

가상현실 인지재활 프로그램이 경도인지장애 환자의 인지능력과 일상생활동작에 미치는 영향

강혁준 · 김상률 · 김정현 · 송대현 · 양지은 · 추미란 · 이현민[†]
호남대학교 물리치료학과

Effect of the Virtual Reality Cognitive Rehabilitation Program on Cognition Ability and Activities of Daily Living in Patients with Mild Cognitive Impairment

Hyeok-Jun Kang · Sang-Ryul Kim · Jeong-Heon Kim · Dae-Heon Song · Ji-Eun Yang · Mi-Ran Chu · Hyun-Min Lee PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Honam University

Received: October 21, 2020 / Revised: October 26, 2020 / Accepted: November 10, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study investigated the effect of a head-mounted display (HMD) based virtual reality (VR) cognitive rehabilitation program on the cognitive ability and activities of daily living in patients with mild cognitive impairment.

METHODS: This study enrolled 5 mild cognitive impairment patients at the G welfare center in Gwangju metropolitan city. Patients were examined using the MMSE-DS (Mini mental state examination-dementia screening). The VR cognitive rehabilitation program was applied twice a week for four weeks. The functional independence measure (FIM) and Loewenstein occupational therapy cognitive assessment-geriatric population (LOTCA-G) were compared before and after applying the VR cognitive rehabilitation

program.

RESULTS: Subsequent of application of the VR cognitive rehabilitation program, significant increase was observed in the LOTCA-G score. The FIM score was also perceived to increase, after the intervention, but was not statistically significant.

CONCLUSION: Application of the VR cognitive rehabilitation program as a therapy is effective in improving the visual perception, and upper extremity executive ability, especially orientation, thinking organization, attention, and concentration.

Key Words: Cognition, Executive Function, Upper Extremity, Virtual Reality, Visual Perception

I. 서 론

우리나라는 이미 고령사회(Aged society)에 진입했으며, 65세 이상 노인의 치매 유병률이 2015년 9.8%, 2050년에는 노인인구의 15%가 될 것으로 추정되고 있다[1]. 또한 노인의 90.9%가 한가지 이상의 만성질환을 가지고 있어 노인의 건강관리를 위한 체계적 대책 마련

[†]Corresponding Author : Hyun-min Lee

leehm@honam.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0001-8001-5066>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이 절실하다. 현대사회로 접어들면서 고령인구의 증가와 더불어 다양한 뇌질환의 증가로 인해 인지기능장애에 대한 이해와 인지재활의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

인지(Cognition)란, 지식(Knowledge)을 저장하거나 만들고 조작하는 전과정을 이르는 말이다[2]. 인지기능장애가 생기는 치매 환자들의 경우, 감각적 자극에 대해 집중력이 낮아지고 지각에 어려움을 보이며, 각 자극들을 추론하거나, 정보의 순서를 순차화 하는데 어려움을 보인다[3]. 인지재활치료는 재활을 목표로 설정한 인지기능에 체계적으로 개입하여 정보처리를 방해하는 인지장애를 호전시키는 것이다[4]. 인지치료에 사용하는 중재방법은 다양하다. 임상에서는 일반적으로 인지 또는 학습훈련(Cognitive or academic exercise), 보상 기법훈련, 외부보조장비(External aids)의 사용, 의사소통훈련, 정신행동치료, 약물치료, 작업치료, 물리치료, 유산소 운동 등과 같은 중재 기법을 주로 사용하고 있으며 그 외에도 미술치료, 음악치료, 영양요법, 영성(Spirituality) 치료와 같은 다양한 대체요법 등이 있다[5].

