

안구추적 연동형 주의력 훈련시스템이 뇌손상자의 인지능력에 미치는 효과: 예비연구

김영근*, 강윤규**

*대구보건대학교 작업치료과

**대구보건대학교병원 작업치료실

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 안구운동이 동반된 주의력 훈련이 인지장애가 있는 뇌손상 환자의 주의력 및 인지 능력 회복에 긍정적인 영향을 미치는 효과를 알아보기 위한 예비연구이다.

연구방법 : 인지장애가 있는 뇌손상 환자 7명에게 16주 동안 총 48회 안구운동이 동반된 주의력 훈련을 집중적으로 실시하였다. 중재 도구는 안구추적 연동형 주의력 훈련시스템인 컴퓨터 기반 인지재활 프로그램(Eye-tracking & ear system based Attention training System; EYAS)을 적용하였다. 중재 전후 인지능력의 변화를 알아보기 위하여 한국형 간이 정신상태검사(Mini-Mental State Examination for Korean; MMSE-K), 전산화 신경인지기능검사(Computerized Neuro-cognitive function Test; CNT), 운동시지각검사(Motor-free Visual Perception Test; MVPT)를 실시하였다.

결과 : 안구추적 연동형 주의력 훈련시스템으로 안구운동이 동반된 주의력 훈련을 참가자에게 중재 프로그램으로 적용한 후 주의력, 정보처리속도, 기억력 및 시지각이 향상되었다. 아이어스 중재 전보다 중재 후 MVPT 평균점수가 높았다($p<.01$). MMSE-K 역시 평균 점수가 향상 되었다. 시각 주의력과 정보처리 속도에서 효과를 알아본 결과 CNT의 VCPT(Visual Continuous Performance Test)($p<.05$)와 VCCPT(Visual Controlled Continuous Performance Test)($p<.01$)에서 중재후가 중재전보다 평균점수가 높았다. 아이어스가 기억력에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 CNT 평가를 통해 알 수 있었는데 CNT의 VST(Visual Span Test)($p<.01$)와 DST(Digit Span Test)($p<.05$)에서 평균점수가 향상되었다. 중재 후 VST 역순 검사에서는 평균값 상승이 있었고, DST 역순 검사에서는 중재 전후 평균값에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

결론 : 안구운동이 동반된 주의력 훈련은 인지장애가 있는 뇌손상 환자의 주의력, 정보처리 속도, 시지각, 기억력 향상에 긍정적인 영향을 준다는 가능성을 알 수 있었다. 안구운동은 주의력과 관련성이 있고, 주의력의 향상은 다른 인지능력에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 향후 연구에서는 구조화된 실험설계로 효과검증을 실시할 필요가 있다.

주제어 : 아이어스, 안구운동, 안구추적, 인지, 주의력

ORCID: Kim, Young-Geun, <http://orcid.org/0000-0002-7768-8750>

Corresponding author: Kim, Young-Geun (otsense@naver.com/Dept. of Occupational Therapy, Dae-gu Health College)

Received 30 October 2017; Revised version received 16 January 2018; Accepted 04 March 2018

This work was supported by 2015year Humancare Contents Development of Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT)

I. 서론

인간은 작업수행 과정에서 입력한 많은 정보를 처리할 때 정신적 자원 처리능력에 한계가 있다. 한정된 정신적 자원을 효율적으로 사용하기 위해서 주의력(attention)이 필요하다. 주의력은 우리의 감각, 기억, 그 외 인지과정을 통해 처리되는 많은 정보 중에서 지금 수행하는 작업에 적합한 정보를 집중적으로 처리한다(Duncan, 2001; Posner & Fernandez-Duque, 1999). 이러한 이유로 주의력은 정보처리 과정 도입기에 정보를 선택할 때만 필요한 능력이 아니라 전반적 사고과정에서 가장 두드러진 정보를 처리하고 인지 처리과정에서 제한된 정신적 자원을 집중시킬 때 필요하다(Sternberg, 2003). 주의력은 다른 인지 능력과는 다르게 특정 유형의 정보를 처리하는 것이 아니라 모든 기능 영역에 관여한다. 특정 뇌 영역에만 관여하는 것이 아니라 뇌의 넓은 영역에 네트워크를 형성하고 진행되는 정보처리 과정을 조율한다(Banich & Compton, 2014).

주의력은 인간 정보처리의 흐름을 제어하므로 여러 인지과정과 밀접한 관련이 있다. 어떤 물체나 대상 형태를 지각하고 재인할 때도 주의력이 필요하다. 대상에 선택 주의를 주지 않으면 틀린 형태로 지각하게 되는데 특히, 중첩되어 있는 형태를 지각하기 위해서는 선택적 주의를 필요하다(Rock & Gutman, 1981). 선택주의를 받은 표적 형태는 정확히 지각되고 재인되지만 주의를 없으면 형태 지각을 실패한다(DeSchepper & Treisman, 1996). 선택주위는 관련 없는 정보를 걸러내는 필터링 역할을 하므로 작업기억의 효율성을 돕는다. 환경에서 관련 정보를 선택하는 것은 작업기억 동안 정보를 파지하는데 필요한 처리과정과 유사하기 때문이다(Mall, Morey, Wolff, & Lehnert, 2014; Theeuwes, Belopolsky, & Olivers, 2009). 주의력은 정보 선택뿐만 아니라 지각 및 목표지향적인 행동을 선택하는 것도 돕기 때문에 기억의 문지기 역할을 한다(Huestegge & Koch, 2012). 이러한 연구결과들을 종합하면 주의력은 정보처리에 중요한 역할을 할뿐만 아니라 다른 인지영역에도 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.

뇌손상으로 주의력이 낮아진 환자를 대상으로 최근 임상에서 실시한 몇 가지 중재 프로그램이 있다. 이를 크게

분류하면 네 가지로 나눌 수 있는데, 첫째는 주의력 하위 요소 중 기능이 저하된 요소에 적합한 과제나 활동으로 집중적으로 훈련시키는 주의력 처리훈련(Attention Process Training; APT)이 있다. 이는 전통적으로 임상에서 적용하고 있는 중재방법으로 특히, 외상성 뇌손상과 뇌졸중 환자에게서 그 효과를 검증하였다(Donahue, 2004; Suzanne et al., 2009). 둘째, 전산화 인지재활 프로그램에서 일부 주의력 프로그램을 적용하는 것으로 환자는 PC상에서 특정 입력장치를 손으로 반응해야 한다. 최근에는 인지훈련 어플을 개발해 주의력 향상 프로그램으로 적용하여 효과를 검증하기도 하였다(Bogdanova, Yee, Ho, & Cicerone, 2016; Hill, Mogle, Colanecceco, Dick, Hannan, & Lin, 2015). 셋째, 일이나 운전과 같은 작업 기반 주의력 훈련이 있다. 운전 프로그램을 뇌졸중 환자에게 적용하여 운전능력을 향상시키면서 주의력을 향상시키거나, 읽기능력훈련 또는 일과 관련된 활동을 통해 읽기와 일 능력 향상과 더불어 주의력을 향상시켰다(Lee & Sohlberg, 2013; Mazer et al., 2003; Žagavec, Lešnik, & Goljar, 2015). 이러한 다양한 연구를 통해 뇌손상자들이 주의력이 저하될 수 있다는 것을 알았고 이를 해결하기 위해 다양한 중재 방법을 적용하고 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 주의력만을 위한 프로그램보다는 전반적 인지훈련 도구를 사용했거나 주의력이 아닌 다른 인지 기능 향상이 주목적인 연구가 많았다. 또한 환자의 반응방법이 상지를 이용하는 도구이므로 상지기능이 떨어진 환자에게는 사용이 어려운 도구가 대부분이었다. 그래서 주의력을 집중적으로 훈련할 수 있는 도구와 상지의 사용 없이 훈련할 수 있는 중재도구가 필요하다.

