

## 대학생, 정상 노인 및 파킨슨병 환자의 미래계획 기억 비교

편지영\* · 강연욱<sup>†,‡</sup> · 박재철<sup>†,‡</sup>  
김윤중<sup>‡</sup> · 박근석<sup>§</sup> · 한일우\*

효자병원\*, 한림대학교 심리학과<sup>†</sup>  
한림대학교성심병원 신경과<sup>‡</sup>  
한림대학교 교령사회연구소<sup>§</sup>

Received: May 22, 2012  
Revision received: July 25, 2012  
Accepted: July 25, 2012

### Address for correspondence

Yeonwook Kang, Ph.D.  
Department of Psychology, Hallym University,  
39 Hallymdaehakgil, Chuncheon 200-702, Korea  
Tel: +82-33-248-1724  
Fax: +82-33-256-3424  
E-mail: ykang@hallym.ac.kr

\*본 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 수정,  
보완한 것으로 한국학술진흥재단의 지원(KRF-  
2007-411-J01902)에 의하여 연구가 수행되었음.

## A Comparison of the Prospective Memory among College Students, Normal Elderly, and Parkinson's Disease Patients

Jiyoung Pyun, M.A. \*, Yeonwook Kang, Ph.D.<sup>†,‡</sup>, Jaeseol Park, M.A.<sup>†,‡</sup>,  
Yun Joong Kim, M.D.<sup>‡</sup>, Kunseok Park, Ph.D.<sup>§</sup>, Il-Woo Han, M.D.\*

Hyoja Geriatric Hospital\*, Yongin; Department of Psychology<sup>†</sup>, Hallym University, Chuncheon; Department of Neurology<sup>‡</sup>, Hallym University Sacred Heart Hospital, Anyang; Hallym University Institute of Aging<sup>§</sup>, Chuncheon, Korea

**Background:** This study was conducted to examine the effects of normal aging and cerebral pathology on the prospective memory and the relationships between the prospective memory and frontal lobe functions. **Methods:** The subjects were 30 college students, 30 normal elderly, and 30 Parkinson's disease patients. There was no significant difference in the mean age or education level between the normal elderly and Parkinson's disease patients. The Cambridge Prospective Memory Test and the Prospective and Retrospective Memory Questionnaire were administered to evaluate the prospective memory. The Seoul Verbal Learning Test and Rey Complex Figure Test were given to assess the verbal and visual episodic memories. The subjects also took the Sorting Test, the Korean-Color Word Stroop Test, and the Iowa Gambling Task to assess the frontal lobe functions. **Results:** The results showed that the prospective memory declines with aging and pathological process. The normal elderly showed significantly lower scores on the time-based prospective memory than the event-based prospective memory, although the college students and Parkinson's disease patients did not show any differences between them. Many significant correlations were found between the prospective memory tests and frontal lobe tests in the normal elderly and Parkinson's disease patients, although only a few correlations were found in the college students. **Conclusions:** These quantitative and qualitative changes in the prospective memory by aging and frontal lobe dysfunction would support the de-differentiation hypothesis of aging.

**Key Words:** Prospective memory, Aging, Frontal lobe function, Parkinson's disease, Dedifferentiation hypothesis

## 서 론

일반적으로 “기억”은 과거에 배운 내용이나 과거에 있었던 일들을 상기하는 것을 말한다. 그러나 일상생활에서는 과거에 있었던 일을 회상하는 것뿐만이 아니라 앞으로 해야 할 일을 기억하는 것도 매우 중요하다. 정해진 날짜에 세금을 납부하고, 친구의 생일날에 잊지 않고 전화를 하고, 예약 날짜와 시간에 맞추어 병원에 가며, 등교 길에 도서관에서 책을 대출하여 수업 시간에 가지고 가야 한다는 사실을 기억하고 행하는 일 등이 그러하다. 이처럼 적절한 때에 계획했던 행동이나 의도를 기억해서 수행하는 것을 미래계획기억(prospective memory)이라고 한다. 그리고 이와 구분하여 과거에 접했던 사람이나 사건 등을 기억하는 것을 과거기억 또는 과거 경험에 대한 기억(retrospective memory)이라고 부른다[1]. 미래계획기억력이 저하되면 약을 시간에 맞춰 복용하지 못하거나, 가스 불을 잊고 끄지 않아서 화재가 발생할 수 있는 등 개인의 건강과 안전에

매우 중요한 결과를 가져올 수 있다. 특히 혼자 살거나, 가족들과 함께 살더라도 가족들이 모두 직장이나 학교에 가 있어서 하루 종일 혼자서 생활해야 하는 노인 인구가 증가하는 요즘 미래계획기억은 더욱 주목을 받고 있다.

