

컴퓨터 소프트웨어를 이용한 인지 훈련 방법의 연구 동향

이주현# · 오도영# · 구교인

울산대학교 전기공학부

Research Trend on Cognition Training Method using Computer Software

Juhyeon Lee[#], Doyeong Oh[#] and Kyo-in Koo

Department of Biomedical Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea

(Manuscript received 8 August 2014; revised 16 October 2014; accepted 3 November 2014)

Abstract: Mild cognitive impairment is status between healthy people and dementia patients. In order to prevent dementia or slow its progression, cognitive interventions could be effective. In this paper, review of the cognitive intervention with computer software was undertaken. Previous reports showed that the cognitive intervention with additional equipment could practical to the mild cognitive impairment.

Key words: Cognitive intervention with computer software, cognitive intervention, mild cognitive impairment

1. 서 론

현대 사회는 의로기술의 발달로 평균 수명이 늘어났지만, 양육비 증가와 여성의 사회적 진출 등으로 출산율은 감소하고 있다. 이로 인해 현대 인구는 점점 더 고령화돼 가고 있다. 그림 1에서 보여 지듯이, 우리나라 총인구 대비 연령 별 고령 인구 구성을 보면 65세 이상의 인구가 1960년 73만 명(2.9%)에서 지속적으로 증가하여 10명 중 1명 꼴인 것을 볼 수 있다. 2010년에는 545만 명(11%)이었으며, 2030년에는 1,269만 명(24.3%), 2060년 1,762만 명(40.1%)수준으로 증가하여, 10명 중 4명 꼴이 될 것으로 추정된다[1,2].

연령이 증가하면서 유기체에 나타나는 점진적인 변화를 노화라고 한다. 노화의 한 증상으로 신체기관의 활동력 저하, 기억력 장애, 학습 능력 감소 등과 같은 인지적 기능 장애가 있다.

이러한 인지 기능의 장애는 노인들의 독립적인 일상 생활 활동을 어렵게 한다.

여러 가지 인지 장애들이 있지만, Poon(1985)은 노인들이 호소하는 인지적인 문제 중 약 80%가 기억과 관련이 있다고 했을 정도로 기억 장애에 대한 문제가 심각하다[4]. 기억 장애의 대표적인 예로는 치매가 있다. 대부분의 치매 환자는 인지 기능이 서서히 저하되면서 치매로 발전을 하는데, 이때 치매와 정상의 중간 단계를 경도 인지 장애라고 부른다. 따라서 경도 인지 장애는 정상 노인에 비해서는 인지 기능이 저하되었지만 임상적으로는 치매의 기준에는 맞지 않는 상태를 말한다.

정상적인 사람이 치매를 앓게 되는 경우는 매년 1-2%의 비율로 미미하지만 경도 인지 장애를 가진 사람이 치매를 앓게 되는 경우는 10-15%로 높다[5,6]. 2008년 우리나라의 경도 인지 장애 유병률은 그림 2에서와 같이 24.1%로 65세 이상 전체 노인 인구의 약 1/4을 차지한다[3].

경도 인지 장애란 병적인 기억력 저하 상태를 말하며, 다음과 같은 증상을 보인다[7,8].

- 단순한 사실을 기억하는 것이 점점 어려워진다.
- 이전부터 잘 알고 있던 것들에 대해 기억하기 힘들어진다.
- 대화의 내용이나 기본적인 지시내용을 따라가지 못한다.

Corresponding Author : Kyo-in Koo
Department of Biomedical Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea
E-mail: kikoo@ulsan.ac.kr

[#]The authors contributed equally to this paper and should be regarded as equivalent authors.

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업(NRF-2014R1A1A1038335)입니다.

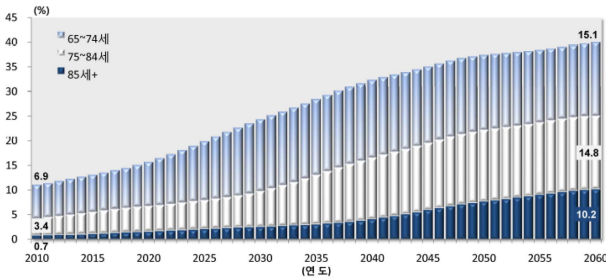


그림 1. 총 인구 대비 연령계층별 고령 인구 비[1,2].
Fig. 1. The rate of the elderly people population with respect to the total population [1,2].