인간의 주위는 안구운동과 밀접한 연관이 있다. 안구운동은 시각정보를 효율적으로 처리하는데 중요하다. 안구운동의 감소는 정보처리 속도를 늦추고, 시각 스캐닝과 주의력 저하를 초래하기도 한다. 시각주위는 안구운동과 함께 이동하고 도약(saccades)으로 눈을 이동시키려면 주의 이동이 선행해서 이루어지기도 한다(이정모 등, 2003). 주의의 한 유형인 시각 탐색(search)은 기본적으로는 생존을 위해 필요하고 다양한 공간적 해결 상황에서 필수이다. 효과적인 시각 탐색을 위해 인간은 최적의 안구 운동 전략을 사용한다(Najemnik & Geisler,

2005). 안구 운동의 한 가지 유형인 시각추적(pursuit)은 주의력을 반영하고 시각추적 동안 주의도 함께 이동한다(Seya & Mori, 2012). 실제 최근 임상 실험에서 시각추적 안구운동의 증가가 시각주의의 향상을 반영한다는 것을 증명하였다(Kapoula, Yang, Bonnet, Bourtoire, & Sandretto, 2010). 또한 주의는 도약 안구운동과 밀접하게 관련 있으며 최근연구에서는 주의가 필요한 과제를 수행할 때 안구도약과 추적 기능이 낮은 상태에서는 과제 수행 속도가 느려지고 오류가 발생한다는 것을 밝혔다. 이것은 주의가 정확한 시각추적 안구운동을 유지하는데 중요하고 시각추적이 자동적 기능이 아니라 주의의 통제가 필요하다는 것을 의미한다(Baumann & Greenlee, 2009; Hutton & Tegally, 2005).

Moore와 Fallah(2001)는 안구운동과 주의가 서로 관련성이 높다는 것을 증명하기 위해서 뇌파검사를 통해 실험을 하였는데 안구운동을 관장하는 뇌의 부위와 시공간 주의를 통제하는 뇌의 영역이 거의 일치한다는 것을 밝혔다. Nelles 등(2009)은 안구운동과 주의의 관련성을 넘어 안구운동이 주의력 향상 영향을 주면서 뇌를 전반적으로 활성화 시킨다고 실험을 통해 밝히기도 하였다. 그들은 뇌졸중 환자들에게 도약 안구운동을 반복적으로 시켰을 때 뇌활성화가 된다는 것을 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI) 검사를 통해 알아냈고 뇌졸중 환자의 안구도약 운동은 손상된 시지각을 보상해 주는 역할을 한다고 주장하였다.

지금까지 주의력이 기억력, 시지각, 기타 인지영역에 관여하고 영향을 준다는 것을 연구 자료를 분석하여 기술하였다. 이후 뇌손상환자의 주의력 저하와 이를 향상시키기 위한 다양한 중재방법을 소개하였다. 또한 안구운동이 주의와 관련성이 매우 높으며 안구운동이 주의력 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 주장들과 기초 연구들을 살펴보았다. 하지만 안구운동이 동반된 주의훈련이 주의력이 저하된 뇌손상 환자에게 효과적이며 더불어 전반적인 인지기능에도 긍정적 영향을 줄 수 있다는 것을 검증한 임상 연구는 드물다.

본 연구의 목적은 안구운동을 동반한 주의력 훈련이 뇌손상 환자의 인지능력에 긍정적 효과를 주는지 예비 연구를 통해 그 가능성을 밝히고자 한다. 이를 위해 안구의 이동을 추적하고 눈으로 반응할 수 있는 안구추적 연

동형 주의력 훈련 시스템인 아이어스를 이용하였다. 아이어스는 안구운동을 이용해서 주의력을 집중적으로 훈련시킬 수 있는 컴퓨터기반 인지재활프로그램으로 환자가 손을 쓰지 않고 안구의 움직임으로 프로그램에 반응하고 모니터에 제시된 대상을 이동시킬 수 있는 연구에 최적화된 시스템이다. 본 연구의 가설은 다음과 같다.

첫째, 안구운동을 동반한 주의력 훈련이 뇌손상 환자의 주의력과 정보처리 속도 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

둘째, 안구운동을 동반한 주의력 훈련은 인지기능이 저하된 뇌손상 환자의 기억력 및 시지각에 긍정적인 영향을 줄 가능성이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

실험참가자는 대구 소재의 재활전문병원에 입원하고 있는 환자 중 뇌졸중과 외상성 뇌손상으로 인지장애가 있는 환자 7명이었다(Table 1). 실험참가자 조건은 첫째, 전산화 신경인지기능검사(Computerized Neuro-cognitive function Test; CNT)에서 주의력에 손상있는 환자 중 16주에 걸쳐 평가와 중재 프로그램에 참여할 수 있을 정도로 재원기간이 확보된 환자이다. 최초 선정에서는 해당 기간 재원이 가능하였으나 중도 퇴원을 한 환자는 결과데이터에서 삭제하였다. 둘째, 중재도구가 아이트랙커를 입력도구로 사용하기 때문에 아이트랙커에 초점 조절이 가능해야 한다. 셋째, 컴퓨터 사용에 거부감이 없으며 컴퓨터에서 지시하는 사항을 이해하고 따를 수 있어야 한다.

이렇게 선정한 최초 참가자 15명 중 예기치 못한 퇴원으로 16주 중재 훈련을 수행할 수 없는자, 전반적 건강 악화로 재활훈련을 일시 중단한 자, 기타 개인적 사정으로 훈련을 중도에 거부한자를 제외하고 최종 결과 데이터를 얻을 수 있는 참가자는 총 7명이었다. 이들의 평균 연령은 45.29세이고 MMSE-K(Mini-Mental State Examination for Korean) 평균점수는 24.43점이다.

실험 전 연구윤리 차원에서 환자 담당 주치의와 치료

Table 1. Experiment Participant Demographics

Characteristics		Frequency (<i>n</i>)	Percentage (%)
Gender	Men	4	57
	Women	3	43
Age	30~40(y)	4	57
	Over 50(y)	3	43
Onset	Under 1year	7	100
	1year and over	0	0
Diagnosis	CVA	2	29
	TBI	5	71
MMSE-K	Under 24	3	43
	24 and over	4	57
Intensive CBCT	Yes	0	0
	No	7	100

CBCT: Computer-Based Cognitive Training, CVA: Cardiovascular Accident, MMSE-K: Mini-Mental State Examination for Korean, TBI: Traumatic Brain Injury,

사에게 허락을 받고, 기관에 환자 정보 유출에 대한 기밀 보안을 약속하였다. 환자 및 환자보호자에게 실험 의도와 목적을 설명하고 실험에 참여할 것을 동의 받았다.

