

# 안구 운동이 노인의 인지능력 변화에 미치는 융합적 분석

배세현, 김경윤\*  
동신대학교 물리치료학과

## Convergent Analysis of Old People Eye Movement Training on Change of Cognitive Ability

Seahyun Bae, Kyung-Yoon Kim\*

Dept. of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Dongshin University

요 약 본 연구는 55명의 노인 대상자를 무작위로 급속안구운동(saccadic eye movement, SEM)군과 원활추종눈운동(smooth pursuit eye movement, SPEM) 두 군으로 구분하여 4주 동안 안구운동을 실시한 후 사건관련 전위(event-related potentials)중 P300의 전위값과 잠복기 그리고 MMSE-DS를 사용하여 안구운동이 인지능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 SEM과 SPEM 군의 P300 전위값은 유의하게 상승하였으며, P300의 잠복기는 유의하게 짧아졌다. MMSE-DS 결과 두 군 모두 유의한 상승을 나타냈으며, 군간 비교 시 SEM군은 지남력, SPEM군은 주의력에서 유의한 차이를 나타내었다. 결론적으로 SEM과 SPEM은 노인의 인지능력을 향상 및 유지를 시킬 수 있으며 치매예방과 경도 치매에 대한 치료 도구로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

주제어 : 인지능력, 치매, 안구운동, 노인, 급속안구운동, 원활추종눈운동

**Abstract** The objective of the present study was to investigate the effect of eye movement on cognitive ability using Mini-Mental State Examination for Dementia Screening (MMSE-DS) and the amplitude and latency of P300 from event-related potentials after 55 elderly participants were randomly stratified into the saccadic eye movement (SEM) group and the smooth pursuit eye movement (SPEM) group, and performed eye movement for 4 weeks. As a result, P300 amplitude significantly increased and P300 latency significantly shortened in the SEM and SPEM groups. MMSE-DS showed a significant increase in both groups; upon comparing the groups, the SEM group showed a significant difference in orientation and the SPEM group in attention. In conclusion, it is thought that SEM and SPEM can improve and maintain the cognitive ability of the elderly and may be used as therapeutic tools for dementia prevention and mild dementia.

**Key Words** : Cognitive ability, Dementia, Eye movement, Older people, Saccadic eye movement, Smooth pursuit eye movement

### 1. 서론

현재 우리나라는 눈부신 의료과학기술의 발전으로 기대수명이 2006년 78.8세에서 2015년에는 82.1세로 증가되어 고령화 속도가 빨라지고 있으며[1], 노인성 질환에 대

한 사회적 비용이 증가하고 있다. 65세 이상 노인의 인지 기능 저하로 발생하는 치매(Dementia)의 진료비는 1,232.1%로 매우 크게 증가되었으며, 이러한 비용의 증가는 뇌혈관질환, 파킨슨병, 기타퇴행성 질환 보다 높게 나타났다[2].

\*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2017R1C1B5017974).

\*Corresponding Author : Kyung-Yoon Kim (redbead7@daum.net)

Received March 28, 2018

Revised May 8, 2018

Accepted May 20, 2018

Published May 28, 2018

인지기능 손상의 대표적인 정신장애로 나타나는 치매는 행동장애, 기억장애, 성격변화 등으로 인하여 일상생활과 사회생활에 큰 문제를 가져온다[3]. 이러한 문제로 인하여 가족이나 지역사회단체가 감당하기 어려운 부담을 발생시켜 가족 갈등, 노인 학대 등 사회적 문제를 일으킨다[4]. 65세 이상 고령인구 치매 유병률이 2013년은 약 54만 명(9.39%)이었고, 2020년 약 84만 명(10.39%)에서 2050년에는 약 271만 명(15.06%)으로 예상된다[5].

이렇듯, 노인인구의 증가로 치매 환자가 크게 증가할 것이며 가족, 지역사회에 큰 부담을 가져올 것이다. 그러므로 노인들이 쉽고 편하게 적용할 수 있는 치매 예방 프로그램이 매우 필요한 실정이다.

뇌는 외부의 자극을 통해 신경계를 재조직화는 신경가소성(neuroplasticity)이 존재한다[6]. 그러므로 노인에게 적절한 외부 자극을 적용하여 인지기능을 향상시킨다면 치매 예방에 도움이 될 것이다.