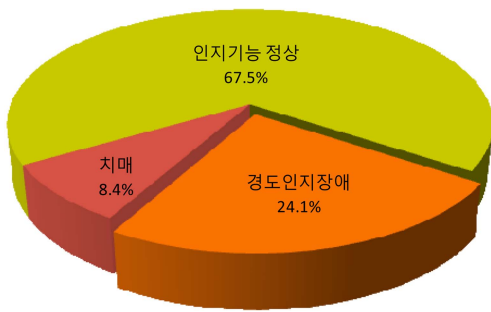


그림 2. 고령 인구 중 경도인지장애 비율[3].
Fig. 2. The rate of the people suffering from the mild cognitive impairment among the elderly people [3].

- 약속이나 예정된 일을 잊는다.
- 기억력 저하로 인해 심각한 금전적 손실이나 사회적 실수를 한다.
- 익숙한 장소인데도 길을 잃는다.
- “사고의 흐름”을 종종 놓친다.

위와 같은 증상들은 갑자기 나타나지 않고 시간이 지남에 따라 증상이 악화되어 나타난다. 많은 사람들이 이런 인지 증세와 더불어 2차적인 정서적 변화인 우울증, 불안, 초조 또는 냉담 등을 경험하게 된다[7,8].

치매를 선별하는데 사용하는 도구인 mini mental state examination(MMSE)는 1975년 Folstein이 개발하였으며 짧은 시간에 치매를 선별해내고 그 중증도를 확인할 수 있게 해준다. MMSE는 전문가가 아니더라도 적절한 훈련을 받은 검사자가 시행할 수 있어 사용이 용이하고, 경제적이고 휴대하기도 쉽다는 장점이 있다. 이러한 장점으로 전반적 인지기능의 간단한 측정 도구로 가장 널리 사용되는 도구 중 하나이다. 그러나 MMSE는 환자들의 세밀한 기억장애를 민감하게 탐지하지 못하는 경우가 많아 경도 인지 장애가 있는 환자를 정상으로 판단하기도 한다. 경도 인지 장애를 더 정확하게 선별하기 위해 개발된 도구로 Nasreddine 등(2005년)의 The Montreal Cognitive Assessment (MoCA)가 있다. MoCA는 단기기억, 시공간능력, 수행력,

집중-작업 기억, 언어, 지남력 등으로 구성되어 있으며 총 30점 만점에 22점 이하는 정도 인지 장애를 의미한다. 총 점은 MMSE와 같지만 경도 인지 장애를 민감하게 탐지할 수 있도록 훨씬 더 다양하고 어려운 검사들로 구성되어 있으며 MMSE 검사에 소요되는 시간보다 2~3배 정도 더 많이 소요 된다.

이러한 도구를 사용하는 것 외에도 magnetic resonance imaging(MRI) 촬영상 해마 위축 소견이 75%에서 보이는 경우, 뇌척수액이나 유전학적 검사를 거쳐 경도 인지 장애와 치매를 진단하기도 한다[2].

치매에 대한 효과적인 치료제가 발견되지 않은 현 상황에서, 경도 인지 장애를 선별하고 인지적인 훈련을 통하여 증상을 완화시키는 것이 치매로의 악화를 막는 하나의 방법으로 제시되고 있다.

본 논문에서는 치매 예방법의 하나로 경도 인지 장애를 겪는 환자를 대상으로 인지적인 훈련을 통하여 증상을 완화시키는 방법에 대하여 검토하여 보았다. 보다 구체적으로 의 공학적 관점에서 컴퓨터 소프트웨어를 이용한 인지 훈련 방법에 관한 사례들을 중심으로 검토하였다.