인지기능이 저하된 노인은 기억력, 집중력, 언어능력, 시공간지각능력, 실행능력 등의 기능저하로 전반적인 일상생활수행능력의 감소를 경험한다[6]. 일상생활 활동의 수행 및 작업을 위해 가장 중요한 신체 기능은 상지 및 손 기능이다[7]. Scherder 등[8]은 경도인지장애 환자와 정상 노인을 대상으로 걷기 훈련을 적용한 실험군과 동일하게 손/얼굴 훈련을 적용군에서도 신체기능 및 실행능력(Executive function)과 같은 인지 기능의 향상을 보고하였다. Kim [9]은 노인과 경도인지장애 환자에게 인지통합프로그램을 적용한 후 뇌파 변화의 확인, 일상생활활동 및 사회적 기술의 증진을 보고하였다. 이는 인지기능 저하에 따른 인지훈련과 신체훈련을 통하여 인지기능을 향상시킬 수 있고 더불어 일상생활활동 수행도 향상시킬 수 있음을 시사한다.

가상현실(Virtual reality)은 현재 외과적 수술, 인지 및 지각훈련, 원격의료, 해부학교육, 정신의학 등 의료 분야에 널리 사용하며, 최근에는 재활분야 평가와 중재 기법으로 사용하고 있다[10]. 가상현실 시스템은 사용자가 현실에서 직면할 수 있거나 실제로 경험할 수 없는

상황을 안전하게 경험할 수 있는 기회를 제공하는 장점을 가지고 있다[11]. 알츠하이머 환자를 대상으로 가상 현실 운동프로그램 적용이 환자의 인지기능과 우울 감소 등에 효과적이며[12], 이는 기존의 2D기반이 아닌 HMD (Head mounted display) 등의 도입으로 간편하게 다양한 환경을 제공하고 이를 통한 관절가동범위 증가 및 협응력에도 효과가 있는 것으로 보고되었다[13].

최근 국내에서도 뇌졸중 환자를 대상으로 가상현실 프로그램을 적용하여 상지기능[14], 균형능력과[15] 보행능력[16] 변화를 관찰하는 연구를 진행하고 있다. 기존 연구들은 가상현실 프로그램을 이용하여 뇌졸중과 같은 신경계 손상 환자들의 신체기능의 변화를 관찰하는 연구가 주류를 이루고 있어 가상현실 프로그램이 신체와 인지기능에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 가상현실 인지재활 프로그램을 경도인지장애 노인에게 적용하여 인지능력과 일상생활동작 수행의 변화를 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구대상은 광주광역시 소재 G보건소 치매지원센터에서 한국판 간이정신상태검사(Mini mental state examination-dementia screening; MMSE-DS) 검사를 이용하여 경도인지장애로 판별된 만 65세 이상 노인으로 연구에 참여 의사를 밝힌 일정 기준을 충족시키는 5명(남성 3명, 여성 2명)에게 적용하였다.

연구에 참가한 대상자의 기준 조건은 첫째, 상지에 정형외과적 질환이 없는 자. 둘째, 언어이해능력에 문제가 없어 의사소통이 가능한 자. 셋째, 연구목적의 설명을 듣고 참여에 동의한 자로 대상자를 선정하였다.

2. 실험방법 및 설계

5명의 경도인지장애 노인을 대상으로 매회 30분, 주 2회로 총 4주간 가상현실 인지재활 프로그램을 실시하였다. 본 연구의 참여자를 대상으로 중재전 한국판 간이정신상태검사(Mini mental state examination-dementia screening; MMSE-DS) 검사를 실시하였다. 또한 가상현



Fig. 1. Oculus system.



Fig. 2. Virtual reality cognitive rehabilitation program (TION) Intervention.

실 인지재활 프로그램 중재 전후 한국판 노인용 로웬스타인 작업치료 인지 평가(Loewenstein occupational therapy cognitive assessment-geriatric population; LOTCA-G), 기능적 독립성 측정도구(Functional independence measure; FIM)를 실시하였다.