뇌는 나이가 들어가면서 뇌 위축이 발생하는데 이마엽 영역에서 그 변화가 크게 일어난다. 이마엽 영역의 기능은 주의력(attention), 기억력, 언어능력 등의 인지적 측면에 관련이 있다. 이러한 이유로 노인은 인지기능의 감소가 발생할 것이다. 또한, 이마엽 영역의 위축은 치매 환자의 기억력 저하 원인으로 보고되고 있다[7].

이마엽에는 안구운동이 존재하는데 이 영역은 자발적인 안구운동을 담당하며 시지각 능력과 주의력, 기억력의 발달에 관여한다. 인간은 생후 안구운동의 시작으로 이마엽을 발달시키고 노화가 진행 되면서 이마엽이 감소하여 안구운동에 영향을 미치게 된다[8]. 안구 움직임에 손상이 생기면 인지기능에 문제가 발생되어 주의력과 지남력의 저하, 정교한 과제 수행에 긴 시간이 요구된다고 하였다[9]. 즉, 이마엽 영역은 복잡한 사고를 처리하는 인지기능을 담당하며 안구운동이 그 기초가 되는 것이다.

다양한 안구운동 중 급속안구운동(saccadic eye movement, SEM)은 이동하는 물체를 추적하는 안구운동 중에서 가장 빠른 안구운동이며, 감각적이고 반사적 시각 자극을 제공 한다[9]. 천천히 움직이는 물체를 명확하게 볼 수 있는 것은 움직이는 물체의 상을 중심오목(fovea)에 안정적으로 맺혀있게 하는 원활추종눈운동(smooth pursuit eye movement, SPEM) 때문에 가능하다[10]. Hutton과 Tegally[11]은 원활추종눈운동이 주의력 조절과 관련이 있다고 하였으며, 주의 과정(attentional processes)에 공통된 신경기질(neural substrate)있다고

하였다. 또한, Commodari과 Guarnera[12]은 60세 이상은 주의 효율성( attentive efficiency)이 연령과 관련하여 감소하여 일상생활에 많은 문제점을 발생시킨다고 하였다.

노인은 빠르게 나타나는 물체에서 정보를 습득하여 신체를 보호하거나 상황에 맞는 행동을 하는 능력이 점점 감소하며[13], 주의력도 감소하게 된다[12]. 그러므로 안구운동을 통해서 감각-운동 정보처리와 인지정보 처리 능력이 향상되어 일상생활에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 치매 예방 및 치매 치료를 목적으로 안구운동 프로그램을 적용하여 노인들의 인지기능 향상에 영향을 미치는지 알아보고자 하며 치매 프로그램의 다양성과 접근성을 높이고자 한다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상

본 연구는 G power 프로그램을 사용하여 independent t-test분석에 필요한 유의수준 0.05, 효과크기 0.8, 검정력 0.8로 하였을 때 적정 표본수가 26명으로 나와 본 연구의 목표 대상자 수를 26명 이상으로 하여 노인 대상자를 아래 기준으로 모집하였다.

- 1) 65세 이상이며 MMSE-DS 18점 이상 인자
- 2) 양안 교정시력이 0.5이상 인자
- 3) 안구 움직임에 신경학적 병변이 없는 자
- 4) 우울증, 조현병 등 정신과질환이 없는 자
- 5) 연구 참여에 동의한 자

Table 1. The general characteristics of subjects

Characteristics	SEM (n=27)	SPEM (n=28)
Age(years)	75.15(6.84) <sup>a</sup>	76.64(6.38)
Sex(M : F)	8 : 19	7 : 21
MMSE-DS(pre)	19.11(2.14)	19.46(3.12)

MMSE-DS, Mini-Mental State Examination for Dementia Screening; SEM, Saccadic eye movement; SPM, Smooth pursuit eye movement. <sup>a</sup>M(SD).

### 2.2 연구방법

본 연구는 2017년 3월부터 10월까지 실시하였으며, 대상자는 동의서를 작성한 노인을 대상으로 카드 뽑기를

하여 급속안구운동군(SEM, n=27)과 원활추중안구운동군(SPEM, n=28)으로 무작위 배정되었다.