참가자들은 대부분 지필묵(paper & pencil), 테이블 탑(table-top) 활동으로 인지재활 중재를 받고 있었고 컴퓨터 기반 인지재활은 경험이 없었다. 또한 작업 수행 향상을 위한 일상생활활동 훈련, 운동조절 향상을 위한 프로그램, 연하장애 등의 작업치료 프로그램에 참여를 하였으며, 마비된 신체와 근육통을 완화하기 위하여 물리치료를 병행하였다.

중재기간은 2016년 2월부터 6월까지 16주 이루어졌으며 주 3회(회당 20~30분씩) 총 약 48회 실시하였다. 평가는 중재기간 외 별도로 세 번을 실시하였는데 중재 전 평가, 중재 중 평가, 중재 후 평가를 실시하였다. 중재 중 몇몇 환자들은 피로누적, 타과 진료, 컨디션 악화로 휴식을 취하는 경우가 종종 발생하였는데 이런 환자의 경우에는 중재 프로그램을 연장하였다. 본 연구에는 대조군이 없는데 그 이유는 효과를 확신할 수 없는 새로운 장비를 환자에게 적용하는데 위험부담을 가지는 의료기관이 대부분이었고, 이러한 이유로 실험참가자와 같은 조건의 대상자를 더욱 구하기가 어려웠으며 이러한 상황에서 실험을 위해 대조군에 인위적으로 중재 프로그램

제공하는 것이 연구 윤리상 어려웠다.

2. 연구도구 및 방법

본 연구에서는 안구운동을 동반한 주의력 훈련을 구현할 수 있는 안구추적 연동형 주의력 훈련시스템인 아이어스의 적용 효과를 알기 위하여 참가자 전원에게 중재 전, 중재 중, 중재 후 세 번에 걸쳐서 평가를 실시하였다. 평가 도구로는 한국형 간이 정신상태검사, 운동시지각검사, 전산화 신경인지기능검사를 실시하였다. 한국형 간이 정신상태검사는 간편 인지판별검사이고 운동 시지각검사는 운동 비참여로 순수 시지각을 평가할 수 있다. 전산화 신경인지기능검사는 기존 신경심리검사에서 자주 사용한 인지평가 방법을 전산화한 인지기능 평가도구로 주의력과 기억력을 위주로 콘텐츠가 구성되어 있으며 기타 인지능력 검사도 가능하여 본 연구에서 비교분석하고자 하는 방향과 일치한다.

1) 한국형 간이 정신상태검사(Mini-Mental State Examination for Korean; MMSE-K)

한국형 간이 정신상태 검사는 임상에서 보편적으로 사용하고 있으며 환자의 인지상태를 빠르게 판별할 수 있

는 평가지이다. 30문항이 전반적 인지기능을 간편하고 빠르게 평가할 수 있도록 구성되어있다. 주로 인터뷰로 평가를 하지만 일부는 그림을 그리는 항목도 있다. Folstein, Folstein과 McHugh(1975)가 개발한 것을 Kwon과 Park(1989)이 노인 문맹자를 고려하여 우리나라 사정에 맞게 수정 보완하였다. 도구 개발 시 신뢰도는 Cronbach's $\alpha = .86$ 이었고 문항내적 합치도는 Cronbach's $\alpha = .79$ 로 높은 편이다. 지남력, 기억등록, 기억회상, 주의와 계산, 언어기능, 이해와 판단 등 6개 영역으로 구성되어 있으며 총 12문항 30점 만점이다. 평가 기준은 구분점을 이용하여 24점 이상은 정상, 18~23점은 경도 인지장애, 17점 이하의 중증 인지장애로 나누었다(Oh, Shin, Lee, & Kim, 2003).

2) 전산화 신경인지기능검사(Computerized

Neuro-Cognitive Function Test Software; CNT)

CNT는 다양한 신경인지 기능장애를 감별하여 다양한 임상질환에 대한 진단 및 연구목적으로 활용된다. 기존 인지평가 도구는 채점과 기록 방법에서 객관성이 보장되지 않고 실시하는 과정에서도 검사자간에 방법상에 미묘한 차이가 있을 수 있다. CNT는 이러한 문제점을 개선하고자 맥스메디카에서 개발한 컴퓨터 기반 인지검사도구이다. 컴퓨터로 전산화 되어 있어 검사자의 인지능력이나 검사 환경 등의 통제 요인과 관계없이 정확하게 평가하고 결과 수치를 확보할 수 있다. 특히, 지필과제로는 평가 할 수 없는 반응 속도를 컴퓨터 시스템을 활용해서 측정할 수 있다는 장점이 있다. 기존 신경심리검사에서 전통적으로 사용한 지필 평가를 전산화 하였다는 점에서 내용타당성도 갖추고 있다. 뇌기능 장애 검사에서 정확하고 국소적 진단 능력이 뛰어난 17개 신경인지기능검사를 전산화 하였다. 주의력과 기억력 위주로 구성되어 있고 계획사고, 고위인지기능, 시운동협응, 지능 검사를 평가할 수 있다(Kim, Shin, Park, & Ko, 2001). 본 연구에서는 CNT 중 시각 주의력검사(Visual Controlled Continuous Performance Test; VCCPT, Visual Continuous Performance Test ; VCPT)와 기억력 검사 중 일부(Digit Span Test; DST, Visual Span Test; VST)를 적용하였다.

3) 운동시지각검사 (motor-free visual perception test; MVPT)

국내에서 작업치료사가 뇌졸중과 외상성 뇌손상 환자의 시지각에 대해 가장 보편적으로 적용하는 표준화된 평가도구이다(Lee, Kim, & Han, 2012). 본 연구에서는 주의력 향상이 시지각에 긍정적 영향을 미칠 수 있는지를 검증하기 위해 사용하였다. 피검자가 운동으로 반응할 필요 없이 주로 구두로 반응하는 평가하는 도구이다. 피검자는 영역마다 제시된 예제 문제를 풀어보면서 문제의 의도를 해석하고 이해하는 과정을 거친다. 판별, 진단 및 연구의 목적으로 Bouska와 Kwatny(1983)가 개발한 MVPT는 36문항으로 이루어져 있으며 모든 문항은 각각 1점씩 부여하여 한다. 성인뿐만 아니라 학습장애아와 같은 장애아동에게도 사용가능하다. 결과해석은 정오답에 관계없이 반응행위를 체크하여 환측무시가 있는 환자를 판별하고, 반응한 문항에서 정반응 수를 합산하여 정상범주와 비교한다. 평가 영역은 시공간 관계, 시각 기억, 시각 항등성, 전경-배경, 시각 통합, 시각 변별로 구성되어 있다. MVPT는 제시한 문항자극이 문화에 영향을 덜 받는 형태로 구성되어 있고 색이나 음영에 영향을 덜 받도록 라인드로잉으로 묘사하였다. 신뢰도와 타당도가 높아 임상현장에서 활용도가 높고 문항들의 내적합치도는 Cronbach $\alpha = .82$ 로 높은 편이다.