미래계획기억은 외부의 단서나 자극이 없이 자기 주도적으로 수행해야 하기 때문에 나이가 들수록 더욱 저하된다고 알려져 있다 [2]. 일부 연구들은 노화에 따른 미래계획기억의 쇠퇴가 노화에 따른 과거기억의 쇠퇴보다 더 현저하다고 보고하였으나 [3-4] 또 다른 연구들은 젊은 성인군과 노인의 미래계획기억과 과거기억이 차이가 없다고 보고하였다 [8, 9].

Einstein과 McDaniel [9]은 이러한 혼재된 연구 결과는 미래계획기억에 관한 연구들이 사건의존적 미래계획기억과 시간의존적 미래계획기억을 구분하지 않고 연구하였기 때문이라고 설명하였다. 사건의존적 미래계획기억은 특정한 상황이 되었을 때 어떤 일을 기억하여 수행하는 것으로 이 경우에는 기억을 상기시키는 단서가 외부

에서 주어진다. 그러나 시간의존적 미래계획기억은 특정한 시간이 경과하거나 특정한 시간이 되었을 때 시간의 흐름을 인식하고 스스로 기억해서 어떤 일을 수행하는 것이므로 사건의존적 미래계획기억보다 상대적으로 좀 더 어려울 수 있다. 즉 시간의존적 미래계획기억은 회상을 할 때 좀더 자기 주도적이기 때문에 인출 시에 성공할 가능성이 사건의존적 미래계획기억보다 상대적으로 낮다. Einstein과 McDaniel을 비롯한 여러 학자들의 이같은 지적[10, 11] 이후로는 대부분의 연구들이 미래계획기억을 사건의존적 과제와 시간의존적 과제로 나누어 평가했으며 노화에 따른 효과가 사건의존적 과제보다는 시간의존적 과제에서 더 크게 나타난다고 보고하였다[12-15].

몇몇 연구들은 두뇌 손상 이후에 기억력이 어떻게 변화되는가에 대한 연구를 통해서 실제로 미래계획기억과 과거기억의 신경·병리적인 기초가 다르다고 보고하였다. 간질로 좌측 측두엽 절제술을 받은 환자는 과거기억 과제와 미래계획기억 과제에서 모두 저조한 수행을 보였으나 전뇌동맥류로 전두엽이 손상된 환자는 미래계획기억 과제에서만 수행이 저하되었는데[16] 이러한 결과는 미래계획기억이 과거기억과는 달리 전두엽과 더욱 밀접한 관련성이 있다는 점을 시사한다. PET과 fMRI를 사용한 신경영상연구들은 미래계획기억과 전두엽의 관련성에 대해서 좀더 직접적인 증거들을 제공하였다[17-21]. Simon 등[21]은 기존의 여러 신경영상연구들을 살펴본 결과 각 연구마다 서로 다른 미래계획기억 과제들이 사용되었기 때문에 과제의 특성에 따라서 뇌의 여러 다른 영역들이 활성화되었으나 공통적으로 전측 전두엽 또는 전두극 영역인 Brodmann 영역 10번이 활성화되었다고 보고하였다. 연구자들은 이 영역이 미래계획기억에 관여한다고 보았으며 국내에서도 fMRI 연구를 통해 비슷한 결과가 보고되었다[22]. 미래계획기억 과제를 성공적으로 수행하기 위해서는 현재 하고 있던 일을 계속하면서 미래계획기억을 수행하는데 단서가 될 사건이나 시간의 흐름을 인식할 수 있는 단서를 스스로 탐색해야 한다. 이러한 미래계획기억의 특징은 전두엽이 관여하는 고차적인 인지기능과 유사하다. 즉 스스로 계획을 세우고 계획된 행동을 시작하고, 진행중인 행동을 감찰(monitoring)하고, 그 상황에 필요한 자극을 여러 자극 가운데에서 선택하는 모든 과정에 전두엽이 관여하는데[23-26], 이런 과정들은 또한 미래계획기억 과제를 수행하는데 필요한 핵심과정이다. 따라서 미래계획기억 과제 수행에 전두엽이 관여한다는 신경영상 연구들의 결과는 이러한 미래계획기억의 특성을 고려한다면 쉽게 이해될 수 있다.

