  
Jae Won Oh, MD, MPH,<sup>4</sup> Jong Woo Kim, MD, PhD<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychiatry, Kyung Hee University Hospital, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Seodaemun-gu Center for Dementia, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Department of Psychiatry, Kyung Hee University College of Medicine, Seoul, Korea

<sup>4</sup>Department of Neurology, Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

**Objectives** Cognitive intervention treatment is known to be effective among dementia patients. To establish an effective non-pharmacological treatment for dementia patients, it is necessary to study how it affects not only cognitive function but also emotional function as well as daily life abilities. This study examined the effects of a cognitive intervention program using the robot PIO.

**Methods** The robot-mediated cognitive intervention using "laughter-PIO" was applied to 36 participants rated Clinical Dementia Rating 0.5 or 1. The cognitive function, emotional state, and daily life abilities were evaluated before and after the program.

**Results** After the cognitive intervention, the Geriatric Depression Scale-Korean score improved from  $11.6 \pm 6.3$  to  $9.0 \pm 6.0$  ( $p = 0.03$ ). The subtests of the Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Assessment Packet, J2 Boston Name test, J3 Mini-Mental State Exam, and J7 Word Recognition test, showed significant improvements ( $p < 0.05$ ). The Digit Span Test result increased from  $13.1 \pm 5.4$  to  $15.2 \pm 6.1$  after the program ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions** The cognitive intervention program using the robot "PIO" improved cognitive function and the emotional state of dementia patients, and daily life abilities.

**Keywords** Robot; Cognitive intervention program; Cognition; Emotion; Dementia.

Received: September 8, 2023 / Revised: September 27, 2023 / Accepted: October 5, 2023

Address for correspondence: Jong Woo Kim, MD, PhD

Department of Psychiatry, Kyung Hee University Hospital, Kyung Hee University College of Medicine, 23 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea

Tel: +82-2-958-8543, E-mail: psyjong@gmail.com

Address for correspondence: Jae Won Oh, MD, MPH

Department of Neurology, Brigham and Women's Hospital, 75 Francis St., Boston, MA 02115, USA

Tel: +1-857-233-7501, E-mail: jwo9909@gmail.com

## 서론

치매는 점진적인 인지기능의 저하로 인해 일상생활에 어려

움을 겪는 질환이다.<sup>1)</sup> 따라서 질환 초기부터 적절한 치료를 하지 않을 경우, 사회경제적 부담과 가정의 부담을 야기한다.<sup>2,3)</sup>

치매 치료는 약물 치료와 비약물적 치료로 이루어져 있다.

약물치료는 효능과 잠재적 위험을 고려하여 치료 유지여부를 결정해야한다.<sup>4)</sup> 최근 U.S. Food and Drug Administration에서 승인된 lecanemab은 amyloid-beta를 표적으로 하여 축적되는 것을 유의하게 감소시킨다. Lecanemab을 초기 알츠하이머 환자를 대상으로 사용하였을 때 18개월 사이 위약군과 비교하여 인지 기능 저하 정도가 감소하였지만 인지 기능 저하를 막을 수 없었으며 사망, 주사 부작용, 두통 등의 부작용도 나타났다.<sup>5)</sup> 따라서 현재의 약물 치료는 한계가 있으며 약물 치료와 더불어 비약물적 치료가 동반되지 않으면 치매 환자의 인지기능 저하 및 일상생활 능력 저하를 효과적으로 억제할 수 없다.<sup>6)</sup> 효과적인 비약물적 치료를 위해선 적절한 식이, 운동, 심혈관계질환 위험인자 관리, 그리고 인지 증재 치료가 필요하다.<sup>7)</sup>

특히 인지 증재 치료는 경도인지장애 그리고 경증-중등증치매 환자에서 전반적인 인지 기능을 향상하고 일상생활 능력을 개선하며 문제 행동을 줄여 삶의 질을 향상하는 데 효과적이다.<sup>8)</sup> 인지 증재 치료는 국내에서도 그 중요성이 대두되고 있으며, 인지 증재 치료를 제공하는 치매안심센터를 확충하고, 장기 요양 등급에 인지 지원 등급을 신설하여 경증 치매 어르신에게도 인지 증재 프로그램을 제공하는 등 관련 정책이 활발하게 전개되고 있다.<sup>9)</sup>

기존의 인지 증재 치료는 주로 종이와 연필을 사용하여 기억력, 집중력, 지남력, 문제해결 능력과 같은 인지 기능을 자극하거나 훈련할 수 있는 표준화된 과제와 증재자의 안내로 이루어져 진행되어 왔으나<sup>10)</sup> 최근 들어 인지 자극뿐만 아니라 음악, 미술, 운동 활동 등 다양한 방법의 증재를 이용하여 사회적 상호작용과 정서 자극까지 포괄하는 통합적 인지 증재 치료의 효과성이 보고되고 있다.<sup>6)</sup>

한편, 정보 통신 기술의 발달로 컴퓨터 또는 태블릿을 활용한 인지 증재 치료인 전산화 인지 재활 프로그램이 개발되었으며, 치료사의 개입을 줄여 치료 효율을 높이고, 즉각적인 결과 제공, 환자 수준에 맞는 치료 제공, 그리고 인지 기능별로 세분되어 치료를 제공하였다.<sup>11)</sup> 하지만 대부분의 전산화 인지 재활 프로그램은 전자화면 상에서 활동이 진행되기 때문에 노령 또는 인지 기능이 저하된 사용자들의 사용에 있어서 정서적 지지나 사회적 상호작용을 증진하는 요소가 부족하다는 한계를 가진다.