본 연구에서 가상현실 인지재활 프로그램을 구동하기 위해 Oculus (Oculus Rift, Oculus VR, USA)를 사용하였다(Fig. 1). Oculus 시스템은 HMD, 컨트롤러 2개와 트래킹 센서로 구성된다. 가상현실 인지재활 프로그램

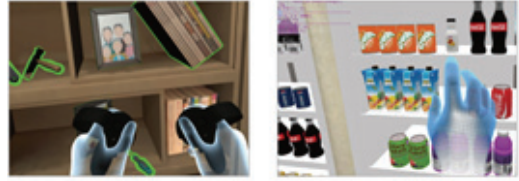


Fig. 3. Examples of cognitive rehabilitation tasks (Organize bookshelves and kitchen items).

인 TION(주휴먼아이티솔루션, Korea)은 뇌손상 및 치매환자를 대상으로 시지각, 지남력, 주의집중력, 상지의 협응력, 공간지각력 및 일상생활수행능력 등을 개선시키기 위한 프로그램이다. 연구대상자는 TION을 사용하여 가상현실 인지재활 프로그램을 실시하였다. Oculus 센서 앞에서 대상자는 의자에 앉아 컨트롤러를 착용하고 직접 손과 상지를 움직여서 가정에서의 일상 생활동작인 도어락 열기, 불 켜기(스위치, 줄 당기기), 주방 물건 옮기기, 책장 물건 정리, 화분에 물주기, 나뭇잎 떼기 등의 과제를 수행하였다(Fig. 3).

3. 평가도구

1) 한국판 간이정신상태검사(MMSE-DS)

MMSE-DS의 문항은 12문항으로 총 30점 만점으로 구성되어 있으며 획득 점수 중 24점 이상을 정상, 20~23점을 경도 장애, 19점 이하를 중증 장애로 분류하였으며, 검사자간 신뢰도는 .99, 구분점을 24/23으로 삼을 시 감수성은 94.3%, 특이성은 87.5%였다[17].

2) 한국판 노인용 로웬스타인 작업치료 인지 평가 (LOTCA-G)

인지기능을 세분화하여 파악할 수 있는 평가도구로 개발 초기에는 뇌손상 환자의 인지기능을 평가했으나, 점차적으로 정신과 환자나 노인 환자들에게 적용되고 있다[18]. 지남력, 시지각, 공간지각, 운동실행, 시각운동 조직력, 사고 조직력으로 총 6개 영역으로 구성된다. 검사자간 신뢰도는 26개의 하위검사가 .82~.97이다. 검사 도구에 대한 신뢰도는 지각력 항목이 $r = .85$ 이며, 총 검사 도구에 대한 신뢰도는 .89이다[19].

Table 1. General Characteristics of Subjects

MMSE-DS	Gender (Male / Female)	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
19.47 ± 1.14	3 / 2	78.45 ± 6.95	161.42 ± 8.11	61.45 ± 11.22

MMSE-DS: Mini mental state examination-dementia screening, Mean ± SD

Table 2. LOTCA-G

LOTCA-G	Pre Test	Post Test	Z
Orientation	9.60 ± 3.91	13.00 ± 2.24	-2.635*
Visual Perception	13.60 ± 2.51	14.80 ± 1.64	-.957
Spatial Perception	9.80 ± 3.49	9.80 ± 2.68	-.856
Praxis	9.40 ± 2.41	11.40 ± .89	-1.124
Visuomotor Organization	13.20 ± 2.78	17.80 ± 5.26	-1.876
Thinking Operations	3.80 ± 1.79	6.20 ± 1.64	-4.784*
Memory	7.00 ± 3.39	10.80 ± 2.95	-1.954
Attention & Concentration	2.60 ± 1.14	3.40 ± .89	-2.579*
Total	68.00 ± 21.42	87.20 ± 17.14	-2.312*

LOTCA-G: Loewenstein occupational therapy cognitive assessment-geriatric population, Mean ± SD

* $p < .05$

3) 기능적 독립척도(FIM)

검사가 특별한 도구나 환경의 구조화 없이 대상자의 일상생활동작을 관찰하면서 채점하도록 제작된 기능적 독립척도(FIM)는 운동능력과 인지영역으로 구분되고 자조관리, 대소변 조절하기, 자리 옮기기, 이동, 의사소통, 사회인지의 총 6개 영역과 18개의 하위문항으로 구성된다. 각 문항의 점수는 1점에서 7점으로 구성되어 있으며 점수가 높을수록 일상생활동작 수준이 독립적이다. FIM의 검사자간 신뢰도는 $r = .89$ 이다[20].