파킨슨병(Parkinson's disease)은 전두선조체 피질회로(frontostriatal cortical circuit)의 손상으로 인해서 병의 초기부터 전두엽 기능 장애를 나타낸다[27, 28]. 파킨슨병 환자의 미래계획기억을 연구한 선행연구들은 서로 상반된 연구결과를 보여 주었는데 비교적 초기에 수행된 한 연구는 파킨슨병 환자들이 사건의존적 과제에서는 통제

집단에 비해 수행이 저하되었으나 시간의존적 과제에서는 집단 간 수행 차이가 없었다고 보고하였다[29]. 다른 연구는 그와는 반대로 파킨슨병 환자들이 사건의존적 과제보다 시간의존적 과제 수행 시 더욱 저하된 수행을 보였다고 보고하였다[30]. 이러한 상반된 연구 결과에 대해서 Raskin 등[31]은 연구에 사용된 사건의존적 과제가 미래계획기억뿐만 아니라 많은 전략적인 처리과정(strategic process)을 함께 요구하는 어려운 과제였기 때문에 시간의존적 과제보다 수행이 저하된 것이라고 주장하였다. 최근에 실시된 일련의 연구들은 파킨슨병 환자들이 내적인 주의를 더 많이 요구하는 시간의존적 미래계획기억 과제에서 통제 집단에 비해 수행이 저하되었음을 보고하였다[31-33]. 파킨슨병 환자들을 대상으로 한 연구들뿐만 아니라 대학생이나 노인과 같은 일반인을 대상으로 하여 지금까지 수행된 대부분의 미래계획기억 연구들은 연구자에 따라서 기억 과제의 구성, 난이도, 외부 단서의 특성 등이 매우 다양한 실험실 과제로 수행되었는 바 이러한 과제의 다양성이 연구 결과에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

본 연구는 노화와 두뇌의 병리적 과정에 따른 미래계획기억력의 변화 양상과 미래계획기억과 전두엽 기능 간의 관계 변화를 고찰해 보고자 한다. 노화에 따른 미래계획기억력의 변화와 미래계획기억과 전두엽 기능간의 관계 변화를 살펴보기 위해서 대학생과 정상 노인 집단을 비교하였고, 두뇌의 병리적 과정이 미래계획기억력 및 미래계획기억과 전두엽 기능간의 관계 변화에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 전두엽의 기능 저하를 병의 초기 단계에서부터 나타내는 파킨슨병 환자 집단과 대조군인 정상 노인 집단을 비교하였다. 특히 본 연구에서는 실험실 과제가 아니라 임상에서 상용되고 있는 표준화된 신경심리검사인 Cambridge Prospective Memory Test (CAM-PROMPT) [34]를 사용하여 미래계획기억력을 평가하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 대상

대학생, 정상 노인 및 파킨슨병 환자 각각 30명이 본 연구에 참여하였다. 대학생은 정신과나 신경과적 질환의 병력이 없으며 자발적으로 연구에 참여할 것을 동의한 학생들이었고 정상 노인 집단은 Christensen, Multithaup, Nordstrone와 Voss [35]가 제시한 건강 선별 기준을 사용하여 선별하였다. 파킨슨병 환자는 종합병원 신경과의 운동장애 클리닉에 내원한 환자들 중 UK brain bank criteria [36]에 의거하여 probable Parkinson's disease로 진단받은 환자들로서 Hoehn and Yahr scale [37]에서 III 이하에 속하고 Clinical Dementia Rating Scale (CDR) [38] 평가에서는 치매 심각도 수준이 0.5 이하(CDR sum

**Table 1.** Demographic characteristics and the K-MMSE score of the college students, normal elderly, and PD patients

	College student <sup>a</sup> (n=30)	Normal elderly <sup>b</sup> (n=30)	PD <sup>c</sup> (n=30)	F	Post-hoc (Tukey)
Age (yr)	20.87 (1.43)	69.10 (5.36)	66.73 (5.89)	1014.48 <sup>†</sup>	a < b = c
Sex (M/F)	15/15	15/15	16/14	-	-
Education (yr)	13.50 (0.57)	8.43 (3.75)	8.58 (4.46)	21.50 <sup>†</sup>	a > b = c
K-MMSE	-	27.00 (1.73)	25.10 (3.06)	7.19 <sup>*</sup>	b > c

\* $p < 0.01$ ; <sup>†</sup> $p < 0.001$ .