이에 로봇이라는 물리적 실체를 이용하여 기존 전산화 인지 재활 프로그램의 단점을 극복하고 장점을 이어 나가고자 하는 프로그램이 생겨났으나 기존 인지 증재 로봇을 이용한 선행 연구들은 주로 참가자의 인지 기능 개선 여부를 확인하는 데 그쳤다.<sup>12)13)</sup> 로봇 매개 인지 증재 프로그램이 효과적인 비약물적 치료로 정립되기 위해서는 인지 훈련뿐만 아니라

정서적 지지가 가능한 로봇을 이용하여 참가자들의 정서 개선, 일상생활능력 향상에 어떠한 효과가 있는지 연구해야 한다. 기존 로봇 매개 인지 증재 프로그램과 달리, (주)와이닷츠(Bucheon, Korea)의 로봇 '피오(PIO)'를 활용한 인지 증재 프로그램 '웃음꽃-피오'는 참가자의 인지 기능뿐만 아니라 정서 상태 개선을 목적으로 개발되었으며 궁극적으로 일상생활능력의 향상을 목표로 하고 있다.<sup>14)</sup> 로봇 '피오'는 앵무새를 연상시키는 귀여운 탁상형 로봇으로 하나의 로봇이 한 명 또는 두 명의 환자와 더욱더 친밀한 상호작용을 할 수 있으며 성장 이야기에 따라 인지 증재 프로그램이 구성되어 있어 환자들이 더 자연스럽게 흥미롭게 프로그램에 참여할 수 있도록 한 것이 큰 특징이다. 무엇보다 환자에게 인지 활동을 지시하여 환자들이 수동적으로밖에 참가할 수 없었던 기존의 인지 증재 프로그램과 달리 '웃음꽃-피오' 프로그램은 로봇 '피오'가 환자들에게 "저와 같이 놀아요" 또는 "배가 고파요. 애벌레를 잡아주세요"와 같이 환자들의 능동적인 참여를 유도하도록 개발되었기 때문에 환자의 자아존중감을 향상시키고 보다 적극적으로 프로그램에 참여시킬 수 있을 것이라 기대되는 프로그램이다.

본 연구에서는 앵무새 형 로봇 매개 인지 증재 프로그램 '웃음꽃-피오'가 치매 환자에게 인지 기능뿐만 아니라 정서 상태와 일상생활 능력에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보고자 한다. 이를 평가하기 위해 해당 치료 프로그램을 실시한 집단의 치료 효과를 후향적으로 분석하고자 하였다.

## 방 법

### 연구 대상

서울시 동대문구 소재 치매안심센터에 등록된 환자 중 치매임상척도(Clinical Dementia Rating, CDR) 0.5 또는 1의 경증 치매 환자에 속하며 2019년 5월부터 12월 사이 '웃음꽃-피오' 로봇 인지 증재 프로그램에 참여한 환자 36명을 대상으로 하였다. CDR 0.5는 최소 인지장애(mild cognitive impairment)와 초기 치매 환자를 포함하지만 sum of box 점수가 2.0 이상인 경우 치매 가능성이 높아<sup>15)16)</sup> 이번 연구에서는 CDR 0.5도 경증 치매 환자로 분류하였다.

36명 중 '웃음꽃-피오' 로봇 인지 증재 프로그램을 완료할 수 없어 중도 탈락하였거나 프로그램 전후 검사를 수행하지 못한 대상은 제외하였고 최종적으로 27명이 선정되었다. 연구 대상의 특성 파악을 위하여 치매안심센터에서 매년 평가되는 치매임상척도, 연령, 성별, 교육 수준을 참고하였다.

연구 대상자 27명은 로봇 매개 인지 증재 프로그램 '웃음꽃-피오'에 참여하였으며, 프로그램 참여 전과 후에 검사 도

구를 이용하여 인지 기능, 정서 상태 및 일상생활 능력이 평가되었다. 본 연구는 후향적 연구로 경희대학교병원 임상연구심의위원회의 승인하에 시행되었으며(IRB No. KHUH 2023-08-054), 모든 참가자들은 연구에 참여하기 전에 서면동의서를 작성하였다.

### 로봇 매개 인지 중재 프로그램

적용된 로봇 매개 인지 중재 프로그램은 (주)와이닷에서 개발한 앵무새 형 로봇 피오 v1.3을 이용한 ‘웃음꽃-피오’ 인지 중재 프로그램이다. 이 프로그램은 주 2회, 회기 당 50분씩 총 6주간 12회기로 구성되어 있으며 2인 1조로 진행되었다. 참여하는 각 조에 로봇과 태블릿이 한 대씩 제공되며, 참여자는 로봇 ‘피오’의 진행에 따라 태블릿을 이용하거나 로봇과 직접 상호작용하여 다양한 인지 중재 콘텐츠를 수행하게 된다(그림 1). 또한 로봇 ‘피오’는 참여자의 효과적인 정서 상태 개선을 위해 사용자 친화적인 앵무새 형 캐릭터를 가지며 7개의 모터가 탑재되어 얼굴, 몸통, 날개가 자유롭게 움직일 수 있어 이를 통해 다양한 동작을 하고 감정 표현이 가능하다(그림 2). 또한 내장 스피커를 이용하여 콘텐츠 진행뿐만 아니라 언어적 감정 표현이 가능하다. 인지 중재 프로그램에 대

한 몰입과 로봇과의 애착을 증진하고 프로그램을 통해 효과적으로 참여자의 정서 상태와 자존감을 회복시키기 위해 이 프로그램은 로봇의 성장 스토리를 기반으로 총 6주간 12회기가 구성되어 있으며, 알을 부화시키는 데서 시작하여 아기새 ‘피오’를 키우고, 성장한 로봇 ‘피오’를 가르치고, 같이 인지 중재 콘텐츠를 게임 형식으로 수행하게 된다. 제공되는 인지 중재 프로그램은 정서를 자극하는 콘텐츠, 인지 훈련을 돕는 콘텐츠, 미술 활동 또는 음악 활동으로 구성된 콘텐츠, 운동을 유도하는 콘텐츠, 언어능력을 자극하는 콘텐츠로 이루어진 통합적 인지 중재 프로그램이며 국내 6곳의 치매안심센터에서 활용되며 수집된 피드백을 통해 최적화되었다. 12회기로 제공된 구체적인 콘텐츠와 프로그램 화면 예시는 다음과 같다(표 1, 2, 그림 3).