인지 훈련의 대표적인 방법인, 인지 운동(cognitive exercise)과 기억 전략(memory strategy)을 각각 소개하였다. 인지 능력을 고르게 활성화 하기 위해서 실행되고 있는 인지 운동과 인지능력 중 하나인 기억력을 집중적으로 활성화를 위한 기억전략 중 어떤 전략이 더 효과가 있는지, 컴퓨터 소프트웨어를 사용한, 각 훈련 법을 검토하였다.

II. 인지 운동(Cognitive exercise)

인지 운동 치료(cognitive exercise)의 기본 개념은 ‘운동 기능 회복을 병적 상태에서 학습이라 간주하고, 학습이 인지 과정의 발달을 근거로 하고 있는 것이라면 운동 치료도 또한 인지 과정의 발달을 근거로 해야 한다.’는 것이다. 인지 운동 기능 회복은 지각, 주의, 기억, 판단, 언어라고 하는 뇌의 인지과정 활성화에 밀접하게 관계 하고 있어 이러한 인지적 요소들의 기능적 작용 여부가 회복의 질을 결정하게 된다. 인지 운동의 목적은 환자에게 각종 자세나 동작 또는 행위나 신체 수행 자체를 구체적으로 가르치는 것이 아니라, 신체와 환경과의 상호작용으로서의 운동 순서의 공간적, 시간적, 강도적인 요인을 조직화 하는 능력을 최대한으로 발전 시키는 것이다[9].

이러한 인지 운동은 주로 컴퓨터 기반의 프로그램을 사용하는 방법을 사용한다. 컴퓨터를 이용한 신경인지기능 프로그램은 여러 연구자들에 의해 효과 검증이 이루어 지고 있으며 세부적인 실험 방식은 프로그램 마다 모두 다르지만 뇌의 인지과정 활성화 과정에 초점을 맞추어 주의, 집중, 실

행기술, 지각 운동 기술, 게임과 같은 프로그램을 통해 문제 해결 능력을 향상시키도록 구성되어 있다.

컴퓨터 프로그램을 기반으로 한 인지 운동의 장점은 치료의 유연성과 수준 조절과 더불어 치료시간의 단축, 수행 능력의 객관적인 측정, 환자에게 즉각적인 피드백을 줄 수 있다는 것이다. 뿐만 아니라, 또한 환자의 필요와 수준에 따라 선택할 수 있고 난이도를 조절 할 수 도 있다.

최근 인지 장애에 대한 치료로 컴퓨터를 이용한 인지치료가 활성화 되고 있다. 컴퓨터를 이용한 인지 치료는 1986년에 Glisky 등에 의한 기억력 훈련을 기점으로 널리 사용하게 되었다[10]. 소프트웨어 기술은 점차적으로 자동 약 복용 같은 기억력에 도움을 받아야 하는 환자나 치매가 있는 환자의 가족, 그리고 그와 관련된 문제를 지원해 줌으로써 발전해 나가고 있다.

Cipriani 등은 2006년에 알츠하이머, 경도 인지 장애(mild cognitive impairment, MCI), 다계통위축(multiple system atrophy, MSA) 등을 가진 환자들에게 컴퓨터 기반 인지훈련을 실시하였다[11]. 연구 대상은 10명의 알츠하이머 환자와 경도 인지 장애 환자 그리고 3명의 다계통위축을 가진 환자로 Neuropsychological training(NPT) 소프트웨어를 사용하여 총 2개의 프로그램에 참가하도록 하였다. 하나의 프로그램은 각 13~45분으로 구성 되어있으며 일주일에 4일 동안 총 4주를 진행하였다. 또한 첫 프로그램과 두 번째 프로그램을 실시할 때는 6±2 주의 간격을 두고 실시하였다. 연구 결과를 비교 하기 위해 치매진단점수인 MMSE를 가지고 테스트 하였다. MMSE 테스트에는 음소(phonemic), 의미(semantic), 언어 유창성(verbal fluency), 시각 탐색(visual search), 트레일 메이킹 테스트(trail making test part A and B), 숫자 부호(digit symbol), 일상적 기억(Rivermead behavioral memory) 테스트가 포함 되어있으며 각 항목별 점수를 비교하였다.