K-MMSE, Korean-Mini Mental State Examination; PD, Parkinson's Disease Patients.

of boxes: 0-1.5)인 환자들이었다.

정상 노인과 파킨슨병 환자 집단 간에서는 나이와 교육년수에 있어 유의미한 차이가 없었으며 Korean Mini-Mental State Examination (K-MMSE) 총점은 정상 노인 집단이 파킨슨병 환자 집단보다 유의하게 높았다. 세 집단의 인구학적 변인들의 평균(표준편차)과 K-MMSE 점수는 Table 1에 제시하였다.

## 2. 도구

### 1) 미래계획기억 검사

미래계획기억력을 평가하기 위해서 Cambridge Prospective Memory Test (CAMPROMPT) [34]와 Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ) [39]를 사용하였다. CAMPROMPT는 미래계획기억력을 평가하기 위해서 개발되고 표준화된 검사로 3가지 사건의존적 미래계획기억 검사와 3가지 시간의존적 미래계획기억 검사로 구성되어 있다. 검사자는 피검자에게 “앞으로 일련의 과제를 수행하는 동안, 그리고 과제가 모두 끝났을 때 어떤 것들을 기억해야 합니다.”라고 말한 다음, 무엇을 기억해야 하는지 정해진 순서대로 지시한다. 피검자는 지시받은 상황이나 시간이 되었을 때 그에 해당하는 행동을 수행하여야 한다. 각각의 과제에 대해 자발적으로 수행하였는지, 자발적인 수행은 실패하였으나 검사자의 힌트를 받은 후에 수행을 하였는지, 검사자의 힌트를 받았음에도 불구하고 과제에 실패하였는지에 따라서 0-6점까지의 점수로 평가한다. 총점은 36점이고 검사에 소요되는 시간은 30분 정도이다.

PRMQ는 일상생활에서의 미래계획기억력과 과거기억력 수준을 스스로 평가하도록 하는 자기보고식 질문지이다. 미래계획기억과 과거기억에 대해 각각 8문항씩 총 16문항으로 구성되어 있고 기억 유형, 파지 기간, 단서 유형 등에 관한 내용으로 구성되어 있다. 각각의 문항에 대해 5점 척도로 평정하도록 되어 있다.

CAMPROMPT와 PRMQ는 아직 국내에서 표준화 연구가 수행되지 않았으므로 본 연구를 위해서 임상심리전문가 2명이 일차적으로 번안한 후 전문가 자문회의를 거쳐서 한국판 번안본을 완성하였고 집단 간 비교에는 원점수를 사용하였다.

### 2) 과거 기억 검사(일화기억 검사)

12개의 단어 목록에 대한 반복학습을 통해서 언어적 기억력을 측정하는 서울언어학습 검사(Seoul Verbal Learning Test, SVLT) [40]와 시각적 기억력을 측정하는 Rey Complex Figure Test (RCFT) [41]를 실시하였다.

### 3) 전두엽 기능 검사

전두엽 기능은 배외측과 내측 및 안와 영역으로 나누어 평가하였으며 이 중 배외측 영역(dorsolateral area)은 RCFT copy와 Delis-Kaplan Executive Function System Test (D-KEFS) [42]의 분류검사(Sorting test)로 평가하였다. 분류검사는 개념 형성 능력과 문제 해결 능력을 평가하는 검사로서 피검자는 6개의 서로 다른 카드를 어떤 공통적인 특징을 지닌 두 집단으로 분류한 후 어떤 이유로 그렇게 분류하였는지 설명해야 하고, 옳게 분류한 방법의 수와 분류한 이유의 정확성에 대한 분류 점수로 평가한다. 자극 카드는 언어적/의미적 기준과 시각적/지각적 기준에 따라서 총 8가지로 분류할 수 있다. 분류 점수는 각각 0-2점으로 평가하며 구체적인 이유보다는 추상적인 개념(예, 발가락/귀/입-“신체”)을 말하였을 때 더 높은 점수를 부여한다. 두 개의 세트를 시행하는데 획득 가능한 총 분류 방법 수는 16가지이고 그 결과로 얻어질 수 있는 분류점수의 최고점은 64점이다.