### 평가 도구

주 2회, 총 12회기로 구성된 6주 간의 프로그램 전, 후 모든 연구 대상자의 정서 상태, 일상생활 능력, 인지 기능을 평가하였다. 로봇 매개 인지 중재 프로그램 수행 전과 후에 정서 상태 평가 도구로 한국판 노인우울척도(Geriatric Depression Scale-Korean, GDS-K),<sup>17)</sup> 로젠버그 자아존중감척도

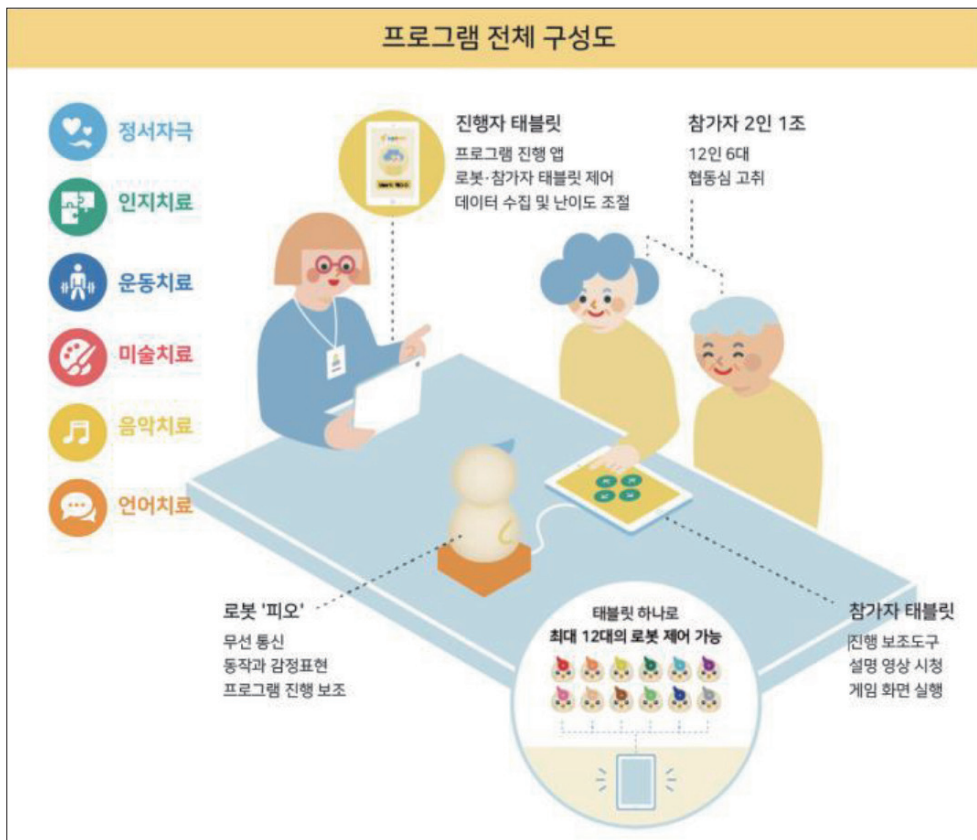
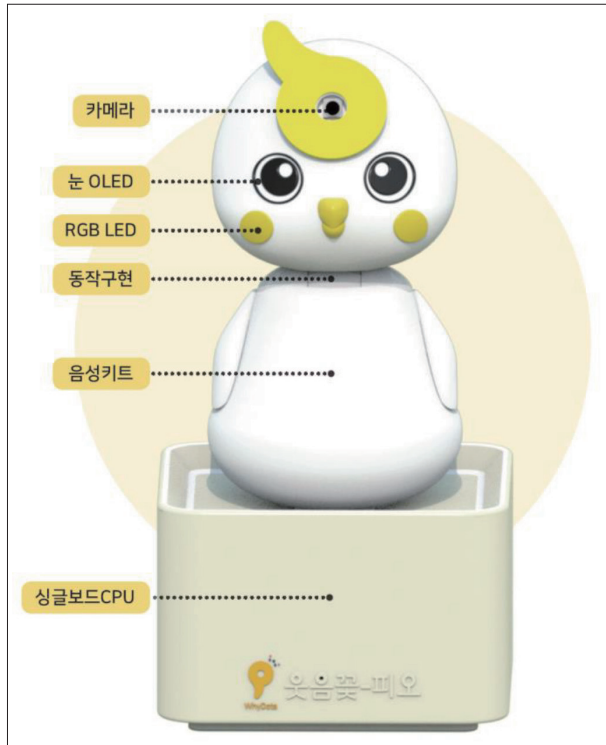


Fig. 1. Robot ‘PIO’ mediated cognitive program. Reproduced from Why Dot Inc. (<https://www.whydots.com/robot-pio1>), with permission of Why Dot Inc.<sup>14)</sup>



**Fig. 2.** Robot 'PIO.' Reproduced from Why Dot Inc. (<https://www.whydots.com/robot-pio1>), with permission of Why Dot Inc.<sup>14)</sup>

(Rosenberg Self-esteem Scale, RSE)<sup>18)19)</sup>를 적용하였다. 일상생활 능력을 평가하기 위해 도구형 일상생활척도(Seoul-Instrumental Activities of Daily Living, S-IADL)<sup>20)</sup>를 적용하였다. 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 연구 대상자의 객관적 또는 주관적 인지 기능에 미치는 영향을 평가하기 위해 세라드 신경심리검사(Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Assessment Packet, CERAD-K),<sup>21)</sup> 숫자 외우기 검사(Digit Span Test, DST),<sup>22)</sup> 주관적 기억 감퇴 설문(Subjective Memory Complaints Questionnaire, SMCQ)<sup>23)</sup>을 적용하였다.

### 통계 분석

통계 분석은 R 4.0.4 (R Core Team [2020]. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)를 이용하여 로봇 매개 인지 중재 프로그램 참여 전과 후에 검사 결과에 차이를 확인하였다. 프로그램과 전후 평가를 완성한 최종 연구 대상자가 27명으로 모수 검정을 수행할 수 있는 표본 크기보다 작아 정규분포를 가정할 수 없어 프로그램 참여 사전, 사후 측정치를 비교하기 위해 상대적으로 유효성 손실이 적은 윌콕슨 부호순위 검정을 사용하였다. 유의수준은  $p < 0.05$ 로 설정하였다.