4) 중재도구 안구추적 연동형 주의력 훈련시스템

(Eye-tracking & ear system based

Attention training System; EYAS)

중재를 위해 사용한 시스템은 기존 컴퓨터 기반 인지 재활시스템과 유사하지만 입력장치가 터치스크린이나 마우스가 아닌 안구운동을 이용한 아이트랙터 시스템이다. 핵심콘텐츠는 시각주의력과 청각주의력 등 주의력을 훈련하는 교정적 인지재활 콘텐츠로 구성되어있다. 그 밖에 시지각과 기억력 및 읽기 훈련 콘텐츠도 포함하고 있으며 특수하게 조정된 아이트랙터로 반응을 할 수 있고 터치스크린도 동시에 입력장치로 사용할 수 있다. 본 연구의 목적을 위해서 주의력훈련 콘텐츠를 중심으로 참가자에게 구현하였다.

안구추적 연동형 주의력 훈련 시스템인 아이어스(EYAS)는 안구 추적 'Eye tracking', 시청각 주의력

‘Attention’, 컴퓨터 기반 훈련 시스템 ‘System’의 약자를 조합한 것이다. 아이어스는 2015~2016년 2년간 미래창조과학부 휴먼케어기술센터의 휴먼케어콘텐츠 개발 사업으로 대구보건대학교 김영근과 ㈜인더텍이 공동으로 개발하였다.

아이어스의 구성은 크게 시각주의 훈련콘텐츠, 청각주의 훈련콘텐츠, 정보처리주의 훈련콘텐츠로 나누어진다. 이번 연구에서 사용한 콘텐츠는 시각주의 훈련콘텐츠 내 모든 프로그램들을 환자의 특성에 맞게 집중적으로 실시하였다. 시각주의 훈련콘텐츠는 9개로 구성되어 있고 하위 세부 프로그램으로는 시각초점주의 8개, 시각 선택주의 4개, 시각 주의이동 2개, 시각 지속주의 1개, 시각 경계주의 4개, 기타 시각주의 2개로 이루어져있다.

프로그램 개발 기획단계에서 인지재활 5년 이상의 유경험자 7명으로부터 임상 요구사항을 조사하여 시스템의 필수 요소와 주요 콘텐츠 구성요소를 추출하였다. 개발자는 제품 개발 범위와 개발 기준을 세우기 위해 IT 장비 사용성 평가 원리와 유니버설 디자인 원리를 조합한 후 개발 가이드라인을 도출하고 그것에 맞게 개발하였다. 아이어스의 타당성 검증은 전문가집단 검증과 임상사용성 평가 그리고 공공기관 시험인증 세 가지로 진행되었다. 개발 완료 후 작업치료 기관 임상 전문가 16명에게 제품에 대한 유효성을 평가받았고 총40항목에 대한 평가 후 7점척도에서 평균 6점을 받았다. 이후 낮은 점수의 항목을 추출하여 6개월간 보완 작업을 하였다. 이후 네 곳의 임상현장에 적용을 한 후 20개 항목으로 만들어진 체크리스트로 사용성 평가를 실시한 결과 5점 만점에 4.06점을 받아 타당성을 입증하였다(Kim, 2017). 한국정보통신기술협회 (Telecommunications

Technology Association; TTA)의 소프트웨어 시험인증연구소로부터 기능성, 신뢰성, 효율성, 사용성 등에 관한 품질인증 평가를 거쳐 2016년 10월 7일 GS인증 1등급을 받았다.

4. 연구 절차

중재를 시작하기 전 참가자들에게 세 가지 인지평가 도구 MMSE-K, CNT, MVPT 검사를 실시하였다. 중재는 16주 동안 주 3회 총 48회 실시하였다. 훈련은 연구를 허락한 대구시 재활병원의 인지재활 치료실에서 실시하였다. 치료실에는 전산화 인지재활 프로그램 실행을 위한 전용 책상과 의자를 비치하였다. 추가로 22인치 LCD 모니터가 탑재된 올인원 PC를 설치하였고 거기에 안구운동을 추적하고 안구로 클릭 반응을 할 수 있는 아이 트랙커를 장착하였다. 본 연구의 목적과 무관한 가외 변인들의 영향을 최소화하기 위해서 목적과 관련 없고 산만함을 유도할 수 있는 물건과 사람은 모두 배제하였다.

참가자에게 시스템 사용 설명을 충분히 하였고 훈련 전 눈동자의 움직임을 캡처하는 캘리브레이션 작업을 간단히 시행하여 아이트랙커가 참가자의 눈만 인식하도록 하였다. 각 콘텐츠에서 요구하는 훈련을 참가자가 이해할 수 있도록 각 콘텐츠에서 제시하는 설명을 연구자가 함께 읽어주고 이해를 확인한 후 시범 문제로 연습을 시행한 후 본격적인 훈련을 실시하였다(Figure 1).

중재가 진행되는 8주차에 모든 참가자에게 같은 평가 도구로 인지와 지각능력을 측정하였고 중재가 종료 후 2주 후에 사후 검사를 다시 실시하였다. 모든 평가와 중재는 아이어스에 대한 사용법을 충분히 숙지하고 연습한 2

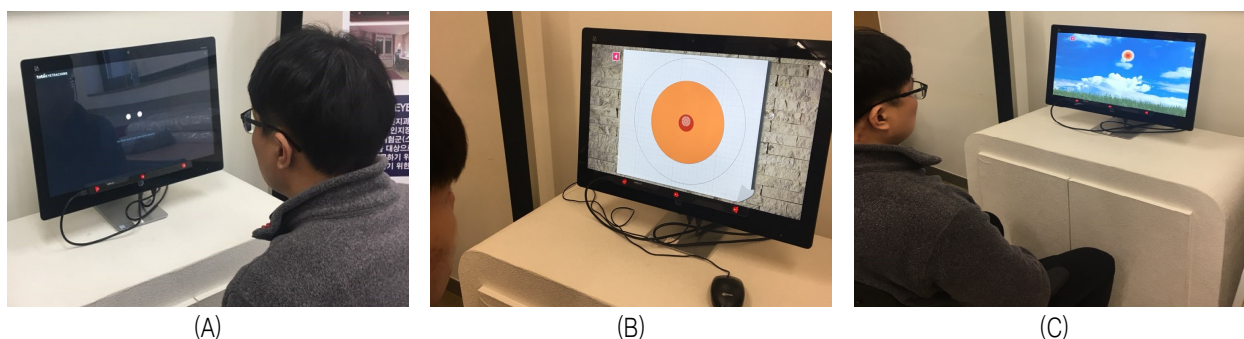


Figure 1. Eye-tracking & ear system based Attention training System(EYAS).
(A) Eye-tracker Calibration, (B) A Program for Visual Attention, (C) Other Program for Attention and User Position.

명의 인지재활 전문가가 실시하였다. 이들은 아이어스 개발 단계부터 개발과정과 사용성 평가단계에도 개입하였기 때문에 장비의 사용방법은 익숙해져 있었다. 지시문과 예제 문제 등이 일관적으로 제시되고 각각의 문제들이 자동으로 진행되는 데 정형화 되어 있는 시스템 이므로 사용방식에서 사용자에게 따른 차이는 없었다.