전두엽의 내측 영역(medial area)은 자동화된 반응을 억제하고 그 상황에 적절한 반응을 융통성있게 선택하는 기능을 담당하는데 내측영역을 평가하기 위해서 Korean-Color Word Stroop Test (K-CWST) [43]를 실시하였다. 피검자는 1단계에서 다양한 색깔로 인쇄되어 있는 112개의 단어들(빨강, 노랑, 파랑, 검정)을 인쇄된 색깔에 관계없이 순서대로 빨리 읽은 다음 2단계에서는 그 단어가 어떤 색깔로 인쇄되어 있는지 각 단어의 색깔을 순서대로 최대한 많이 말해야 한다. 이 검사는 인지적 통제와 반응 융통성을 측정하도록 고안되었으며[44] 각 단계의 제한시간은 120초이다.

마지막으로 배내측 영역(dorsomedial area)과 안와 영역(orbital area)은 충동을 억제하는 기능 및 정서에 입각한 의사 결정을 내리는 능력과 관련되어 있다고 알려져 있는데 이 영역을 평가하기 위해서 Iowa Gambling Task (IGT) [45]를 실시하였다. 피검자는 컴퓨터 화면에 제시된 4개의 카드들(A, B, C, D) 중에서 장기적으로 이득이 될 만한 카드를 선택해야 하는데 어떤 카드를 선택하든지 일정 금액의 돈을 얻고 그와 동시에 얻은 돈의 일부를 잃게 되어 있다. 카드 A나 B를 선택하면 즉각적인 보상은 크지만 잃게 되는 금액도 매우 크다. 반대로 카드 C나 D를 선택하면 즉각적인 보상은 작지만 손실의 양도 적으므로 결과적으로는 C나 D를 선택하는 것이 유리하다. 이 검사는 각각 25개의 시행을 포함하고 있는 4개 세트로 구성되어 있으며 총 100회의 시행 동안 장기적인 이득을 위해서 즉각적으로 보상

을 많이 얻으려는 충동을 얼마나 잘 억제하는가를 평가한다.

#### 4) 기타 검사

전반적인 인지기능의 수준을 평가하기 위해서 K-MMSE [46]를 정상 노인 집단과 파킨슨병 환자 집단에게 실시하였다. 또한 치매 수준의 환자가 포함되지 않도록 하기 위해 파킨슨병 환자들에게는 CDR을 실시하였고 CDR 0.5 이하의 환자만을 선별하여 포함시켰다.

### 3. 자료분석

미래계획기억력의 집단 간 차이 여부를 확인하기 위해서 일원변량분석을 실시하였고 집단 간 차이가 발견되었을 경우에는 Tukey 사후 검정을 실시하였다. 미래계획기억력과 전두엽 기능의 관계를 탐색하기 위해서 미래계획기억력 검사와 전두엽 기능 검사들 간의 Pearson 상관계수를 산출하였다.

## 결 과

#### 1. 노화와 두뇌의 병리적 변화에 따른 미래계획기억의 변화

##### 1) 미래계획기억과 과거기억(일화기억)의 집단 간 비교

미래계획기억과 일화기억의 집단 간 차이를 확인하기 위해서 일원변량분석을 실시하였다(Table 2). CAMPROMT로 평가된 미래계획기억력에 있어 집단 간 차이가 발견되었다. 사후분석 결과, 대학

생 집단은 정상 노인 집단에 비해 과제의 종류에 상관없이 미래계획기억력이 우수하였고 정상 노인 집단은 파킨슨병 환자 집단에 비해서 우수하였다( $F [2, 87] = 35.20, p < 0.001$ ). 미래계획기억력을 사건 의존적 미래계획기억과 시간의존적 미래계획기억으로 나누어 살펴봤을 때 정상 노인 집단은 사건의존적 미래계획기억이 시간의존적 미래계획기억보다 우수하였으나( $t [29] = -2.48, p < 0.05$ ), 파킨슨병 환자 집단은 이러한 차이를 나타내지 않았다. 자기보고형 질문지인 PRMQ에서는 대학생 집단이 정상 노인 집단에 비해서 스스로의 미래계획기억력을 더 좋다고 평가하였으나 정상 노인 집단과 파킨슨병 환자 집단 간의 차이는 나타나지 않았다( $F [2, 87] = 8.03, p < 0.001$ ).