4. 분석 방법

샤피로 윌크 정규성 검정(Shapiro-Wilk test) 결과, 정규성을 지니지 않아 비모수 검정인 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 실시하여 실험군의 전후 차이를 알아보았다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다. 자료의 통계처리를 위해 상용 통계프로그램인 Window용 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 21.0 version을 사용하였다.

III. 연구 결과

본 연구에 가상현실 인지재활 프로그램을 경도인지장애환자들에게 적용한 후 인지기능과 일상생활동작에 미치는 효과를 알아보기 위하여 4주간의 중재 전후 LOTCA-G 및 FIM을 평가하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 MMSE-DS 평가를 통해 경도인지장애로 판정된 5명(남자 3명, 여자 2명)으로 선발하였다. 연구 대상자는 5명 모두 경도인지장애가 있으며, MMSE-DS 점수는 평균 19.4점이었다(Table 1). 연구대상자의 일반적인 특성은 표 1과 같다.

2. 중재 전후의 LOTCA-G 비교

중재 전후 LOTCA-G 총 점수는 유의하게 증가하였다($p < .05$) (Table 2). 특히 지남력, 사고조직력, 주의력

Table 3. FIM

	Pre test	Post test	Z
Experimental group	77.20 ± 13.81	82.40 ± 5.60	-1.461

FIM: Functional independence measure, Mean ± SD

과 집중력 항목에서 유의하게 증가하였다.

3. 중재 전후의 FIM검사 비교

중재 전후 FIM 점수는 증가하였지만, 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$)(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 가상현실 인지재활 프로그램을 경도인지장애 환자에게 적용하여 대상자들의 인지기능과 일상생활동작훈련의 유의미한 변화가 있는지 알아보고자 하였다. 인지기능과 일상생활동작 수행의 변화를 알아보기 위하여 중재전후로 LOTCA-G와 FIM을 측정하였다.

중재 전후 LOTCA-G 점수 변화를 보면, 중재 전후 유의한 차이가 나타났으며, 특히 지남력, 시지각, 공간지각, 운동실행, 시각운동 조직력, 사고 조직력의 6개 영역 중 지남력과 사고조직력, 주의집중력에 유의한 향상을 보였다. 가상현실을 활용한 재활치료는 뇌 손상 및 신경학적 장애로 인지기능 장애가 있는 사람들의 인지재활에 합리적이고 효율적이며, 특히 인지 기능 중 주의력 장애에서 기억, 지각 처리, 집행 기능 및 문제 해결과 같은 상위 인지 과정의 가상환경의 유용성을 제공하는데 효과적이라 보고되고 있으며[21], Adriana 등[22]의 연구에서 경도 알츠하이머 환자를 대상으로 가정 기반의 일상생활활동 프로그램을 중재하였으며, 연구기간 동안 LOTCA-G 중 시간 방향, 퍼즐 재현, 주의 집중 및 집중의 변화를 나타내며 유의미한 변화를 나타낸 바와 같이 LOTCA-G의 각 분야에서 기능과 시지각의 회복에 기여할 수 있다고 보고한 바 있다[22]. Cho와 Lee [23]의 연구에서는 HMD기반의 가상현실 몰입형 프로그램은 급성 뇌졸중 환자의 인지 기능과 일상생활수행능력을 향상시키는데 적합한 전략이 될 수 있다고 보고한 바 있으며, 뇌졸중 환자의 인지기능 중 특히

지남력, 지각, 공간지각, 운동실행, 시각운동 조직력, 사고 조직력, 주의력과 집중력 향상 시켰고, 이와 같은 결과는 본 연구와 부분 일치하였다. 이러한 차이는 본 연구에서는 경도인지장애환자에게 주 2회로 매회 30분간 4주간 가상현실 인지재활 프로그램을 적용하였지만, Cho와 Lee의 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 주 5회, 매회 30분씩 5주 동안 가상현실 인지재활 프로그램을 적용하는 등 대상자와 중재 횟수의 차이에 따라 LOTCA-G 평가 결과가 상이하게 나타난 것으로 사료된다.