## 결 과

전체 연구 대상 36명 중 '웃음꽃-피오' 로봇 매개 인지 중재 12회기 프로그램에 빠짐없이 참여하고, 사전 및 사후 검사를 모두 완료한 대상 환자는 27명이었다. 대상 환자는 60대 4명, 70대 15명, 80대 7명, 90대 1명이었으며 평균 연령은  $77.1 \pm 6.6$ 세였다. 남자 11명과 여자 16명이었고, 평균 교육연수는  $6.4 \pm 4.5$ 년이었으며, 교육연수가 10년 이상은 6명, 7-9년 7명, 1-6년 8명, 무학 6명이었다. CDR 0.5점은 17명, CDR 1점은 10명으로 평균 CDR는  $0.69 \pm 0.25$ 점이었으며, CDR 각 영역을 합한 sum of boxes의 평균은  $4.30 \pm 2.21$ 이었다(표 3). 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 연구 대상자의 상태에 어떠한 영향을 미치는지 평가하기 위해 측정된 지표 중 프로그램 전과 후 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 개선된 지표는 GDS-K, CERAD-K의 J2 보스톤 이름 대기 검사, J3 간이 정신상태 검사, J7 단어 목록 재인 검사, 그리고 DST이다(표 4, 그림 4). GDS-K의 프로그램 수행 전과 후의 검사 결과는  $11.6 \pm 6.3$ 에서  $9.0 \pm 6.0$ 으로 호전되었으며 CERAD-K의 J2 보스톤 이름 대기 항목은  $7.6 \pm 3.3$ 에서  $8.3 \pm 3.5$ 로, J3 간이 정신상태 항목은  $20.1 \pm 4.5$ 에서  $20.7 \pm 5.1$ 로, J7 단어 목록 재인 항목은  $5.9 \pm 3.1$ 에서  $6.5 \pm 3.1$ 로 모두 상승하였다. DST 결과는 프로그램 전  $13.1 \pm 5.4$ 에서 프로그램 후  $15.2 \pm 6.1$ 로 상승하였다. CERAD-K의 나머지 항목과 SMCQ 검사에서는 프로그램 수행 전과 비교하여 수행 후 약간의 개선을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4, 그림 4). RSE는 프로그램 수행 전  $29.6 \pm 4.4$ , 프로그램 수행 후  $29.5 \pm 4.1$ 로 변화가 없었다. 한편 S-IADL는 프로그램 수행 전  $16.7 \pm 7.9$ 에서 프로그램 수행 후  $12.9 \pm 11.4$ 로 개선되었으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4, 그림 4).

## 고 찰

본 연구에서 경증 치매 노인을 대상으로 '웃음꽃-피오' 프로그램을 적용한 결과, 연구 대상자의 인지 기능을 평가하는 검사 중 CERAD-K J2 보스톤 이름대기 검사, J3 간이 정신상태 검사, J7 단어 목록 재인 검사, 그리고 DST 결과가 통계적으로 유의하게 상승하였다. 따라서 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 치매 노인의 인지 영역 중 이름 대기 능력, 종합 인지/지남력, 언어 재인 능력, 그리고 주의집중/작업기억력에 긍정적인 영향을 준다는 사실을 확인할 수 있었다. 한편 CERAD-K의 항목 중 언어 유창성을 반영하는 J1 언어 유창성 검사, 학습 능력을 반영하는 J4 단어 목록 기억 검사, 시공간 능력을 반영하는 J5 구성 행동 검사, 삽화 기억 능력을



**Table 1.** Content list of robot-mediated cognitive intervention program

No.	Contents	Explanation
1	Introduction clip	Delivering the story, purpose, and expected effects of the "laughter-PIO" program
2	Shake the egg	Delivering life energy to PIO's egg by shaking it
3	Let's do it together	Working with a partner to shake PIO's egg to deliver life energy
4	Baby PIO is born	Hatching PIO by pressing the egg a certain number of times
5	Coloring baby PIO	Naming and decorating baby PIO
6	Feeding baby PIO	Feeding baby PIO after making the formula
7	Putting baby PIO to sleep	Soothing PIO to fall asleep by shaking it
8	Saying hello and goodbye	Greeting PIO and partner before and after the activity
9	Teaching baby PIO to talk	Teaching PIO to talk while solving problems
10	Catching caterpillars	Catching green caterpillars on the screen and giving them to PIO
11	Looking for the word	Finding the word on the screen after listening to PIO's word
12	Coloring practice	Practicing coloring on the screen to decorate PIO's clothes
13	Cloth coloring	Coloring real clothes and putting them on PIO as practiced
14	Exercise demonstration	Direction teaching activities using cards to move PIO's head
15	Make PIO exercise	Moving PIO by pressing direction buttons according to the guided voice and subtitles
16	Exercise with PIO	Following PIO's movement in accordance with the chant
17	Catching giant caterpillars	Catching moving long caterpillars
18	Teaching colors	Teaching PIO various colors
19	Coloring caterpillars	Coloring the caterpillar correctly to the number and pressing the button so PIO can have the caterpillar
20	Catching colored caterpillars	Catching caterpillars with the same color as PIO's hand's light
21	Job decision clip	Delivering the story that PIO's job will be determined by the participants' activities (available after 7th session)
22	Dancing PIO	Pressing the direction button according to PIO's moving
23	Clapping with music	Clapping along with PIO's clapping to the music
24	Portrait drawing	Coloring PIO's portrait and giving it as a gift to PIO
25	Shopping	Choosing and buying what PIO is talking about
26	Recalling locations	Remembering where PIO is hidden among the boxes
27	Putting scenes in order	Putting the scenes in order of occurrence
28	Matching the shapes	Unifying various shapes of snacks on the plate according to the shape of the snacks presented in the example
29	Farewell clip	Delivering the story of saying goodbye to PIO
30	Farewell	Saying goodbye after looking back on participating "laughter-PIO"
31	Sharing feelings	Answering PIO's question while PIO imitates the answer and expressing feelings about participating in "laughter-PIO"
32	Job decision	Announcing the final score and the PIO's job accordingly
33	Supplementary activities	Assisting participants who finished their activities or want to add more activities depending on the situation

반영하는 J6 단어 목록 회상 검사와 J8 구성 회상 검사 결과는 통계적으로 유의하지는 않으나 개선되는 경향을 보였다.

경증 치매 노인을 대상으로 '웃음꽃-피오' 프로그램을 적용한 결과 GDS-K가 통계적으로 유의하게 개선되어 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 치매 노인의 정서에 긍정적인 영향을 준다는 사실을 확인할 수 있었다. 한편 S-IADL과 SMCQ 결과는 통계적으로 유의하지는 않으나 개선되는 경향을 보였으며, RSE는 변화가 없었다. 이 결과는 앵무새 형 로봇 '피오'를 이용한 인지 중재 프로그램이 인지 기능뿐만 아니라 치

매 환자의 정서 상태를 개선하는 데 효과적임을 뒷받침한다.