### 2.2.1 안구운동방법

SEM 안구운동은 시선을 모니터 왼쪽 중앙의 물체를 1.5초 동안 고정한 후 4가지 방향 순서로 출현하는 물체를 향해 안구를 빠르게 이동시키게 하였다. 나타나는 물체는 1.5초 동안 멈춘 후 다음 순서에 따라 사라지고 나타나게 하였다. 4가지 방향은 약 5분의 시간이 소요되며, 이것을 1set로 하며 4set를 시행하여 약 20분이 소요되었다(Fig. 1).

SPEM 안구운동은 시선을 모니터 왼쪽 중앙에서 대상 물체가 나타나 4가지 방향 순서로 물체가 약 7초 동안 부드럽게 흐르게 하였고 대상자에게는 물체를 눈으로 따라가게 하였다. 4가지 방향은 약 5분의 시간이 소요된다. 이것을 1set로 하며, 4set를 시행하여 약 20분이 소요되었다(Fig. 1).

두 군의 대상자들은 안구운동 4set를 주5일×4주 동안 총 20회 400분 수행하였다.

안구운동 환경 통제는 Stuart 등[14]의 프로토콜을 참고하여 대상자의 머리 움직임을 고정된 후 편안한 의자에 앉아 모니터에 나타나는 안구운동 프로그램 화면을 주시하게 하였다.

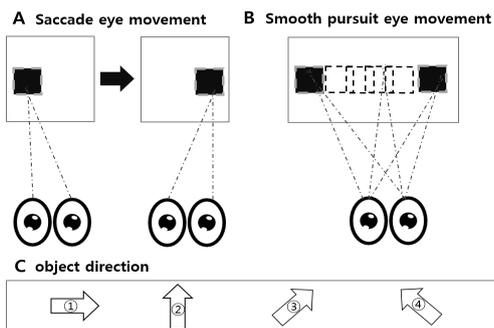


Fig. 1. Eye exercise program

### 2.2.2 측정방법

뇌의 인지기능은 시각 Oddball 과제를 사용하여 P300을 측정하였다. P300 측정은 국제 10-20system에 따라 Fz, Cz, C3, C4, Pz에서 측정하고 접지는 앞이며, 기준전극은 A1, A2에 부착하였다(Fig. 2). 자극제시를 기준으로 100 ms부터 자극 후 800 ms까지를 분석 시점으로 잡고 목

표 자극에서 250~700 ms 부위에서 발현되는 가장 큰 양성 전위를 P300으로 정의하였다[15].

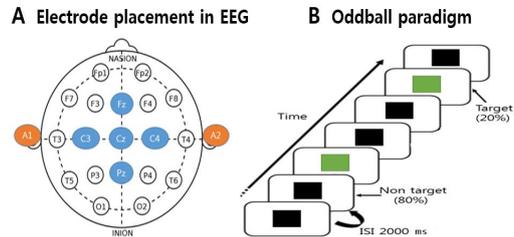


Fig. 2. Electrode placement and Oddball paradigm

시각 Oddball 자극은 흰색 바탕의 화면에 검정 블록의 표준 자극(nontarget)을 80%로, 녹색 블록의 목표 자극(target)은 20%로 무작위로 제시하고 자극 간 간격(inter-stimulus interval)은 2000ms로 설정하였다(Fig. 2). 대상자는 목표 자극을 볼 때, 오른손 검지로 버튼을 누르게 하였다. 연습은 20회 시행하고, 측정 시행은 400회(표준 자극 320회, 목표 자극 80회) 수행하였다[15].

대상자의 전·후 인지기능을 측정하기 위해 MMSE-DS를 사용하였다. MMSE-DS는 19문항, 0-30점의 점수 범위를 가지며 점수가 높을수록 인지기능이 좋다고 나타낸다[16]. 본 연구에서는 지남력(10문항), 주의력(1문항), 기억력(2문항), 언어능력(3문항), 구성능력(1문항), 판단력(2문항)으로 평가 점수를 분류하였다.

안구운동 전·후에서 얻은 측정치를 SPSS Statistics 18.0 통계 프로그램을 이용하여 비교분석하였다. 각 그룹 내의 전후의 차이를 비교하기 위해 Paired t-test를 사용하였고, 군간 비교를 위해 ANCOVA를 사용하였다. 유의수준( $\alpha$ )은 0.05로 설정하였다.

## 3. 결과

### 3.1 P300 전위값

안구운동 전·후 각 군의 P300 전위값을 분석한 결과, SEM의 Fz, C3, C4( $p < 0.05$ ), Cz, Pz( $p < 0.001$ )는 유의한 증가를 나타냈으며, SPEM의 Fz, C4, Cz, Pz( $p < 0.05$ ), C3( $p < 0.001$ )도 유의한 증가가 나타났다(Table 2).