그 결과 알츠하이머 그룹은 음성과 실행 기능에서 매우 향상된 점수를 보였으나 나머지 두 그룹은 점수 변화가 거의 나타나지 않았다. 특히 다계통위축 그룹에서는 어떠한 향상도 나타나지 않았지만 경도 인지 장애 그룹에서는 행동 기억에서 약간의 향상을 보였다. 이를 통해 환자의 병명에 따라 인지 과정에 컴퓨터 기반 인지 훈련이 각기 다른 영향을 미친 것을 확인 할 수 있었다.

Talassi 등은 2007년에 경도 인지 장애와 경도 치매가 있는 환자들에게 컴퓨터 기반의 인지 훈련의 효과와 비인지 재활 프로그램의 효과를 비교하였다[12]. 인지 재활 프로그램에는 training neuropsicologico(TNP) software(Tonetta, 1995, 1998[13,14])를 사용한 computerized cognitive training(CCT), 기본 일상 생활 운동을 반복시키는 작업 치료(occupational therapy, OT), 대화와 행동 치료를 사용

하여 기분 증상(mood symptoms)을 치료하는 행동 훈련(behavioral training, BT) 등으로 구성되어있다.

경도 인지 장애 환자는 총 37명으로 실험그룹 30명, 비교그룹 7명으로 구성되어있으며, 경도 치매 그룹은 총 29명으로 실험 그룹 24명, 비교그룹 5명으로 이루어져있다. 연구 기간은 2005년 1월부터 2006년 5월까지 1년이 넘는 시간 동안 진행하였다.

이 연구에서도 MMSE 테스트를 사용하여 연구 결과를 비교 하였는데 MMSE 테스트의 항목으로는 1) 앞 뒤 숫자 외우기(forward and backward digit span), 2) 음성(phonemic), 3) 의미가 있는 언어 유창성(semantic verbal fluency), 4) 일상적 기억(Rivermead behavioral memory) 테스트, 5) 시각 탐색(visual search), 6) 숫자 부호(digit symbol), 7) Rey 복합 도형 검사(Rey complex figure copy and recall), 8) 시계 그리기 테스트, 9) 30개 문항의 노인 우울 검사(geriatric depression scale)를 포함한 행동 평가, 10) 상태 불안 척도(state-trait anxiety inventory), 11) 신경행동정신검사(neuropsychiatric inventory) 등이 있다.

연구 결과, 경도 인지 장애 그룹은 Rey 복합 도형 검사 항목에서 점수가 향상되었고 우울과 걱정은 감소 하였다. 경도 치매 그룹은 전반적인 인지 상태(global cognitive status)의 항목에서 향상되었고 우울과 걱정 또한 감소되었다. 반면에 경도 인지 장애 그룹의 비교 그룹은 이전의 상태와 비교하였을 때 통계적으로 차이가 없는 결과를 보여 훈련의 효과가 없는 것으로 나타났고, 경도 치매 그룹의 비교 그룹은, 의미가 있는 언어 유창성(semantic verbal fluency)에서만 향상됨을 보였다. 따라서 이 연구를 통해 인지 재활 프로그램이 효과적인 것을 알 수 있다.

Rozzini 등은 2007년에 콜린에스트라아제 억제제를 복용하면서 neuropsychological training software(TNP) (Sinforinanzi, 2004[15])를 이용한 훈련을 실시하는 경도 인지 장애 환자와 콜린에스트라아제 억제제만을 사용한 경도 인지 장애 환자를 비교함으로써 TNP의 효과에 대해 평가하였다[16].

경도 인지 장애를 가진 63~78세의 남, 여를 대상으로 15명의 실험 그룹(약물 복용 + TNP), 22명의 비교 그룹(약물만 복용), 22명의 대조 그룹(약물 복용과 치료 아무 것도 받지 않음)을 설정하여 실험 하였다.

실험 방법으로는 multidimensional software(TNP)를 사용 하였으며 이 소프트웨어는 기억, 집중, 언어, 추상화 추론(abstract reasoning), 공감각 능력을 시뮬레이션 하여 평가할 수 있도록 구성되어 있다. 실험 기간은 4주 동안 5일에 1시간씩 진행하였다.