4. 분석방법

참가자의 인구통계학적 특성의 평균과 퍼센트를 알아보기 위하여 기술통계를 실시하였다. 아이어스의 효과를 통계적으로 알아보기 위해서 반복측정분석을 실시하여 참가자를 분석하였다. 그러나 참가자의 수가 모수검정을 실시하기에는 부족하고 정규분포를 나타내지 못하고 있으므로 비모수검정인 프리드만 검정(Friedman test)을 실시하였다. 모든 자료처리를 위하여 SPSS WIN 18.0을 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

안구추적 연동형 주의력 훈련이 시지각과 전반적 인지 능력 향상에 긍정적인 영향을 주었는지 확인하기 위하여

MMSE-K와 MVPT를 중재 전, 중, 후 실시한 결과를 정리한 것이 Table 2이다. 중재 시기별 비교값은 평가도구의 평균점수를 기준으로 산정하였다. 그 결과, 시지각을 평가한 MVPT에서 중재 시기별 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었고 전반적 인지를 판별하는 MMSE-K는 평균값이 중재가 진행될수록 향상되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다[MMSE-K: $\chi^2=5.08$, $p=.08$; MVPT: $\chi^2=11.39$, $p=.00$].

각 평가도구들의 평균점수의 변화를 보면, MMSE-K는 평균점수가 중재 후, 중재 중, 중재 전 순서로 높았다. 지속적으로 중재를 할수록 전반적 인지능력은 점차 향상이 되었다. MVPT에서도 평균점수가 중재가 진행될수록 점차적으로 높아졌고 중재 후가 중재 전 보다 확연히 높아진 것을 알 수 있다.

안구추적 연동형 주의력 훈련이 주의력 정보처리 속도에 어떠한 영향을 주었는지 확인하기 위하여 CNT 평가의 하위 평가인 VCPT와 VCCPT를 같은 참가자에게 실시하고 그 결과값을 Table 3에 정리하였다. 중재 전, 중, 후 시기별로 검사 평균값과 표준편차를 계산하여 비교하였다. 그 결과, 모든 평가도구에서 중재 시기별 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다[VCPT: $\chi^2=7.14$, $p=.03$; VCCPT: $\chi^2=10.57$, $p=.00$].

안구추적 연동형 주의력 훈련(아이어스)이 기억력 향

Table 2. Comparison Mean Points Between Pre-intervention and Post-intervention for General Cognitive Ability and Visual Perception

Assessment tools	<i>M±SD</i>			χ^2
	Pre-intervention	Ongoing-intervention	Post-intervention	
MMSE-K	24.43±2.82	24.71±3.45	26.00±3.70	5.08
MVPT	35.14±12.24	39.71±12.15	42.71±16.21	11.39**

** $p<.01$, post-intervention; pass 2weeks after intervention

MMSE-K: Mini-Mental State Examination for Korean, MVPT: Motor-free Visual Perception Test

Table 3. Comparison Mean Points Between Pre-intervention and Post-intervention for the Attention of CNT

Assessment tools	<i>M±SD</i>			χ^2
	Pre-intervention	Ongoing-intervention	Post-intervention	
VCPT	.51±.11	.49±.13	.45±.12	7.14*
VCCPT	.46±.11	.44±.12	.40±.12	10.57**

* $p<.05$, ** $p<.01$, post-intervention; pass 2weeks after intervention

VCPT: Visual Continuous Performance Test, VCCPT: Visual Controlled Continuous Performance Test

Table 4. Comparison Mean Points between Pre-intervention and Post-intervention for the Attention and Memory of CNT

Assessment tools	$M \pm SD$			χ^2
	Pre-intervention	Ongoing-intervention	Post-intervention	
VST	3.96 $\pm$ 1.95	4.56 $\pm$ 1.81	5.16 $\pm$ 1.85	12.00**
VST(R)	3.33 $\pm$ 1.90	3.03 $\pm$ 1.53	3.64 $\pm$ 2.18	.61
DST	4.56 $\pm$ 2.07	4.91 $\pm$ 2.28	5.37 $\pm$ 2.18	9.09*
DST(R)	2.70 $\pm$ 1.16	3.77 $\pm$ 1.98	4.30 $\pm$ 2.16	6.50*

* $p < .05$, ** $p < .01$, post-intervention; pass 2weeks after intervention

DST: Digit Span Test, VST: Visual Span Test

상에 긍정적인 영향을 주었는지 확인하기 위하여 청각적 기억능력은 DST로 측정하고, 시각적 기억력은 VST로 측정하여 그 결과를 Table 4에 제시하였다. 참가자 한 명당 각각 3세트를 실시한 후 정반응 점수의 평균을 중재 시기별로 비교한 결과, VST(R)을 제외하고 모든 검사에서 평가 기간 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 [VST: $\chi^2=12.00$, $p=.00$; VST(R): $\chi^2=.61$, $p=.74$, DST: $\chi^2=9.09$, $p=.01$; DST(R): $\chi^2=6.50$, $p=.04$]. CNT에서 기억력을 검사하는 VST, DST, DST(R)는 중재가 반복될수록 평균점수가 증가하면서 긍정적인 변화를 보였다. 다만, VST(R)은 중재 중간 평가에서 중재 전보다 낮은 점수를 보였고 변화가 적었다.

DST(R)에서 가장 효과적인 변화가 있었고, VST 역시 중재 전보다 중재 후가 많은 변화가 있었다. VST(R)은 중재 중간에 측정한 값이 중재 전보다 낮은 양상을 보였으나 중재 후에는 다시 효과가 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구의 발단은 안구운동이 주의력에 관련성이 높으며 주의력 향상이 기억력 등의 인지능력에 긍정적인 영향을 준다는 기초 이론과 선행 연구를 근거로 안구운동 추적 연동형 주의력 프로그램의 효과를 임상증례차원에서 예비연구로 시작하였다. 이를 위하여 시각 주의력과 청각 주의력을 훈련할 수 있는 콘텐츠로 구성되어 있고 자동으로 안구운동을 추적할 수 있으면서 동시에 안구의 움직임에 입력장치로 사용할 수 있도록 설계된 안구추적 연동형 컴퓨터 기반 인지재활 프로그램인 아이어스를 뇌 손상자에게 적용하였다. 중재는 총 16주간 주 3회씩 실

시하였고 초점주의, 선택주의, 교대주의, 지속주의 콘텐츠를 집중적으로 참가자에게 적용하였다. 그 결과 시지각, 주의력, 정보처리속도, 기억력에 통계적으로 의미있는 향상이 있었다. 이러한 실험 결과에 대해서 선행연구와 비교하여 해석하면 다음과 같다.