Table 2. The change of P300 amplitude ( $\mu V$ )

	SEM (n=27)		SPEM (n=28)	
	Pre	Post	Pre	Post
Fz	11.03(3.13)	12.21(2.79)*	12.03(3.05)	14.02(3.78)*
C3	11.15(2.45)	12.47(2.71)*	12.26(3.68)	14.01(3.40)**
Cz	10.08(2.07)	12.65(3.37)**	9.90(2.14)	12.96(2.87)*
C4	10.30(2.75)	12.27(3.36)*	10.99(2.87)	12.80(2.78)*
Pz	13.03(2.23)	16.07(2.92)**	12.86(2.42)	15.07(3.02)*

SEM, Saccadic eye movement; SPM, Smooth pursuit eye movement.  
<sup>a</sup>M(SD). \*p<0.05,\*\*p<0.001 from pretest within the group

### 3.2 P300 잠복기

안구운동 전·후 각 군의 P300 잠복기를 분석한 결과, SEM의 Fz, C3, C4, Cz(p<0.05), Pz(p<0.001)는 유의한 감소를 나타냈으며, SPEM의 Fz, C3, Cz, Pz(p<0.05), C4(p<0.001)도 유의한 감소가 나타났다(Table 3).

Table 3. The change of P300 latency (ms)

	SEM (n=27)		SPEM (n=28)	
	Pre	Post	Pre	Post
Fz	405.52(17.36)	389.73(26.99)*	408.32(19.86)	392.48(31.40)*
C3	407.18(19.62)	393.43(27.38)*	401.47(22.68)	385.33(32.49)*
Cz	401.14(21.60)	383.81(30.41)*	404.77(23.17)	386.32(27.60)*
C4	403.58(16.62)	386.25(33.54)*	409.97(23.12)	382.46(24.86)**
Pz	410.95(17.56)	381.47(31.96)**	403.00(24.49)	380.34(29.20)*

SEM, Saccadic eye movement; SPM, Smooth pursuit eye movement.  
<sup>a</sup>M(SD). \*p<0.05,\*\*p<0.001 from pretest within the group

### 3.3 MMSE-DS (score)

안구운동 전·후 MMSE-DS 분석 결과 SEM은 지남력(p<0.001), 주의력, 기억력(p<0.05)의 증가가 나타났으며, SPEM의 지남력, 기억력(p<0.05), 주의력(p<0.001)도 유의한 증가가 나타났다. 또한, 두 군 모두 전체 점수에서 유의한 증가가 나타났다(p<0.001). 군간 비교 시 지남력(p<0.001), 주의력, 전체점수(p<0.05)에서 유의한 차이가 나타났다(Table 4).

Table 4. The change of MMSE-DS (score)

	SEM (n=27)		SPEM (n=28)	
	Pre	Post	Pre	Post
Orientation <sup>##</sup>	6.15(1.26) <sup>a</sup>	7.81(0.92)**	6.54(1.04)	6.82(0.98)*
Attention <sup>†</sup>	3.52(0.64)	3.89(0.89)*	3.54(0.58)	4.36(0.73)**
Memory	4.19(0.79)	4.59(0.75)*	4.11(0.92)	4.32(0.90)*
Language	3.93(0.55)	4.07(0.68)	3.93(0.86)	4.00(0.82)
Copy	0.22(0.42)	0.33(0.48)	0.29(0.46)	0.39(0.50)
Judgment	1.11(0.42)	1.07(0.47)	1.07(0.38)	1.18(0.39)
Total <sup>††</sup>	19.11(2.14)	21.78(2.04)**	19.46(3.12)	21.07(2.57)**

SEM, Saccadic eye movement; SPM, Smooth pursuit eye movement.  
<sup>a</sup>M(SD). \*p<0.05,\*\*p<0.001 from pretest within the group; <sup>†</sup>p<0.05, <sup>##</sup>p<0.001 between the two groups