본 연구에서 일상생활동작을 알아보기 위해 실시한 FIM은 중재 전후 평균 점수의 향상은 보였으나, 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. Sergei 등[24]의 연구에 따르면 HMD기반의 가상현실 몰입형 프로그램은 일상생활 수행 능력을 향상시키는 데 적합한 전략이 될 수 있다고 보고한 바 있지만, 본 연구에서 일상생활동작을 알아보기 위해 실시한 FIM은 유의한 차이가 나타나지 않아 기존의 연구와 일치하지 않았다. Lee[25]의 연구에서는 3주간의 중재가 일상생활동작이라는 수행능력의 변화를 보이기에 다소 짧은 기간이며 시설이라는 단순한 공간에서의 일상생활동작의 변화를 보는 것에 한계가 있다는 것에 근거하여, 본 연구에서도 주 2회, 4주 동안의 적은 중재 횟수와 주간보호센터라는 단순한 공간에서의 활동이 일상생활동작 수행능력의 변화를 알아보기에는 다소 한계가 있는 것으로 짐작된다.

본 연구의 결과로 가상현실 인지재활 프로그램 TION을 이용한 치료는 경도인지장애 환자의 손상된 인지기능 향상에 효과적인 것으로 설명할 수 있고 개인의 특성과 상황에 따라 치료 방법으로 선택할 수 있을 것으로 생각된다. 특히 시지각능력 중 지남력과 사고조직력, 주의력과 집중력의 유의한 증가를 보였으며, 일상생활동작 수행에도 통계적으로 유의하지 않지만 평균 점수가 향상하는 등 긍정적인 결과를 볼 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 주간보호센터를 이용하는 노인만을 대상으로 하였고, 대상자의 수와 임상 양상이 제한적이었기 때문에 모든 경도인지장애환자에게 일반화하여 해석하기에는 제한점이 있다. 또한 대조군을 선정하지 않고 단일그룹의 중재 전후 비교 연구를 진행하였기 때문에 전통적인 물리치료와 동일한 수준으로 보기에는 근거의 수준이 미약하다. 본 연구에서는 가상 현실 인지재활 프로그램을 치료에 적용하였을 때 효과를 증명하였고, 추후 본 연구의 결과를 일반화하기 위해서 더 많은 대상자를 선정하여 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 한정적인 장소에서 적은 연구대상자 수와 짧은 중재기간으로 진행된 실험으로, 경도인지장애 노인 5명을 대상으로 주 2회 4주간 가상현실 인지재활 프로그램을 적용하여 인지기능과 일상생활동작에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 4주간의 가상현실 인지재활 프로그램이 경도인지장애 노인의 인지기능이 향상되었지만 일상생활동작 수행에서는 영향을 미치지 못했다고 볼 수 있다. 향후 연구에서는 가상현실 인지재활 프로그램을 이용한 중재를 더욱 전문적이고 체계적으로 제공하기 위하여 연구대상자와 중재기간을 확대할 필요가 있다.

Acknowledgements

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1F1A1071694).