그 결과 아무런 치료도 받지 않은 그룹의 사람들은 1년 후에도 상태가 유지 되었고, 약물치료만을 받은 그룹의 사

람들은 우울 증상(depressive symptoms)에서 개선을 보였다. 반면에 TNP와 약물치료를 함께 받은 그룹의 참가자들은 기억이나 추상화 추론, 행동 장애 등의 영역에서 향상을 보였다. 결론적으로, 장기적으로 TNP와 약물치료를 함께 받는 것이 인지나 정서적인 면에서 추가적으로 더 유익할 수 있다.

III. 기억 전략(Memory strategy)

기억은 과거에 경험한 내용들을 두뇌 속에 저장했다가 필요한 때에 재생하여 현재 경험에 영향을 주는 과정이다. 기억을 보다 쉽게 하기 위해 의도적으로 수행하는 모든 의식적 활동을 기억 전략(Memory strategy)이라 한다[17,18].

기억 전략으로는 크게 내적 기억술과 외적 기억술로 나눌 수 있다. 내적 기억술에는 시연, 조직화, 정교화, 핵심 단어법 등이 포함되며, 외적 기억술에는 시장 목록, 달력에 약속 표시, 시계와 타이머 정보음, 메모 등의 방법이 있다[18,19].

1. 시연

시연이란 정보를 원래 형태 그대로 소리 내어 읽거나 눈으로 여러 번 반복하여 보는 방법이다. 반복적으로 계속 정보를 기억해 내는 방법으로 단기 기억에서 장기기억으로 전이 시키기 위한 대표적인 방법이라고 볼 수 있다.

2. 조직화

조직화는 정보를 의미적으로 관련되고 일관성 있는 단위로 묶는 방법이다. 대표적인 조직화의 방법으로는 범주화가 있다. 범주화란 정보를 기억하기 쉬운 형태로 구성하는 조직화 전략으로 기억 대상들 간의 공통적 속성을 확인하여 보다 상위 수준으로 묶는 역할을 한다. 범주화를 통해서 각각의 정보들이 어떻게 서로 관련이 있는지, 어떠한 방식으로 나누어 졌는지 이해 하여 그 정보의 의미를 더욱 쉽게 파악 할 수 있게 해준다.

3. 정교화

정교화(elaboration)란 새로운 정보를 기존의 지식과 연결하거나 정보에 의미를 부가하는 것인데, 새로운 정보를 이해하기 위해 자신이 가지고 있는 도식(schema)을 사용하고 기존의 지식을 끌어들인다. 즉, 단기기억에 있는 새로운 정보를 이미 장기기억에 저장되어 있는 지식과 관련시키는 것이다.

4. 핵심 단어법

핵심 단어법은 매개 단어법이라고도 불리어진다. 이 방법은 핵심 어휘와 어떤 심상을 목표단어에 결합시켜 오랫동안 기억할 수 있게 도와준다. 핵심 단어법의 절차는 크게 재구

조화, 관련시키기, 생각해 내기의 3단계를 요구한다. 단어들 사이에 있는 형식 연결 및 의미 연결들을 만드는 일은 기계적 학습보다 훨씬 쉽고 효과가 강할 거라고 Kelly의 주장을 근거로 하고 있다[20].

2006년에 Belleville 등은 경도 인지 장애를 가진 환자들에게 인지적 훈련을 적용 시켰을 경우 일화적 기억(episodic memory)의 능력의 변화를 알아보고자 하였다[21]. 총 28명이 참여하였으며, 평균 나이 62.33세, 치매 정도(MMSE)가 28.9인 경도 인지 장애 환자 20명의 시험군과 평균 나이 69.38세인 경도 인지 장애 환자 8명의 대조군으로 실험을 진행하였다.