## 4. 고찰 및 결론

인간이 태어나면 안구운동의 시작으로 이마엽을 발달시키고 노화가 진행 되면서 이마엽이 감소하여 안구운동에 부정적 영향을 미치게 되며, 인지기능의 저하를 발생시킨다고 하였다[8]. Noiret 등[9]은 젊은 성인, 65세 이하, 65세 이상 3군으로 나뉘 나이에 따른 안구움직임의 변화가 인지미치는 영향을 알아본 결과 나이가 증가할수록 안구움직임의 잠복기 길어지며 이는 중추신경계에서 처리시간이 늦어져 인지능력 또한 감소한다고 하였다. Noiret 등[17]은 이러한 매개 변수 이상은 선택적 주의(selective attention) 장애와 실행 주의(executive attention) 이상을 반영한다고 하였다. 즉, 노인들은 안구움직임의 저하를 가져오며 이는 인지능력에 부정적 영향을 미쳐 인지기능에 관련된 질환을 발생 시킬 수 있다. 그러므로 기억과 주의력에 긍정적 효과를 가져 오는 안구운동이 매우 필요하다.

본 연구는 노인에게 SEM, SPEM 안구운동을 적용하여 노인의 인지기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 사건관련 전위(event-related potentials)중 P300 요소 그리고 임상평가로 MMSE-DS를 사용하였다. 사건관련전위는 뇌의 활동 변화를 mm/sec 단위의 시간으로 분석하여 해석할 수 있다. 그 중 P300은 과제를 수행하는 자극을 제시 후 약 300 ms 후에 나타나는 뇌파의 양성파를 말하며 인지기능을 객관적으로 평가하는 지표로 사용되고 있으며[15], 전두엽, 편도, 하두정엽과 연결되는 해마 등의 뇌 부위가 관련 된 것으로 알려져 있다[18].

본 연구에서 각 군의 P300 전위값 변화를 살펴보면 SEM, SPEM군 모두 안구운동을 실시하기 전 보다 전위값이 유의하게 상승된 수치를 나타내었다. P300의 전위값은 자극에 대한 기억력, 주의력, 자극의 인지 등을 반영하는 뇌 활동을 의미한다[18]. Curran[19]는 작업기억의 과정이 복잡하고 선택의 확신이 높을수록 기억 처리 능력과 집중이 필요하기 때문에 P300의 전위값이 상승한다고 하였다. Hatta 등[20]은 노인들에게 습관적인 적당한 운동을 실시 하여 P300 전위값이 상승하였으며 뇌 활동량의 증가를 나타냈다고 하였다. 그러므로 본 연구의 안구운동은 노인의 P300 전위값을 증가 시켰으며 이는 뇌 기능개선에 영향을 준다는 것을 나타낸다.

P300의 잠복기는 주의력을 할당하고 기억을 갱신하는 시간을 나타내며 인지기능의 변화를 의미한다[18]. 건강

한 성인의 잠복기가 1년에 1~2 ms 정도 길어지는 양상을 보여 잠복기가 신경퇴행과정을 반영 한다고 하였다[18]. 본 연구에서 SEM, SPEM군의 P300 잠복기는 안구운동 전과 비교 시 유의하게 짧아졌다. Verleger[21]은 잠복기를 자극의 인지와 유발 자극에 대한 반응 사이의 신경학적 결과라고 하였다. 그러므로 노인에게 적용한 안구운동은 제시하는 자극을 탐지하고 기억 및 조합하는 자극 변별과정에 대한 시간적 단축의 효과를 가져 온 것으로 생각된다. 이러한 결과들은 뇌졸중 환자에게 SEM을 적용하여 시지각 처리(visual perceptual processing)의 향상[22]을 보였다는 보고와 정상 성인 15명에게 SPEM을 적용시켜 주의력 향상[23]을 시켜 인지기능에 긍정적 영향을 미쳤다는 선행 연구 결과와 같다.

안구운동을 적용 후 인지기능의 변화를 알아보기 위하여 MMSE-DS를 분석한 결과 두 군 모두 안구운동 후 MMSE-DS의 언어능력, 구성능력을 제외한 지남력, 주의력, 기억력, 판단력 항목에서 유의하게 상승하였다. 안구운동을 실시하여 재인기억(recognition memory)과제 수행 능력을 분석한 선행연구에서 양측 안구운동이 연상 정보와 맥락적 정보 인출의 향상과[24], 기억이 저장되는 안쪽관자엽(medial temporal lobe)과 이마엽의 상호작용을 향상시켜 기억력을 증가 시킨다고 하였다[25]. 본 연구 결과에서도 안구운동의 적용이 인지영역 중 기억력 부분에 향상을 준 것을 확인 할 수 있었다.