첫째, 중재 후 MVPT에서 중재 전보다 통계적으로 의미있는 향상이 있었고 중재의 횟수가 증가할수록 더욱 향상이 되었다. 주로 안구운동과 더불어 선택 주의력에 관한 훈련을 집중적으로 실시한 결과이다. 이러한 실험 결과는 Rock와 Gutman (1981)이 선택주의가 공간에서 여러 형태가 겹쳐져 있는 대상을 재인하고 해석하는데 필요하다는 이론적 주장과 일치한다. 또한 DeSchepper와 Treisman(1996)가 주장한 선택주의가 가동되어야 공간에 배치된 형태 지각을 할 수 있다는 주장과 일치한다. 선행연구에서는 이론적인 가설에 불과했으나 본 연구는 안구추적장치를 통해 임상적으로 증명했다는 사실이 연구의 차별화를 보여준다. 이러한 결과는 안구운동이 시공간 주의에 강한 영향을 준다는 선행연구에 대해서도 증명한다(Moore & Fallah, 2001). MVPT에서는 의미있는 통계적 변화가 있었지만 MMSE-K에서는 세 번의 평가에서 통계적으로 의미있는 차이는 없었다. 이러한 결과는 대상 환자를 선정할 때 인지 장애가 있음에도 불구하고 실험자의 지시를 어렵지 않게 알아듣고 지시에 따라 훈련을 수행할 수 있는 대상을 선별하다보니 MMSE-K 최초점수가 평균 24점으로 경계선에 있는 환자들이 많았기 때문이다. 중재 중간 점수가 중재 전보다 낮았고 다시 중재 후에는 높아진 데이터를 생각해보면 중간 평가 과정에서 어떠한 이유인지는 모르나 평가자나 평가 환경에 예기치 못한 문제가 있었다고 추측한다. 그래서 중재 전과 중재 후 두 시기에 대한 MMSE-K 점수

를 월콕슨 부호순위 검정을 통해 알아본 결과 Z값이 -2.06으로 유의수준 0.04으로 $p=.05$ 일 때 유의한 차이가 있음을 분명히 알 수가 있었다.

둘째, 안구추적 연동형 주의력 훈련시스템은 주의력 향상에도 효과가 있었다. 특히 중점적으로 분석한 것은 정보처리속도이다. 참가자는 중재 회기가 거듭될수록 정보처리속도가 통계적으로 유의하게 빨라졌다. 아이어스에서 모든 주의력 훈련 콘텐츠에 시간제한을 설정하여 주의력 훈련과 동시에 정보처리의 속도를 높이는 훈련을 지속하여 실시하였다. VCPT와 VCCPT에서 모두 반응속도가 중재가 진행될수록 현저하게 빠르다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 Seya와 Mori(2012)가 안구운동을 동반한 중재가 공간에서 주의 이동과 더불어 반응속도에 긍정적 영향을 주었다는 결과와 일맥상통한다. 그러나 그들은 단서 유무에 따른 안구운동이 주의처리 속도에 영향을 준다는 단일 현상적 연구이고 안구가 실제 이동했는지를 정확히 알 수 없었다. 본 연구는 컴퓨터 시스템에 안구추적 장치를 연동하여 안구운동이 반드시 일어나도록 훈련하는 콘텐츠이고, 훈련이 일회성이 아닌 여러 번 반복적으로 진행 가능하다는 점에서 선행연구와 차이가 있다. Wolinsky, Vander Weg, Howren, Jones와 Dotson(2013)도 인지저하가 있는 노인과 환자 집단에 대해 전산화 인지재활 훈련 시스템을 통해 주의력 훈련과 주의력 훈련 자극에 대한 반응 속도를 향상시키는 중재를 실시하였는데 정보처리 속도와 주의력이 향상되었다는 것을 검증하였다. 이러한 연구가 본 연구의 결과를 뒷받침해주나 이번 연구에서는 안구추적 시스템을 전산화 인지재활 시스템과 연동하여 사용하여 그 효과가 나타난 것에서 그들의 연구와 차이가 있다.

반응속도는 자극이 제시되고 반응할 때까지 측정되는 값으로 실험심리학에서 인간 행동을 측정하는데 가장 보편적인 방법 중에 하나이다. 반응속도는 건강한 인지 처리의 결과이다. 자극에 대해 준비하고 예비하는 것이 반응속도 영향을 준다. 결국 반응에 대한 준비가 반응 속도를 더욱 빠르게 한다. 여기서 반응 속도에 대한 준비가 주의의 역할이다(Johnson & Proctor, 2004). 정신 속도지연(mental slowness) 즉, 느린 정보처리속도는 뇌졸중과 외상성 뇌손상 이후에 나타나는 일반적인 문제이다. 환자들은 다양한 범위에서 문제를 호소하고 과제를

수행할 때 대체로 느린데 이러한 느낌의 문제는 대화나 운전 등 일상생활에도 영향을 준다. 이러한 현상에 대하여 상대적으로 환자들은 주변의 모든 것이 너무 빠르고 느끼고 이로 인해 피로하거나 정성적인 변화에도 불안해한다. 그래서 정보처리속도는 주의력 향상은 뿐만 아니라 작업수행의 질을 높여주기도 한다(Winkens, Van Heugten, Wade, Habets, & Fasotti, 2009).

셋째, 안구운동을 요구하는 주의력 훈련은 단기 기억에 긍정적인 영향을 줄 수도 있다. 단기 기억의 검사를 위해 사용한 DST는 웨슬러 지능 검사와 노인인지종합검사 등에서 보편적으로 사용하는 방식의 검사로 숫자를 불러주면 최대 몇 단위까지 외울 수 있는지를 알아보는 검사이다. 불러주는 숫자를 그대로 기억하는 검사와 역으로 기억하는 방법이 있는데 후자는 작업 기억 검사에서 사용하는 방법이다. VST는 DST와 유사한 방식이지만 시각적인 자극을 암기하는 검사이다. 본 검사에서는 중재 전보다 중재 후에 VST와 DST의 점수가 높았고 검사 시기별 평균에서 유의한 차이를 보였다. 중재가 반복될수록 단기 기억과 작업 기억 점수가 향상되었다. 임상적 실험을 통해 주의력 훈련이 기억력에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있는 결과이다. 연구 결과는 주의력 향상을 위해 사용한 안구운동이 외현적 주의를 가동하여 기억 처리를 돕는다는 선행 연구의 결과를 지지한다(Huestegge & Koch, 2012). Jeter, Patel과 Sereno(2011)도 공간 작업기억을 측정하기 위해 안구운동을 사용하였다. 공간 작업기억 능력을 측정하기 위해서 도약 안구운동으로 조사한 효과를 검증하였고 안구운동과 작업기억은 서로 상호작용한다고 주장하였는데 이번 연구에서 VST 검사 결과의 근거가 될 수 있다. Mall 등(2014)은 안구운동을 추적하여 선택 주의가 작업 기억과 서로 관련성이 높다는 것을 발견하여 본 연구와 같은 맥락의 결과를 도출하였다. 이는 과제를 수행하기 위해 주어진 정보를 필터링하거나 할당하며 보유하는 것이 작업 기억의 역할이기 때문이라고 하였다. Theeuwes 등(2009)도 유사한 주장을 하였다. 선행연구의 실험 방법은 주로 실험심리학에서 수행하는 반복측정 실험들이었다. 특히, Mall 등(2014)이 사용한 실험은 인지수준이 정상인 사람을 대상으로 실험심리학 실험을 했는데 주의력과 작업 기억의 관련성을 검증하기 위해 작업 기억의 필요성이 높은 과

제와 낮은 과제를 반복적으로 제시하면서 실험하였다. 본 연구는 안구를 동반한 주의력 훈련이 기억력을 향상시키는지를 검증하는 임상적 연구라는 점에서 차이가 있다.