대상자들을 4-5명으로 그룹을 지어 프로그램에 참여를 하게 하였다. 실험은 8개의 단계로 나누어 2시간씩 각 단계를 진행하여 총 8주간 진행이 되었다. 1 단계는 지도자가 프로그램에 대한 전반적인 설명을 한 후에 2, 3 단계에서 컴퓨터 보조 프로그램을 이용하여 시각적 검출 과제(visual detection task)와 계산 과제(arithmetic task)를 수행한다. 4-7 단계는 기억 능력을 향상하기 위하여 상상(imagery), 장소법(method of loci), 얼굴-이름 연관짓기(face-name association), PQRST방법(preview, question, read, self-recitation, test, PQRST), 등의 방법들을 사용한다. 마지막 8 단계는 범주화, 정교화 등과 같은 방법을 통한 단어 조직화 훈련을 한다.

훈련 결과 평가는 일화적 기억력(episodic memory)의 세 가지 과제인 목록 기억하기(list recall), 얼굴-이름 연관짓기(face-name association), 문단 기억하기(text memory) 등을 이용하여 수행하였다. 얼굴-이름 연관짓기(face-name association)과 목록 기억하기(list recall) 평가에서는 효과 크기(effect size)가 각각 0.59, 0.65로 효과가 좋은 것을 볼 수 있었지만 문단 기억하기(text memory)의 경우 0.09로 효과가 낮은 것을 볼 수 있었다. 훈련을 하지 않은 대조군인 경우 세가지 평가 과제 모두 효과가 없었다. 위의 결과로 미루어 인지적 훈련을 통해 경도 인지 장애 장애 환자들이 일화적 기억력(episodic memory)을 향상 시키는데 도움을 받을 수 있다는 것을 확인하였다.

IV. 토론 및 전망

지금까지 살펴본 사례들을 목적, 훈련방식, 실험대상, 실험방법, 효과 등으로 나누어 표 1에 정리하였다. 기억 전략(memory strategy)의 경우 인지적 능력에 속하는 기억 부분에서 효과가 큰 것을 알 수 있었으며, 인지 운동(cognitive exercise)인 경우는 전반적인 인지적 능력이 효과를 보인다는 것을 알 수 있었다. 또한 인지적 능력뿐만 아니라 우울 증과 걱정과 같은 심적 부분에도 효과를 보인다는 것을 알

표 1. 경도 인지 장애 환자를 통한 인지훈련 실험 방법과 효과.

Table 1. The method and effectiveness of the cognitive intervention for the mild cognitive impairment.

저자 및 연도	목적	훈련 방식	시험 대상	훈련 방법	효과
Belleville, <i>et al.</i> , 2006[21]	인지 장애를 가진 환자들에게 인지 지각 훈련을 통한 일화적 기억 (episodic memory) 능력의 변화 평가	기억 전략	총 28명 실험군: 20명 대조군: 8명	시각적 검출 과제, 계산 과제, 상상, 장소법, 얼굴-이름 연관짓기, PQRST방법, 범주화, 정교화	기억부분
Cipriani, <i>et al.</i> , 2006[11]	알츠하이머, 경도 인지 장애, 다계통 위축 등을 가진 환자들에게 컴퓨터 기반 인지 훈련을 실시한 결과 비교	인지 운동	총 23명 알츠하이머: 10명 경도 인지 장애: 10명 다계통 위축: 3명	NPT 프로그램	알츠하이머: 음성 생성과 실행기능에 서 향상 경도 인지 장애: 행동 기억
Talassi, <i>et al.</i> , 2007[12]	컴퓨터 기반 인지 훈련과 인지 훈련이 없는 재활 프로그램과의 비교를 통한 인지 훈련 효과 평가	인지 운동	경도 치매 위축(총 29명, 실험군: 24명, 대조군: 5명) 경도 인지 장애(총 37명, 실험군: 30명, 대조군: 7명)	인지 재활 프로그램 - CCT(TNP software) - OT(ADL) - BT(mood symptoms) 비인지 재활 프로그램 - Physical rehabilitation	경도 인지 장애: Rey copy, recall, 우울과 걱정 감소 다계통 위축: 진반적 인지 상태, 우울과 걱정 감소
Rozzini, <i>et al.</i> , 2007[16]	약물 복용과 인지 훈련을 함께 실시하여 TNP의 효과에 대해 평가	인지 운동	총 59명 TNP+약물복용: 15명 약물복용: 22명 치료 받지 않음: 22명	TNP software - Memory, attention, language, abstract reasoning and visuo-spatial	기억, 요약 추론, 행동장애, 우울 증상

수 있다.