또한, SEM군과 SPEM군 간 비교에서 지남력과 주의력 항목에서 유의한 차이를 나타내었다. SEM 운동 때 뒤마루겔질(posterior parietal cortex)은 시각적인 집중을 자극이 나타난 부위로 유도를 하며 이러한 뒤마루겔질은 지남력을 위해 위둔덕(superior colliculus)에 신호를 보낸다[26]. 즉, SEM은 뒤마루겔질을 활성화 시켜 지남력의 향상을 가져온 것으로 생각된다. 주의력 영역 분야에 관련된 뇌 영역은 이마안구영역(frontal eye field), 보조안구영역(supplementary eye field), 전전두엽 피질(prefrontal cortex), 두정피질(parietal cortex) 그리고 SPEM을 직접 제어하는 소뇌와 연결되어 있으며 이 영역들은 주의력과 매우 밀접한 관계가 있다고 하였다[11,27]. 그러므로 SPEM은 이러한 뇌 영역을 활성화 하여 주의력 향상에 긍정적 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구 결과 노인을 대상으로 적용한 SEM과 SPEM은 P300 전위값의 상승, 잠복기의 감소를 나타내었다. 또한, 임상적 평가로 MMSE-DS를 살펴본 결과 SEM과

SPEM 모두 인지기능의 향상을 나타내었는데 SEM은 인지기능 항목 중 지남력의 항목이 SPEM은 주의력의 항목에 더 큰 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 이러한 안구운동은 다른 운동과 달리 시간과 장소에 구애받지 않고 간편하게 적용하여 인지능력을 향상 및 유지를 시킬 수 있으며 인지 저하로 발생하는 치매예방과 경도 치매 환자에게 치료 도구로 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구의 제한점으로는 대상자가 한 지역으로 편중이 되어 있으며 여성의 비율이 높아 연구 결과를 전체 노인에게 일반화하기는 어려움이 있다. 향후 연구에서는 연구 결과의 일반화를 위해 대상자 범위를 넓히고 다양한 프로토콜의 안구운동을 적용하여 인지기능의 변화를 알아보는 후속 연구를 진행해야 할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- [1] Korea National Statistics Office. (2016). *Population projections 2015~2065*. Daejeon : KOSIS.
- [2] Korea Insurance Development Institute. (2011). *Analysis of medical care trends of geriatric diseases*. Seoul : KIDI
- [3] I. McDowell. (2001). Alzheimer's disease: insights from epidemiology. *Aging (Milano)*, 13(3), 143-162.
- [4] H. J. Lee, J. W. Lee & J. Y. Lee. (2015). Family caregiver's burden for the elderly with dementia : moderating effects of social support. *Journal of Institute for Social Sciences*, 26(1), 345-367.  
DOI : 10.16881/jss.2015.01.26.1.345
- [5] Ministry of Health and Welfare. (2012). *Dementia prevalence survey*. Sejong : MOHW.
- [6] P. Müller et al. (2017). Evolution of neuroplasticity in response to physical activity in old age: the case for dancing. *Front Aging Neurosci*, 9(56).  
DOI : 10.3389/fnagi.2017.00056
- [7] E. Bauer, M. Toepper, H. Gebhardt, B. Gallhofer & G. Sammer. (2015). The significance of caudate volume for age-related associative memory decline. *Brain Res*, 1622, 137-148.  
DOI : 10.1016/j.brainres.2015.06.026
- [8] M. R. MacAskill & T. J. Anderson. (2016). Eye movements in neurodegenerative diseases. *Curr Opin Neurol*, 29(1), 61-68.  
DOI : 10.1097/WCO.0000000000000274
- [9] N. Noiret, B. Vigneron, M. Diogo, P. Vandell & É.