References

- [1] Kim KW, Park JH, Kim MH, et al. A nationwide survey on the prevalence of dementia and mild cognitive impairment in South Korea. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2011;23(2):281-91.
- [2] Simon HA. Information processing models of cognition. *Annual review of psychology*. 1979;30(1):363-96.
- [3] Kim J. Improving Cognitive Abilities for People with Alzheimer's Disease: Application and Effect of Reality Orientation Therapy (ROT). *Phonetics and Speech Sciences*. 2013;5(1):27-38.
- [4] Ben-Yishay Y, Diller L. Cognitive remediation in traumatic brain injury: update and issues. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1993;74(2):204-13.
- [5] Kong EH, Evans LK, Guevara JP. Nonpharmacological intervention for agitation in dementia: a systematic review and meta-analysis. *Aging & mental health*. 2009;13(4):512-20.
- [6] Bang JH, Bang YS, Son BY, et al. The Effects of a Cognitive Stimulation Activity Program on the Mild Cognitive Impairment Elderly Cognitive Function, Self-Efficacy, and Depression. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*. 2019;13(3):231-48.
- [7] Carroll D. Hand function in hemiplegia. *Journal of Chronic Diseases*. 1965;18(5):493-500.
- [8] Scherder EJ, Van Paasschen J, Deijen J-B, et al. Physical activity and executive functions in the elderly with mild cognitive impairment. *Aging & mental health*. 2005;9(3):272-80.
- [9] Kim C. Development and effect analysis of nature-friendly integrated program for the elderly with mild cognitive impairment. Unpublished Doctorial Dissertation, Sunmoon University. 2017.
- [10] Cunningham D, Krishack M. Virtual reality promotes visual and cognitive function in rehabilitation. *Cyber Psychology & Behavior*. 1999;2(1):19-23.
- [11] Rose D, Foreman N. Virtual reality. *The psychologist*. 1999.
- [12] Scozzari S, Gamberini L. Virtual reality as a tool for cognitive behavioral therapy: a review. *Advanced computational intelligence paradigms in healthcare 6. Virtual reality in psychotherapy, rehabilitation, and assessment*. Springer. 2011. pp.63-108.
- [13] García-Betances RI, Arredondo Waldmeyer MT, Fico

- G, et al. A succinct overview of virtual reality technology use in Alzheimer's disease. *Frontiers in aging neuroscience*. 2015;7:80.
- [14] Choi JH, Han EY, Kim BR, et al. Effectiveness of commercial gaming-based virtual reality movement therapy on functional recovery of upper extremity in subacute stroke patients. *Annals of rehabilitation medicine*. 2014;38(4):485.
- [15] Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2012;228(1):69-74.
- [16] bin Song G, cho Park E. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(7):2057-60.
- [17] Schultz-Larsen K, Lomholt RK, Kreiner S. Mini-Mental Status Examination: a short form of MMSE was as accurate as the original MMSE in predicting dementia. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2007;60(3):260-7.
- [18] Katz N, Elazar B, Itzkovich M. Construct validity of a geriatric version of the Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment (LOTCA) battery. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*. 1995;13(3):31-46.
- [19] Wang S, Gong Z, Sen J, et al. The usefulness of the Loewenstein Occupational Therapy Cognition Assessment in evaluating cognitive function in patients with stroke. *European review for medical and pharmacological sciences*. 2014;18(23):3665-72.
- [20] Asher IE. Occupational therapy assessment tools: An annotated index. *Amer Occupational Therapy Assn*. 1996.
- [21] Rizzo AA, Buckwalter JG. Virtual reality and cognitive assessment. *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology: Cognitive, Clinical and Methodological Issues in Assessment and Rehabilitation*. 1997;44:123.
- [22] Ávila A, De-Rosende-Celeiro I, Torres G, et al. Promoting functional independence in people with Alzheimer's disease: Outcomes of a home-based occupational therapy intervention in Spain. *Health & Social Care in the Community*. 2018;26(5):734-43.
- [23] Cho D-R, Lee S-H. Effects of virtual reality immersive training with computerized cognitive training on cognitive function and activities of daily living performance in patients with acute stage stroke: A preliminary randomized controlled trial. *Medicine*. 2019;98(11).
- [24] Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, et al. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*. 2009;25(1):29-44.
- [25] Lee H. The Effects of individualized cognitive program on LOTCA-G and ADL in elderly with dementia and mild cognitive impairment. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*. 2016;4(1):21-9.