기억 전략은 전반적인 인지적 능력을 향상하는데 제한이 있다. 반면에 다양한 인지적 영역을 자극하는 인지 운동 같은 경우는 뇌의 광범위한 영역을 자극하기 때문에 자극이 제거된 후에도 그 변화가 지속되는 뇌 가소성이 생긴다. 그렇기 때문에 기억 전략의 방법보다 인지 운동의 방법이 경도 인지 장애 환자들에게 더 효과가 더 큰 것을 볼 수 있다[22].

연구 사례를 통하여 인지 운동과 기억 전략의 임상 효과를 비교하고자 하였으나, 각 사례별로 경도 인지 장애에 대한 평가 방법이 상이하여, 직접적인 비교가 쉽지 않았다. 동일 평가 방법을 적용한 정교한 임상 시험 설계에 기반한 연구가 수행되어야 직접적인 비교가 가능할 것이다.

이러한 인지적 훈련을 통하여 정상인 사람들에게 인지 장애의 발생을 막아주는 1차 예방과 함께 인지적 장애 환자들에게 치매의 발병률을 줄여주는 2차 예방의 가능성을 볼 수 있었다.

경도 인지 장애에 대한 의공학적 접근에 대한 국내 사례들도 종합적으로 검토하고자 하였으나, 시각 장애, 청각 장애 등 중증 장애에 대한 접근 사례들[23-27] 외에는 경도 인지 장애에 대한 연구 사례를 찾기 힘들었다. 향후 국내 의공학 연구자들이 경도 인지 장애에 대해서 다양한 연구를 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

국내외를 막론하고, 컴퓨터 소프트웨어 뿐만 아니라 다양한 의공학적 보조 기기를 사용한 인지 훈련 방법의 사례에 대해 조사하고자 하였으나, 컴퓨터 소프트웨어를 외에는, 다른 의공학적 보조 기기를 사용한 연구 사례를 찾기 힘들었다. 이는 거꾸로, 휴대 전화나 웨어러블 기기 등의 기기들을 이용한 인지 훈련으로 연구를 진행할 여지가 있음을 시사한다.