과거기억력(일화기억능력)은 언어적 기억력과 시각적 기억력에 있어서 모두 집단 간에 차이가 있었다. SVLT와 RCFT의 즉각회상과 지연회상 검사에서 모두 대학생 집단의 수행이 가장 우수하였고, 그 다음이 정상 노인 집단, 그리고 파킨슨병 환자 집단 순이었다. SVLT의 재인검사에서는 역시 대학생 집단의 수행이 가장 우수하였으나 나머지 두 집단의 수행차이는 발견되지 않았다. 반면 RCFT의 재인검사에서는 대학생 집단과 정상 노인 집단 간의 차이가 발견되지 않았고 파킨슨병 환자 집단의 수행이 가장 저하되어 있었다.

#### 2) 노화와 두뇌의 병리적 변화에 따른 미래계획기억과 과거기억(일화기억) 간의 관계 변화

미래계획기억검사인 CAMPROMPT와 일화기억검사들인 SVLT 및 RCFT의 단순상관관계 분석을 실시하여 노화나 병리적 변화에 따라 미래계획기억과 일화기억의 관계에 어떤 변화가 있는지 살펴 보았다(Table 3). 대학생 집단의 경우, CAMPROMPT로 평가된 시간

**Table 2.** Prospective memory and retrospective (episodic) memory test results of the college students, normal elderly, and PD patients

	College student <sup>a</sup> (n = 30)	Normal elderly <sup>b</sup> (n = 30)	PD <sup>c</sup> (n = 30)	F	Post-hoc (Tukey)
Prospective memory test					
Cam: Event	15.60 (2.11)	12.43 (3.30)	8.51 (3.52)	41.96 <sup>†</sup>	a > b > c
Cam: Time	15.19 (2.89)	11.01 (2.81)	8.02 (4.00)	35.98 <sup>†</sup>	a > b > c
Cam: Total	30.01 (4.23)	23.37 (5.33)	16.45 (6.41)	35.20 <sup>†</sup>	a > b > c
PRMQ: PM	19.04 (3.42)	15.21 (4.41)	15.12 (4.78)	8.03 <sup>†</sup>	a > b = c
PRMQ: RM	21.12 (3.61)	17.52 (4.70)	17.33 (6.45)	5.40 <sup>*</sup>	a > b = c
Retrospective (episodic) memory test					
SVLT: IR	28.52 (4.56)	20.17 (3.90)	16.92 (4.44)	57.42 <sup>†</sup>	a > b > c
SVLT: DR	10.40 (1.44)	6.49 (2.01)	4.90 (2.50)	58.44 <sup>†</sup>	a > b > c
SVLT: Rec	23.61 (0.61)	21.30 (1.78)	20.08 (2.01)	38.79 <sup>†</sup>	a > b = c
RCFT: IR	27.39 (4.91)	15.89 (5.45)	9.01 (5.18)	96.04 <sup>*</sup>	a > b > c
RCFT: DR	27.18 (4.08)	15.11 (5.70)	8.34 (4.16)	122.50 <sup>†</sup>	a > b > c
RCFT: Rec	21.01 (1.70)	20.30 (2.31)	18.42 (1.60)	15.54 <sup>†</sup>	a = b > c

<sup>\*</sup> $p < 0.01$ ; <sup>†</sup> $p < 0.001$

Cam: Event, Cambridge Prospective Memory Test: Event-based task; Cam: Time, CAMPROMPT: Time-based task; Cam: Total, CAMPROMPT: Event-based & Time -based task; PRMQ: PM, Prospective and Retrospective Memory Questionnaire: Prospective memory component; PRMQ: RM, PRMQ: Retrospective memory component; SVLT: IR, Seoul Verbal Learning Test: Immediate Recall; SVLT: DR, SVLT: Delayed Recall; SVLT: Rec, SVLT: Recognition; RCFT: IR, Rey Complex Figure Test: Immediate Recall; RCFT: DR, RCFT: Delayed Recall; RCFT: Rec, RCFT: Recognition.