최근 몇 년 사이, 기존의 전산화 인지 재활 프로그램의 단점을 극복하고 장점을 이어 나가고자 하는 과정에서, 로봇이라는 물리적 실체를 이용하여 다양한 인지 중재 로봇들이 개발되어 치매 환자들을 대상으로 하는 인지 기능 효과를 증진하는 연구들이 활발하게 전개되었다. Kim과 Rhee<sup>11)</sup>는 실벗, 메로 로봇을 이용한 인지 중재와 전통적인 인지 중재를 비교하는 무작위 배정 연구를 하였는데, 로봇 매개 인지 중재와 전통적인 인지 중재 모두 참가자의 인지 기능을 향상시

**Table 2.** Contents in each session of robot-mediated cognitive intervention program

Session	Contents
1	Greetings
	Program introduction
	Shake the egg
	Shake it together
	Baby PIO is born
2	Greetings
	Program introduction
	Coloring baby PIO
	Feeding baby PIO
3	Putting baby PIO to sleep
	Greetings
	Program introduction
	Teaching baby PIO to talk
	Catching caterpillars
4	Looking for the word
	Farewells
	Greetings
	Program introduction
	Catching caterpillars
5	Coloring practice
	Cloth coloring
	Farewell
	Greetings
	Program introduction
	Exercise demonstration
	Make PIO exercise
6	Exercise with PIO
	Catching giant caterpillars
	Farewell
	Greetings
	Program introduction
7	Teaching colors
	Coloring caterpillars
	Catching colored caterpillars
	Farewell
	Greetings
8	Program introduction
	Exercise
	Dancing PIO
	Catching caterpillars
	Farewell
	Greetings
	Program introduction
9	Exercise
	Clapping with music
	Catching giant caterpillars
	Farewell
	Greetings

**Table 2.** Contents in each session of robot-mediated cognitive intervention program (continued)

Session	Contents
9	Greetings
	Program introduction
	Exercise
	Portrait drawing
	Shopping
10	Farewell
	Greetings
	Program introduction
	Exercise
11	Recalling locations
	Catching colored caterpillars
	Farewell
	Greetings
	Program introduction
12	Exercise
	Putting scenes in order
	Matching the shapes
	Farewell
11	Greetings
	Program introduction
	Exercise
	Putting scenes in order
	Matching the shapes
12	Farewell
	Greetings
	Farewell clip
	Clapping with music
	Exercise
11	Sharing feelings
	Job decision
	Farewell

키고 두뇌 피질이 덜 얇아지게 하였다. 또한 로봇 매개 인지 증재는 전통적인 인지 증재와 비교해 참가자의 두뇌 피질 두께에 더 긍정적인 영향을 보였다. 네오피아사의 네오봇은 경도인지장애 노인을 대상으로 한 로봇 콘텐츠에 활용되어 참가자의 인지기능을 효과적으로 증진하였다.<sup>13)</sup> 하지만 이러한 인지 증재 프로그램에 사용되는 로봇은 가격이 비싸며, 다수의 참가자가 한 대의 로봇을 사용하는 것이 실정이다. 이에 따라 프로그램 참가자 각각에 대한 맞춤 인지 프로그램이 제공되기 어려우며, 몰입도도 감소할 수 있다. 또한 로봇과의 교감이 부족하여, 참가자들에게 효과적인 정서 지원이 어렵다.

한편 ㈜와이닷츠의 앵무새 형 로봇 '피오'의 정서적 지지와 상호작용 기능이 융화된 전산화 인지 증재 프로그램 '웃음꽃-피오'는 기존 인지 증재 로봇의 장점을 활용하고 그 문제점을 보완하여 효과적으로 인지 훈련을 치매 환자에게 제공하기 위해 개발되었다. 본 연구에서 로봇 매개 인지 증재 프로그램 '웃음꽃-피오'가 참여한 환자의 정서 상태를 개선하는 효과를 확인 할 수 있었는데, 이는 물개 형 로봇 '파로'를 비롯하여 동물형 로봇 또는 동물을 활용한 프로그램은 치매



**Fig. 3.** Sample tablet-displayed pages of various contents. Reproduced from Why Dot Inc. (<https://www.whydots.com/robot-pio1>), with permission of Why Dot Inc.<sup>14)</sup>

**Table 3.** Demographic and clinical characteristics of participants

Characteristics	participants (n = 27)
Age (yr)	77.1 ± 6.6
Sex, M:F	11:16
Education (yr)	6.4 ± 4.5
CDR	0.69 ± 0.25
CDR-SB	4.30 ± 2.21

Data are presented as mean ± standard deviation. M, male; F, female; CDR, Clinical Dementia Rating; CDR-SB, CDR Sum of Boxes

환자의 정서를 개선하는 데 효과적이기 때문이라고 생각된다.<sup>24)25)</sup> 더 나아가 로봇 매개 인지 중재 프로그램 ‘웃음꽃-피오’는 2인 1조 또는 1인 1조로 로봇과 상호작용하며, 알을 부화하는 데서부터 시작하여 아기새를 키우고 성장한 앵무새 로봇 ‘피오’를 가르치고 기르는 활동으로 구성되어 있다. 이러한 성장 이야기 속에서 참가자가 로봇과 애착 관계를 형성할 수 있도록 설계된 점도 치매 환자의 효과적인 정서 상태 개선에 관여하였다고 생각한다. 음악 활동과 미술 활동은 치매 환자들의 인지와 정서에 긍정적인 영향을 미치기 때문에, ‘웃음꽃-피오’ 프로그램이 음악, 미술, 운동, 인지, 언어 영역의 활동으로 구성되어 통합적인 인지 및 정서 자극에 효과가 있게 설계되어 있다는 점은 본 연구에서 밝힌 프로그램 수행 후 인지 및 정서 상태 개선 결과에 기여하였다고 생각된다.