연구의 목적을 달성하기 위하여 환자를 대상으로 실험을 하면서 각고의 노력을 하였으나 최근 점차 까다로워지고 있는 임상 연구 환경의 제한과 의도하지 않은 연구 과정에서의 어려움으로 발생한 연구의 제한사항은 다음과 같다. 첫째, 점차 짧아지는 내원기간으로 연구기간을 채우지 못하고 퇴원하는 참가자가 발생하여 처음 의도와는 다르게 소수 환자의 데이터로 비모수 검정을 할 수 밖에 없어 데이터 신뢰성을 높지 못한점 이다. 둘째, 대조군을 설정하여 연구하면 더 신뢰성 있는 연구 분석이 가능한데 이 역시 실험대상자를 충분히 구할 수 없는 문제로 실험군의 조건에 맞는 대조군 대상을 구하기가 매우 어려웠다. 또한 실험이 이루어진 병원의 기본방침과 연구 윤리 차원에서 일부 환자는 본 연구에서 적용한 도구를 적용하고 그 외 환자는 지필묵이나 테이블 탑으로 인지재활을 하도록 인위적으로 배치하는 것은 어려웠다. 이번 연구가 국내 최초로 개발한 안구추적 연동형 컴퓨터 인지재활 프로그램의 효과에 대한 첫 실험이기 때문에 그 효과를 의심하는 병원 관계자에 의해 충분한 실험 참가자를 구하지 못하였다. 본 연구에서 소수의 인원으로 대조군 없이 실험을 통해 얻은 효과는 하나의 연구 가능성으로 판단하고 예비연구의 역할을 수행한 것으로 본다. 다음 연구에서는 재원기간이 짧아진 병원 환경과 연구 윤리적 차원을 충분히 고려해서 철저하게 무작위 대조군 실험 연구 등 보다 구조화되고 객관적인 연구를 진행할 필요가 있다.

이러한 연구의 환경적·내부적 제한 사항에도 불구하고 본 연구 방법과 결과는 작업치료 임상에 시사하는 몇몇 사항들이 있다. 첫째, 주의력 향상을 위한 집중적인 훈련은 주의력과 관련된 정보처리속도를 향상시키고, 기억력과 시지각 등 인지 전반적인 영역에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 그러므로 임상 현장에서 주의력을 집중적으로 평가하는 평가도구를 찾아서 활용하고, 주의력 훈련 방법을 탐구하고 개발할 필요가 있다. 둘째, 안구운동을 연동한 주의력 훈련 시스템인 아이어스는 기존 컴퓨터 기반 인지재활프로그램과는 달리 환자의 안구 움직임 추적할 수 있고 안구운동을 자극하여 주의력 훈련을

할 수 있는 시스템으로 그 효과에 대한 가능성을 알 수 있었다. 셋째, 작업치료사는 별도의 주의력 훈련 도구를 사용 할 때 뿐만아니라 환자가 작업을 수행 할 때도 집중하고 몰입할 수 있도록 작업을 분석하고 환경을 설계한다면 인지재활 향상에 기여할 것으로 판단한다.

V. 결 론

본 연구는 안구추적 연동형 주의력 훈련시스템을 사용하여 안구운동을 동반한 주의력 훈련이 뇌손상으로 인지가 저하된 환자의 주의력, 시지각, 기억력, 정보처리속도 향상에 긍정적 영향을 줄 수 있다는 가능성을 검증하였다. 또한 안구운동이 주의력에 영향을 주고 안구운동을 동반한 주의력이 인지전반에 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 사용한 안구추적 시스템은 환자가 PC 모니터에 제시되는 인지 훈련 자극을 보고 있는지 알 수 있고 안구운동에 따라 자극이 움직이게도 하며 눈으로 입력장치의 역할을 할 수 있도록 개발되어 주의력 훈련에 유용하다. 실험 결과 뇌손상을 입은 인지저하 환자들은 정보처리 속도가 빨라졌으며 단기기억과 작업 기억이 향상되었고 선택주의가 필수 요소인 시지각에도 긍정적 영향을 주었다. 이러한 결과는 임상에서 인지재활을 전문적으로 수행하는 작업치료사에게 안구운동과 주의력 향상 훈련의 중요성을 시사한다. 이번 연구는 대조군이 없이 중재 전후의 효과만을 살펴본 연구로 효과를 확인하기에 실험설계상에 제한이 있다. 향후 연구에서는 참가자를 더 많이 확보하고 대조군을 설정한 무작위 대조군 실험을 지속적으로 진행할 필요가 있다. 특히, 인지가 저하된 아동과 안구운동과 관련된 독서장애 환자에게 적용할 필요가 있다. 또한 뇌졸중 환자는 안구운동 자체에도 문제가 있는 환자에게 안구운동 시스템을 적용해 보는 것도 의미있는 연구가 될 수 있을 것이라 기대한다. 뇌손상 환자 등 주의력과 인지기능이 저하된 사람은 학습, 일상생활, 직장 적응과 같은 작업이 어렵다(Bottcher, 1989). 작업치료에서 인지재활의 목적은 환자의 작업수행 개선이므로 본 프로그램이 일상생활 등 작업에 미치는 효과에 대한 연구로 확대하는 것이 바람직하다.