**Table 3.** Correlations between prospective and retrospective (episodic) memory tests among the college students, normal elderly, and PD patients

	College students (n = 30)			Normal Elderly (n = 30)			PD (n = 30)		
	Time	Event	Total	Time	Event	Total	Time	Event	Total
SVLT: IR	0.46*	0.22	0.35	0.31	0.41*	0.42*	0.68†	0.34	0.60†
SVLT: DR	0.16	0.23	-0.01	-0.01	0.35	0.35	0.52*	0.18	0.42*
SVLT: Rec	-0.20	-0.04	-0.18	-0.18	0.28	0.35	0.47*	0.28	0.44*
RCFT: IR	0.30	0.10	0.06	0.06	0.38*	0.45*	0.29	0.26	0.32
RCFT: DR	0.23	0.04	-0.04	-0.04	0.29	0.38*	0.32	0.37*	0.40*
RCFT: Rec	0.33	0.25	0.38*	0.38*	0.14	0.13	0.35	0.26	0.36

\* $p < 0.05$ ; † $p < 0.01$ .

Time, Cambridge Prospective Memory Test: Time-based task; Event, CAMPROMPT: Event-based task; Total, CAMPROMPT: Event-based &amp; Time-based task; SVLT: IR, Seoul Verbal Learning Test: Immediate Recall; SVLT: DR, SVLT: Delayed Recall; SVLT: Rec, SVLT: Recognition; RCFT: IR, Rey Complex Figure Test: Immediate Recall; RCFT: DR, RCFT: Delayed Recall; RCFT: Rec, RCFT: Recognition.

**Table 4.** The results of frontal lobe function tests in the college students, normal elderly, and PD patients

	College student <sup>a</sup> (n = 30)	Normal elderly <sup>b</sup> (n = 30)	PD <sup>c</sup> (n = 30)	F	Post-hoc (Tukey)
D-KEFS					
Sorting: Sort	11.31 (2.20)	5.31 (2.72)	4.62 (3.81)	44.94*	a > b = c
Sorting: Score	53.80 (15.89)	41.40 (20.71)	29.60 (16.15)	77.42*	a > b > c
RCFT: Copy	34.56 (1.40)	32.22 (2.57)	26.00 (0.26)	35.38*	a > b > c
K-CWST					
C: Correct	111.00 (2.67)	82.32 (19.44)	65.42 (24.43)	48.86*	a > b > c
C: Errors	0.36 (0.77)	1.30 (1.80)	3.41 (4.28)	9.87*	a < b < c
C: RT	94.70 (21.43)	118.89 (3.32)	119.30 (2.61)	37.63*	a < b = c
IGT: C+D	49.21 (10.52)	45.78 (8.76)	48.40 (10.61)	0.95	a = b = c

\* $p < 0.001$ .

D-KEFS, Delis-Kaplan Executive Function System; Sorting: Sort, Sorting test # of sort; Sorting: Score, Sorting test: Score; RCFT: Copy, Rey Complex Figure Test: Copy score; K-CWST, Korean-Color Word Stroop Test; C: Correct, Color reading: # of Correct; C: Errors, Color reading: # of errors; C: RT, Color reading: Reaction time; IGT: C+D, Iowa Gambling Task: C+D.

의존적 미래계획기억과 SVLT 즉각회상( $r = 0.46, p < 0.05$ ) 및 CAMPROMPT 총점과 RCFT 재인( $r = 0.38, p < 0.05$ ) 간에 유의미한 상관관계가 있었으나 다른 검사들 간에는 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 반면 정상 노인 집단의 경우에는 시간의존적 미래계획기억과 RCFT 재인( $r = 0.38, p < 0.05$ ), 사건의존적 미래계획기억과 SVLT 즉각회상( $r = 0.41, p < 0.05$ ) 및 RCFT 즉각회상( $r = 0.38, p < 0.05$ ), 미래계획기억 총점과 SVLT 즉각회상( $r = 0.42, p < 0.05$ ), RCFT 즉각회상( $r = 0.45, p < 0.05$ ) 및 RCFT 지연회상( $r = 0.38, p < 0.05$ )이 유의미한 상관관계를 나타내었다. 한편 파킨슨병 환자 집단의 경우에는 시간의존적 미래계획기억은 SVLT의 모든 지표들 즉, 즉각회상( $r = 0.68, p < 0.01$ ), 지연회상( $r = 0.52, p < 0.05$ ) 및 재인( $r = 0.47, p < 0.05$ )과 유의미한 상관관계를 나타냈고, 사건의존적 미래계획기억은 RCFT 지연회상( $r = 0.37, p < 0.05$ )과 유의미한 상관관계를 나타냈다. 또한 미래계획기억 총점은 SVLT의 즉각회상( $r = 0.60, p < 0.01$ ), 지연회상( $r = 0.42, p < 0.05$ ), 재인( $r = 0.44, p < 0.05$ ) 및 RCFT 지연회상( $r = 0.40, p < 0.05$ )과 유의미한 상관관계를 나타냈다.