로봇 ‘피오’를 이용한 인지 중재 프로그램은 중합인지/지남력을 증진시켰으며, 특히 주의집중/작업기억 능력이 향상된 것은 ‘애벌레 잡기’ 등 주의집중/작업기억 훈련을 하는 콘텐츠가 전체 회기의 약 60%에 걸쳐 제공된 결과로 보인다. 언어 재인 능력, 이름 대기 능력이 개선된 것은 ‘말 가르치기’, ‘단어 찾기’, ‘장보기’ 등의 사물을 인식하고 사물의 이름을 활용하는 콘텐츠가 제공된 것과 연관성을 찾을 수 있다. 또한 기존 인지 중재를 목적으로 하는 로봇(실버, 메로 등)과 같이 ‘웃음꽃-피오’ 프로그램도 사용자의 인지 능력에 맞는 프로

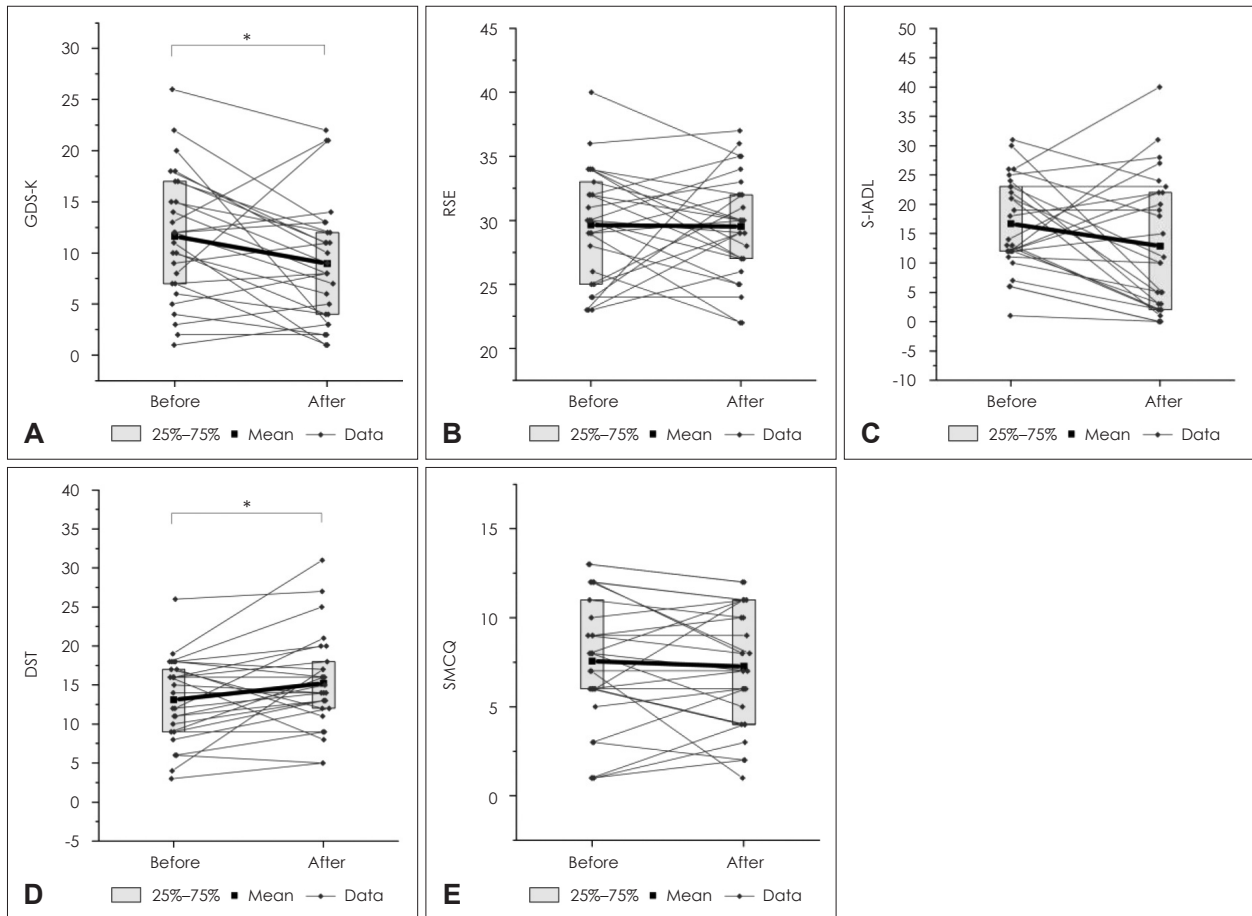
**Table 4.** Changes in depressive mood, self-esteem, Instrumental Activities of Daily Living, Digit Span Test score, subjective memory loss, and cognitive performance (CERAD-K) before and after robot-mediated cognitive intervention

	Before	After	p-value
GDS-K*	11.6 ± 6.3	9.0 ± 6.0	0.03
RSE	29.6 ± 4.4	29.5 ± 4.1	0.56
S-IADL	16.7 ± 7.9	12.9 ± 11.4	0.07
DST*	13.1 ± 5.4	15.2 ± 6.1	0.049
SMCQ	7.6 ± 3.7	7.3 ± 3.3	0.77
CERAD-K			
J1, verbal fluency	8.7 ± 3.5	8.7 ± 3.9	0.57
J2, Boston naming test*	7.6 ± 3.3	8.3 ± 3.5	0.01
J3, Mini-Mental State*	20.1 ± 4.5	20.7 ± 5.1	0.03
J4, word list memory	11.0 ± 5.7	11.8 ± 5.9	0.14
J5, constructional praxis	8.2 ± 2.7	8.7 ± 2.3	0.14
J6, word list recall	2.4 ± 2.5	2.4 ± 2.6	0.89
J7, word list recognition*	5.9 ± 3.1	6.5 ± 3.1	0.01
J8, constructional praxis recall	2.4 ± 2.7	2.6 ± 3.0	0.56

Data are presented as mean ± standard deviation. \*p < 0.05. GDS-K, Geriatric Depression Scale-Korean; RSE, Rosenberg Self-esteem Scale; S-IADL, Seoul-Instrumental Activities of Daily Living; DST, Digit Span Test; SMCQ, Subjective Memory Complaints Questionnaire; CERAD-K, Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer’s Disease Assessment Packet; J1–J8, scores of CERAD battery subtests

그램을 자동으로 제공하고 즉각적인 결과 제공이 가능하다는 점은 효과적인 인지 기능 증진에 기여하였을 것이다.