References

- 이정모, 강은주, 김민식, 감기택, 김정오, 박태진, ... 이재식 . (2003). 인지심리학. 서울, 대한민국: 학지사
- 전선희. (1998). 인지장애아용 소프트웨어(THINKable/DOS) 활용이 학습장애 유아의 주의결함에 미치는 영향. Retrieved from http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=6b4a196b69d9bee2&control_no=5ff82183f14f94c0
- Banich, M. T., & Compton, R. J. (2014). *Cognitive Neuroscience*. Boston, MA: Wadsworth Cengage Learning.
- Baumann, O., & Greenlee, M. W. (2009). Effects of attention to auditory motion on cortical activations during smooth pursuit eye tracking. *PLoS ONE*, 4, e7110. doi:10.1371/journal.pone.0007110
- Bogdanova, Y., Yee, M. L., Ho, V. T., & Clcerone, K. D. (2016). Computerized cognitive rehabilitation of attention and executive function in acquired brain injury: A sysmatic review. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 31, 419-433. doi:10.1097/HTR.0000000000000203
- Bottcher, S. A. (1989). Cognitive retraining: A nursing approach of the brain injured. *Nursing Clinics of North America*, 24(1), 193-208.
- DeSchepper, B., & Treisman, A. (1996). Visual memory for novel shapes: Implicit coding without attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22 (1), 27-47. doi:10.1037/0278-7393.22.1.27
- Donahue, C. B. (2004). *Attention process training with a community-based sample of individuals with traumatic brain injuries*(Doctorial dissertation). Walden University, Washington.
- Duncan, J. (2001). Attention. In R. A. Wilson & F. C. Keil (Eds.), *The MIT encyclopedia of the cognitive sciences* (pp. 39-41). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hill, N. L., Mogle, J., Colancecco, E., Dick, R., Hannan, J., & Lin, F. V. (2015). Feasibility study of an attention training application for older adults. *International Journal of Older People Nursing*, 10, 241-249. doi: 10.1111/opn.12092
- Huestegge, L., & Koch, I. (2012). Eye movements as a gatekeeper for memorization: evidence for the persistence of attentional sets in visual memory search. *Pyschological Research*, 76, 270-279. doi:10.1007/s00426-011-0345-4
- Hutton, S. B., & Tegally, D. (2005). The effects of dividing attention on smooth pursuit eye tracking. *Experimental Brain Research*, 163, 306-313. doi:10.1007/s00221-004-217-z
- Jeter, C. B., Patel, S. P., & Sereno, A. B. (2011). Novel n-back spatial working memory task using eye movement response. *Behavior Research Methods*, 43, 879-887. doi: 10.3758/s13428-011-0093-9
- Johnson, A., & Proctor, R. W. (2004). *Attention theory and practice*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Kapoula, Z., Yang, Q., Bonnet, A., Bourtoire, P., & Sandretto, J. (2010). EMDR effects on pursuit eye movements. *PLoS ONE*, 5, e10762. doi:10.1371/journal.pone.0010762
- Kim, Y. H., Shin, S. H., Park, S. H., & Ko, M. H. (2001). Cognitive assessment for patient with brain injury by computerized neuropsychological test. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 25, 209-216.
- Kim, Y. G. (2017). The evaluation on clinical applicability and validation for eye tracking-linked attention training system. *Journal of Korean Society of Cognitive Rehabilitation*, 6(2), 5-23.
- Kwon, Y. C., & Park, J. H. (1989). Korean version of Mini-Mental State Examination(MMSE-K) part I : Development of the test for the elderly.

- Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 28(1), 125-135.
- Lee, H. R., Kim, J. Y., & Han, D. S. (2012). A Survey on the cognitive rehabilitation of occupational therapy in Korea. *Journal of Korean Society Of Occupational Therapy*, 20(2), 73-84.
- Lee, J. B., & Sohlberg, M. M. (2013). Evaluation of attention training and metacognitive facilitation to improve reading comprehension in aphasia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 22, 318-333. doi:10.1044/1058-0360(2013/12-0099)
- Mall, J. T., Morey, C. C., Wolff, M. J., & Lehnert, F. (2014). Visual selective attention is equally functional for individuals with low and high working memory capacity: Evidence from accuracy and eye movements. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 1998-2014. doi:10.3758/s13414-013-0610-2
- Mazer, B. L., Sofer, S., Korner-Bitensky, N., Gelinas, I., Hanley, J., Wood-Dauphinee, S. (2003). Effectiveness of a visual attention retraining program on the driving performance of clients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 541-550. doi:10.1053/apmr.2003.50085
- Moore, T., & Fallah, M. (2001). Control of eye movements and spatial attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 1273-1276. doi:10.1073/pnas.98.3.1273
- Najemnik, J., & Geisler, W. S. (2005). Optimal eye movement strategies in visual search. *Nature*, 434, 387-391. doi:10.1038/nature03390
- Nelles, G., Pscherer, A., de Greiff, A., Forsting, M., Gerhard, H., Esser, J., & Diener, H. C. (2009). Eye-movement training-induced plasticity in patients with post-stroke hemianopsia. *Journal of Neurology*, 256, 726-733. doi:10.1007/s00415-009-5005-x
- Oh, M. A., Shin, Y. O., Lee, T. Y., & Kim, J. S. (2003). A study on the cognitive function by MMSE in the urban elderly. *Chungnam Medical Journal*, 30, 101-113.
- Posner, M. I., & Fernandez-Duque, D. (1999). Attention in the human brain. In R. A. Wilson & F. C. Keil (Eds.), *The MIT encyclopedia of the cognitive sciences* (pp. 43-46). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Rock, I., & Gutman, D. (1981). The effect of inattention on form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 275-285. doi:10.1037/0096-1523.7.2.275
- Sternberg, R. J. (2003). *Cognitive psychology*. Scottsdale, AZ: Thomson Learning.
- Seya, Y., & Mori, S. (2012). Spatial attention and reaction times during smooth pursuit eye movement. *Attention, Perception, & Psychophys*, 74, 493-509. doi:10.3758/s13414-011-0247-y
- Suzanne, L. BC., Valery, L. F., Carlene, M. M. Varsha, P., Hugh, S., & Anthony, R. (2009). Reducing attention deficits after stroke using attention process training: A randomized controlled trial. *Stroke*, 40, 3293-3298. doi:10.1161/STROKEAHA.109.558239
- Theeuwes, J., Belopolsky, A., & Olivers, C. N. (2009). Interactions between working memory, attention and eye movements. *Acta Psychologica*, 132, 106-114. doi:10.1016/j.actpsy.2009.01.005
- Winkens, I., Van Heugten, C. M., Wade, D. T., Habets, E. J., & Fasotti, L. (2009). Efficacy of time pressure management in stroke patients with slowed information processing: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 1672-1679. doi:10.1016/j.apmr.2009.04.016
- Wolinsky, F. D., Vander Weg, M. W., Howren, M.

- B., Jones, M. P., & Dotson, M. M. (2013). A randomized controlled trial of cognitive training using a visual speed of processing intervention in middle aged and older adults. *PLoS ONE*, 8, e61624. doi:10.1371/journal.pone.0061624
- Žagavec, B. S., Lešnik, V. M., & Goljar, N. (2015). Training of selective attention in work-active stroke patients. *International Journal of Rehabilitation Research*, 38, 370–372. doi:10.1097/MRR.0000000000000127.

Abstract

The Effects of Eye Tracking-linkaged Attention Training System for the Cognition in Brain Injury: Pilot Study

Kim, Young-Geun*, Ph.D. O.T.

Kang, Yoon-Kyu**, M.Sc. O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Dae-gu Health College

**Dept. of Occupational Therapy, Dae-gu Health College Hospital

Objective: The purpose of study was to verify the clinical effect of a attention training with eye movement program(called EYAS) for recovering the attention and cognition in brain injury.

Methods: For this purpose, 7 stroke and TBI with cognitive disabilities participated in a clinical experiment to verify the effect of attention training with eye movement program. The intervention tool was the eye tracking-linkaged attention training system(EYAS) which is computer -based cognitive rehabilitation program. All participant were evaluated with four standardized assessment tools(MMSE-K, MVPT, CNT) before, middle, after the planned intervention sessions. Cognitive interventions were intensively carried out for 16weeks, half an hour per session, 3 times a week.

Results: The results were as follows. Three intervention periods for MVPT and CNT showed differences in cognitive abilities after the interventions as expected. The attention, response speed, memory, visual perception were improved significantly compared to before intervention. The cognition(MMSE-K, MVPT, CNT) scores after EYAS interventions were higher than before it's interventions.

Conclusion: These results indicate that the attention training with eye movement program have effects on improving cognitive abilities(memory, visual perception) and response speed in brain injury patients. Further studies are needed to verify the effect on various group and more participants(ex, child).

Key words: Attention, Cognition, EYAS, Eye movement, Eye-tracking