- Laurent. (2017). Saccadic eye movements: what do they tell us about aging cognition?. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*, 24(5), 575-599.  
DOI : 10.1080/13825585.2016.1237613
- [10] P. Naicker, S. Anoopkumar-Dukie, G. D. Grant & J. J. Kavanagh. (2017). Medications influencing central cholinergic neurotransmission affect saccadic and smooth pursuit eye movements in healthy young adults. *Psychopharmacology (Berl)*, 234(1), 63-71.  
DOI : 10.1007/s00213-016-4436-1
- [11] S. B. Hutton & D. Tegally. (2005). The effects of dividing attention on smooth pursuit eye tracking. *Exp Brain Res*, 163(3), 306 - 313.  
DOI : 10.1007/s00221-004-2171-z
- [12] E. Commodari & M. Guamera. (2008). Attention and aging. *Aging Clin Exp Res*, 20(6), 578-584.
- [13] J. K. Hartshorne & L. T. Germine. (2015). When does cognitive functioning peak? The asynchronous rise and fall of different cognitive abilities across the life span. *Psychol Sci*, 26(4), 433-443.  
DOI : 10.1177/0956797614567339
- [14] S. Stuart, B. Galna, S. Lord & L. Rochester. (2016). A protocol to examine vision and gait in Parkinson's disease: impact of cognition and response to visual cues. *F1000Res*, 4, 1379.  
DOI : 10.12688/f1000research.7320.2
- [15] E. Saliassi, L. Geerligs, M. M. Lorist & N. M. Maurits. (2013). The relationship between P3 amplitude and working memory performance differs in young and older adults. *PLoS One*, 8(5), e63701.  
DOI : 10.1371/journal.pone.0063701
- [16] T.H. Kim et al. (2010). Korean version of mini mental status examination for dementia screening and its' short form. *Psychiatry Investig*, 7(2), 102-108.  
DOI : 10.4306/pi.2010.7.2.102
- [17] N. Noiret et al. (2018). Saccadic Eye Movements and Attentional Control in Alzheimer's Disease. *Arch Clin Neuropsychol*, 33(1), 1-13.  
DOI : 10.1093/arclin/acx044
- [18] J. Polich. (1996). Meta-analysis of P300 normative aging studies. *Psychophysiology*, 33(4), 334-353.
- [19] T. Curran. (2004). Effects of attention and confidence on the hypothesized ERP correlates of recollection and familiarity. *Neuropsychologia*, 42(8), 1088-1106.  
DOI : 10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.011
- [20] A. Hatta et al. (2005). Effects of habitual moderate exercise on response processing and cognitive processing in older adults. *Jpn J Physiol*, 55(1), 29-36.  
DOI : 10.2170/jjphysiol.R2068
- [21] R. Verleger. (1997). On the utility of P3 latency as an index of mental chronometry. *Psychophysiology*, 34(2), 131-156.
- [22] A. van Wyk, C. A. Eksteen & P. Rheeder. (2014). The effect of visual scanning exercises integrated into physiotherapy in patients with unilateral spatial neglect poststroke: a matched-pair randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair*, 28(9), 856-873.  
DOI : 10.1177/1545968314526306
- [23] J. L. Stubbs, S. L. Corrow, B. Kiang, W. J. Panenka & J. J. Barton. (2018). The effects of enhanced attention and working memory on smooth pursuit eye movement. *Exp Brain Res*, 236(2), 485-495.  
DOI : 10.1007/s00221-017-5146-6
- [24] A. Parker, S. Relph & N. Dagnall. (2008). Effects of bilateral eye movements on the retrieval of item, associative, and contextual information. *Neuropsychology*, 22(1), 136-145.  
DOI : 10.1037/0894-4105.22.1.136
- [25] A. Parker & N. Dagnall. (2007). Effects of bilateral eye movements on gist based false recognition in the DRM paradigm. *Brain Cogn*, 63(3), 221-225.  
DOI : 10.1016/j.bandc.2006.08.005
- [26] J. C. Culham & N. G. Kanwisher. (2001). Neuroimaging of cognitive functions in human parietal cortex. *Curr Opin Neurobiol*, 11(2), 157-163.
- [27] R. Contreras, J. Ghajar, S. Bahar & M. Suh. (2011). Effect of cognitive load on eye-target synchronization during smooth pursuit eye movement. *Brain Res*, 1398, 55-63.  
DOI : 10.1016/j.brainres.2011.05.004

배 세 현 (Seahyun Bae)

[정회원]



- 2011년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2014년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2013년 2월 ~ 2015년 2월 : 청암대학교 물리치료과 초빙교수
- 2015년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 신경계물리치료, 임상전기생리
- E-Mail : b6881@naver.com

김 경 윤(Kyung-Yoon Kim)

[정회원]



- 2004년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (물리치료학석사)
- 2007년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 교수

- 관심분야 : 운동치료학, 신경과학
- E-Mail : redbead7@daum.net