환자들의 일상생활 능력 변화에 대해 연구 대상자 수가 적어 통계적으로 유의한 결과를 얻지 못하였으나, 개선되는 경향을 볼 수 있었는데, 치매 환자의 인지 기능과 정서 기능이 개선되면 일상생활능력 또한 개선된다는 기존 연구<sup>6)26)</sup>와 마찬가지로 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 치매 환자의 인지 기능과 정서 상태를 개선함에 따라 발생한 경향이라고 해석된다. 향후 연구에서 대상자 수 및 치료 기간의 증가를 통해 로봇 매



**Fig. 4.** Changes in the depressive mood (A), self-esteem (B), instrumental activities of daily living (C), Digit Span Test score (D), and subjective memory loss before and after the robot-mediated cognitive intervention (E). Each data point and each line indicates an individual's measurement before and after the robot-mediated cognitive intervention. The bold point and line show the mean value and their change. The gray box indicates a 25% to 75% range of measurements. \* $p < 0.05$ . GDS-K, Geriatric Depression Scale-Korean; RSE, Rosenberg Self-esteem Scale; S-IADL, Seoul-Instrumental Activities of Daily Living; DST, Digit Span Test; SMCQ, Subjective Memory Complaints Questionnaire.

개 인지 중재 프로그램이 치매 환자의 일상생활 능력에 미치는 영향을 추가로 검증하는 작업이 필요할 것으로 생각한다.

이번 연구는 로봇 매개 인지 중재 프로그램의 효과성 검증을 위한 예비연구로서 영무새 로봇 '피오'를 이용한 인지 중재 프로그램의 효과성 검증에 있어서 몇 가지 한계점을 갖고 있다.

첫째, 로봇 매개 인지 중재 프로그램 고유의 효과를 평가하기 위해서는 로봇 매개가 아닌 기존의 인지 중재 프로그램을 동일한 양과 빈도로 참여한 대조군과의 비교 연구가 필요하다. 본 연구에서 GDS의 변화와 같이 정서적인 부분에서 변화가 유의하였는데 이는 프로그램 고유의 효과뿐만 아니라, 환자의 치매안심센터 방문 및 프로그램 참여, 검사자 대면, 연구책임자 대면, 그리고 6주간 12회기의 프로그램 참여 자체로 인한 결과의 편향에 영향을 받을 수 있다. 본 연구에서는 로봇 매개 인지 중재 프로그램의 효과만 평가하였지만, 실제 다른 일상 생활을 통해 얻는 인지 활동 등을 통제하지 못

하는 한계가 있다. 따라서 효과성 검증 연구의 정확도를 개선하기 위해 로봇 매개 인지 중재 프로그램에 참여하는 환자와 기존의 치매안심센터에서 수행하던 인지 중재 프로그램에 참여하는 환자를 비교하는 연구가 필요할 것이다.

둘째, 로봇 매개 인지 중재 프로그램 효과성 검증의 신뢰도를 높이기 위해서, 더 많은 인원으로 무작위 비교 연구 진행이 필요하다. 특히 이번 연구는 치매안심센터에 등록된 환자들의 기존 데이터를 사용하였기 때문에 결과에 영향을 줄 수 있는 요인들이 통제되지 않았다. 또한 본 연구에서 36명 중 6주 프로그램을 완료한 27명의 결과를 분석하였기 때문에 이번 연구 결과를 일반화하기에 제한적일 수 있다. 인지 중재 특성 상 치료 의지가 있어야만 12회기 치료를 지속할 수 있으며, 또한 6주라는 한정적인 기간으로 인해 선택 편향을 유발할 수 있다.

셋째, 로봇 매개 인지 중재 프로그램의 궁극적인 목표는 지



속적인 인지 기능 유지 및 개선, 정서 지원, 일상생활 능력 보존이므로 인지 중재가 이루어지고 난 후 언제까지 그 효과가 유지되는지 장기적으로 연구해야 한다. 실제 치료 현장에서는 6주 이상의 지속적인 중재가 이루어진다는 점에서 더 긴 기간 동안 제공된 로봇 매개 인지 중재 프로그램의 효과성을 평가하는 연구가 진행되어야 한다. 무엇보다 더욱 장기적인 인지 중재를 제공하기 위해서는 현재 개발된 12회기 프로그램에 더 많은 콘텐츠와 회기가 추가되어야 한다. 아직 로봇은 12회기 프로그램으로만 개발되어 있으나 추후 더 많은 콘텐츠와 회기가 추가되면 지속적인 로봇 매개 인지 중재 프로그램의 효과를 확인할 수 있을 것이라 기대한다.

넷째, 주관적 인지 기능을 평가한 SMCQ에서 차이가 유의하지 않았는데, 이는 기억력에 대한 주관적인 평가 척도로 다른 인지 기능 영역에 대한 효과를 반영하지 못했을 수 있다. 추후 연구에서는 DST, CERAD-K뿐만 아니라 프로그램 전후 평가에 Mini-Mental State Examination, Alzheimer's Disease Assessment Scale-Cognitive subscale 등을 사용하면 인지기능과 관련하여 다른 결과를 얻을 가능성이 있다. 또한 다른 로봇 매개 인지 중재 프로그램 연구에서 자주 쓰이는 척도를 사용함으로써 프로그램의 효과성을 비교할 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고, 본 연구를 통해 앵무새 형 로봇 '피오'를 이용한 인지 중재 프로그램이 인지 기능뿐만 아니라 치매 환자의 정서 상태를 개선하는 데 효과적이며, 일상생활 능력 향상에도 긍정적인 영향을 미칠 가능성을 확인할 수 있었다.

## 결론

본 연구를 기반으로 더 많은 환자를 대상으로 로봇 '피오'의 효과검증이 이루어지고 기존의 전산화 인지재활 프로그램의 낮은 사용성의 문제와 인지 훈련 로봇의 정서 지지 부재를 해결하여 치매 환자에게 가장 효과적인 인지 중재 치료로서 '웃음꽃-피오' 로봇 매개 인지 중재 프로그램이 정립되어, 지역사회를 넘어서 가정에서까지 치매 환자가 로봇 '피오'를 활용하며 인지적, 정서적 지지를 받을 수 있을 것이라 기대한다.

**중심 단어:** 로봇; 인지중재프로그램; 인지; 정서; 치매.

### Acknowledgments

None

### Conflicts of interest

Jae Won Oh and Myeong Hun Hong are former employees of Why Dots Inc. All remaining authors have declared no conflicts of interest.

### Author Contributions

Conceptualization: Jae Won Oh, Jong Woo Kim. Data acquisition: all authors. Formal analysis: Jae Won Oh, Jong Woo Kim. Investigation: Myeong Hun Hong, Jae Won Oh, Jong Woo Kim. Methodology: Jae Won Oh, Jong Woo Kim. Visualization: Ji Hyun Lee, Jae Won Oh, Jong Woo Kim. Supervision: Jong Woo Kim, Won Sub Kang. Writing—original draft: Jae Won Oh, Ji Hyun Lee. Writing—review & editing: Jong Woo Kim, Jae Won Oh, Ji Hyun Lee, Won Sub Kang.