Reference

- [1] Statistics Korea, Future Population Estimation: Year 2010 - 2060. Available: <http://kostat.go.kr>
- [2] C. Hong, "Consideration about Dementia and Mild Cognitive Impairment," The Korea Contents Association, vol. 10, pp. 6, 2012.
- [3] Ministry of Health & Welfare, "Dementia Rate Survey among Old People," 2008.
- [4] N. L. Bowles and L. W. Poon, "Aging and retrieval of words in semantic memory," J Gerontol, vol. 40, pp. 71-77, Jan 1985.
- [5] R. C. Petersen, R. Doody, A. Kurz, R. C. Mohs, J. C. Morris, P. V. Rabins, K. Ritchie, M. Rossor, L. Thal, and B. Winblad, "Current concepts in mild cognitive impairment," Arch Neurol, vol. 58, pp. 1985-1992, Dec 2001.
- [6] S. Larrieu, L. Letenneur, J. M. Orgogozo, C. Fabrigoule, H. Amieva, N. Le Carret, P. Barberger-Gateau, and J. F. Dartigues, "Incidence and outcome of mild cognitive impairment in a population-based prospective cohort," Neurology, vol. 59, pp. 1594-1599, Nov 26 2002.
- [7] A. s. D. E. a. R. C. (ADEAR), "Alzheimer's Disease Fact Sheet," 2010.
- [8] F. C. Alliance. (2012). Mild Cognitive Impairment, MCI - Korean. Available: https://caregiver.org/sites/caregiver.org/files/pdfs/FS_MCI_KOREAN_2012.pdf
- [9] M. Song, "A Literature Review on Cognitive Exercise Therapy," The Journal of Korean Society of Health Sciences, vol. 7, pp. 57, Dec 2010.
- [10] E. L. Glisky, D. L. Schacter, and E. Tulving, "Learning and retention of computer-related vocabulary in memory-impaired patients: method of vanishing cues," J Clin Exp Neuropsychol, vol. 8, pp. 292-312, Jun 1986.
- [11] G. Cipriani, A. Bianchetti, and M. Trabucchi, "Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment," Archives of Gerontology and Geriatrics, vol. 43, pp. 327-335, Nov-Dec 2006.
- [12] E. Talassi, M. Guerreschi, M. Feriani, V. Fedi, A. Bianchetti, and M. Trabucchi, "Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study," Arch Gerontol Geriatr, vol. 44 Suppl 1, pp. 391-399, 2007.
- [13] M. Tonetta, "Il TNP: un software che opera in ambiente windows," presented at the Atti del 4° Convegno Nazionale Informatica, Didattica, Disabilità, Napoli, 1995.
- [14] M. Tonetta. (1998) Riabilitazione Neuropsicologica e TNP. Newmagazine Edizioni Trento.
- [15] E. Sinforiani, L. Banchieri, C. Zucchella, C. Pacchetti, and G. Sandrini, "Cognitive rehabilitation in Parkinson's disease," Arch Gerontol Geriatr Suppl, pp. 387-391, 2004.
- [16] L. Rozzini, D. Costardi, B. V. Chilovi, S. Franzoni, M. Trabucchi, and A. Padovani, "Efficacy of cognitive rehabilitation in patients with mild cognitive impairment treated with cholinesterase inhibitors," International Journal of Geriatric Psychiatry, vol. 22, pp. 356-360, Apr 2007.
- [17] G. Choi, Children Psychology. Seoul: Minumsa, 1985.
- [18] H. S. Min, "The Effects of Metamemory Enhancing Program on Memory Performances in Elderly Women," The Korean Journal of Rehabilitation Nursing, vol. 5, pp. 205-216, 2002.
- [19] F. S. Bellezza, "Mnemonic Devices: Classification, Characteristics, and Criteria," Review of Educational Research, vol. 51, pp. 247-275, 1981.
- [20] P. Kelly, "Solving the Vocabulary Retention Problem," ITL Review of Applied Linguistics, vol. 74, pp. 1-16, 1986.
- [21] S. Belleville, B. Gilbert, F. Fontaine, L. Gagnon, E. Menard, and S. Gauthier, "Improvement of episodic memory in persons with mild cognitive impairment and healthy older adults: Evidence from a cognitive intervention program," Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, vol. 22, pp. 486-499, 2006.
- [22] N. J. Gates, P. S. Sachdev, M. A. Fiatarone Singh, and M. Valenzuela, "Cognitive and memory training in adults at risk of dementia: a systematic review," BMC Geriatr, vol. 11, p. 55, 2011.
- [23] C.-G. Kim. and B.-S. Song, "Object Search Using Synchronous Ultrasonic Wave Emission for the Blind Guide system" Journal of Biomedical Engineering Research, vol. 29, pp. 384-391, 2008.10. 2008.
- [24] S.-H. Rho, W.-C. Park, H.-C. Shin, S.-H. Kim, Y.-K. Kim, K.-N. Kim, and D.-K. Jung, "Spatial and Directional Sensa-

- tion Prosthesis for the Blind” Journal of Biomedical Engineering Research, vol. 25, pp. 145-150, 2004.
- [25] E. J. Hwang and H. K. Min, “The Implementation of an Assistive Communication System the Mute and Language Disorder” Journal of Biomedical Engineering Research, vol. 20, pp. 621-627, 1999.
- [26] S.-H. Park, D.-J. Kim, M.-K. Lee, and J.-H. Song, “Development of Integrated Speech Training Aids for Hearing Impaired” Journal of Biomedical Engineering Research, vol. 13, pp. 275-284, 1992.
- [27] H. O. Kim, H. G. Min, and W. Hug, “Tactile Type Hangul Identification System the Blind(1),” Journal of Biomedical Engineering Research, vol. 12, pp. 107-112, 1991.
- [26] S.-H. Park, D.-J. Kim, M.-K. Lee, and J.-H. Song, “Develop-