### ORCID iDs

Ji Hyun Lee	<a href="https://orcid.org/0009-0001-3231-1319">https://orcid.org/0009-0001-3231-1319</a>
Myeong Hun Hong	<a href="https://orcid.org/0009-0004-6486-8965">https://orcid.org/0009-0004-6486-8965</a>
Won Sub Kang	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0495-2861">https://orcid.org/0000-0003-0495-2861</a>
Jae Won Oh	<a href="https://orcid.org/0009-0005-7355-3970">https://orcid.org/0009-0005-7355-3970</a>
Jong Woo Kim	<a href="https://orcid.org/0000-0003-2739-8664">https://orcid.org/0000-0003-2739-8664</a>

### REFERENCES

- 1) **American Psychiatric Association.** Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed. Arlington, VA: American Psychiatric Association;2013.
- 2) **Wimo A, Jönsson L, Bond J, Prince M, Winblad B.** The worldwide economic impact of dementia 2010. *Alzheimers Dement* 2013;9:1-11.e3.
- 3) **Lee KJ, Lee SY.** A study on the factors influencing depression among elderly people with, and without, dementia. *J Korean Acad Funda Nurs* 2004;11:166-176.
- 4) **Ismail Z, Black SE, Camicioli R, Chertkow H, Herrmann N, Lafort R Jr, et al.** Recommendations of the 5th Canadian consensus conference on the diagnosis and treatment of dementia. *Alzheimers Dement* 2020;16:1182-1195.
- 5) **van Dyck CH, Swanson CJ, Aisen P, Bateman RJ, Chen C, Gee M, et al.** Lecanemab in early Alzheimer's disease. *N Engl J Med* 2023; 388:9-21.
- 6) **Han HJ, Son SJ, Ha J, Lee JH, Kim SA, Lee SY.** The effect of group musical therapy on depression and activities on daily living in patients with cognitive decline. *Dement Neurocogn Disord* 2014;13: 107-111.
- 7) **Ngandu T, Lehtisalo J, Solomon A, Levälahti E, Ahtiluoto S, Antikainen R, et al.** A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. *Lancet* 2015;385:2255-2263.
- 8) **Buschert V, Bokde AL, Hampel H.** Cognitive intervention in Alzheimer disease. *Nat Rev Neurol* 2010;6:508-517.
- 9) **Yoo JE.** Recent changes and challenges in national dementia policy in Korea. *Health Welfare Policy Forum* 2019;276:6-18.
- 10) **Lee YJ, Lee JH, Kim YJ, Yang NY, Park JH.** The effect of multimodal intervention on quality of life, depression, and cognitive function in elderly people with dementia: a pilot study. *Korean J Occup Ther* 2014;22:85-98.
- 11) **Kim SY, Rhee KM.** The effect of computer-based cognitive rehabilitation program on visual perception and ADL in children with intellectual disability. *J Rehabil Welfare Eng Assist Technol* 2015;9:105-113.
- 12) **Kim GH, Jeon S, Im K, Kwon H, Lee BH, Kim GY, et al.** Structural brain changes after traditional and robot-assisted multi-domain cognitive training in community-dwelling healthy elderly. *PLoS One* 2015;10:e0123251.
- 13) **Lee YH, Kim KM, Tran TT, Kim JW.** Development of robot contents to enhance cognitive ability for the elderly with mild cognitive impairment. *J Korea Robot Soc* 2016;11:41-50.

- 14) Whydots.com [homepage on the Internet]. Bucheon: Why Dots Inc. [cited 2023 Sep 7]. Available from: <https://www.whydots.com/robot-piol>.
- 15) Kim B, Kang YW. A comparison of the performances on the MMSE, HDS-R, and MoCA according to the CDR sum of boxes in amnesic mild cognitive impairment and vascular mild cognitive impairment. *Dement Neurocogn Disord* 2014;13:94-100.
- 16) O'Bryant SE, Waring SC, Cullum CM, Hall J, Lacritz L, Massman PJ, et al. Staging dementia using clinical dementia rating scale sum of boxes scores: a Texas Alzheimer's research consortium study. *Arch Neurol* 2008;65:1091-1095.
- 17) Bae JN, Cho MJ. Development of the Korean version of the geriatric depression scale and its short form among elderly psychiatric patients. *J Psychosom Res* 2004;57:297-305.
- 18) Lee J, Nam S, Lee MK, Lee JH, Lee SM. Rosenberg' self-esteem scale: analysis of item-level validity. *Korean J Couns Psychother* 2009;21:173-189.
- 19) Rosenberg M. Society and the adolescent self-image. Princeton, NJ: Princeton University Press;1965.
- 20) Ku HY, Kim JH, Kwon EJ, Kim SH, Lee HS, Ko HJ, et al. A study on the reliability and validity of Seoul-Instrumental Activity of Daily Living (S-IADL). *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2004;43:189-199.
- 21) Lee JH, Lee KU, Lee DY, Kim KW, Jhoo JH, Kim JH, et al. Development of the Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Assessment Packet (CERAD-K): clinical and neuropsychological assessment batteries. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2002;57:P47-P53.
- 22) Choi HJ, Lee DY, Seo EH, Jo MK, Sohn BK, Choe YM, et al. A normative study of the digit span in an educationally diverse elderly population. *Psychiatry Investig* 2014;11:39-43.
- 23) Youn JC, Kim KW, Lee DY, Jhoo JH, Lee SB, Park JH, et al. Development of the subjective memory complaints questionnaire. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2009;27:310-317.
- 24) Bemelmans R, Gelderblom GJ, Jonker P, de Witte L. Effectiveness of robot Paro in intramural psychogeriatric care: a multicenter quasi-experimental study. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16:946-950.
- 25) Park S, Bak A, Kim S, Nam Y, Kim HS, Yoo DH, et al. Animal-assisted and pet-robot interventions for ameliorating behavioral and psychological symptoms of dementia: a systematic review and meta-analysis. *Biomedicines* 2020;8:150.
- 26) Jung YH, Lee S, Kim WJ, Lee JH, Kim MJ, Han HJ. Effect of integrated cognitive intervention therapy in patients with mild to moderate Alzheimer's disease. *Dement Neurocogn Disord* 2020;19:86-95.