즉, 대학생 집단에서는 미래계획기억과 일화기억 간의 유의미한 상관관계가 거의 나타나지 않았으나 정상 노인 집단과 파킨슨병 환

자 집단에서는 미래계획기억이 일화기억과 유의미한 상관관계를 나타냈다.

## 2. 노화와 병리적 변화에 따른 미래계획기억과 전두엽 기능 간의 관계 변화

### 1) 전두엽 기능의 집단 간 비교

세 집단의 전두엽 기능을 비교하기 위해서 일원변량분석을 실시하였다(Table 4). D-KEFS 분류검사의 분류방법 수는 대학생 집단이 다른 두 집단에 비해 월등히 많았으며 정상 노인 집단과 파킨슨병 환자 집단 간에는 유의미한 차이가 없었다( $F [2, 87] = 44.94, p < 0.001$ ). 그러나 분류 점수에 있어서는 대학생, 정상 노인, 파킨슨병 환자 집단 순으로 수행 차이가 나타났다( $F [2, 87] = 77.42, p < 0.001$ ). RCFT 모사에서 대학생 집단의 수행이 가장 우수하였고 그 뒤로 정상 노인 집단, 파킨슨병 환자 집단 순이었다( $F [2, 87] = 35.38, p < 0.001$ ). K-CWST의 색깔읽기 정반응수에서 대학생 집단이 가장 우수한 수행을 보였고 그 다음으로 정상 노인 집단이 파킨슨병 환자 집단에 비해 유의미하게 우수한 수행을 나타내었다( $F [2, 87] = 48.86, p < 0.001$ ). IGT

**Table 5.** Correlations between prospective memory and frontal lobe function tests among the college students, normal elderly, and PD patients

	College students (n = 30)			Normal elderly (n = 30)			PD (n = 30)		
	Time	Event	Total	Time	Event	Total	Time	Event	Total
D-KEFS									
Sorting: Sort	0.18	-0.11	-0.06	0.48 <sup>†</sup>	0.51 <sup>†</sup>	0.58 <sup>†</sup>	0.34	0.20	0.32
Sorting: Score	0.25	-0.05	0.06	0.41 <sup>*</sup>	0.61 <sup>†</sup>	0.64 <sup>†</sup>	0.39 <sup>*</sup>	0.41 <sup>*</sup>	0.45 <sup>*</sup>
RCFT: Copy	0.05	-0.04	-0.13	0.31	0.49 <sup>†</sup>	0.48 <sup>†</sup>	0.40 <sup>†</sup>	0.25	0.38 <sup>*</sup>
K-CWST									
C: Correct	-0.18	-0.30	-0.22	0.11	0.36	0.29	0.33	0.34	0.39 <sup>*</sup>
C: Errors	-0.22	0.04	-0.02	-0.16	-0.38 <sup>*</sup>	0.32	-0.41 <sup>*</sup>	-0.28	-0.41 <sup>*</sup>
C: RT	0.39 <sup>†</sup>	0.24	0.33	-0.23	-0.28	-0.30	-0.42 <sup>*</sup>	-0.13	-0.33
IGT: C+D	0.28	-0.03	-0.05	0.22	0.29	0.30	0.35	0.07	0.26

\* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.01$ .

Time, Cambridge Prospective Memory Test: Time-based task; Event, CAMPROMPT: Event-based task; Total, CAMPROMPT: Event-based & Time-based task; D-KEFS, Delis-Kaplan Executive Function System; Sorting: Sort, Sorting test # of sort; Sorting: Score, Sorting test: Score; RCFT: Copy, Rey Complex Figure Test: Copy score; K-CWST, Korean-Color Word Stroop Test; C: Correct, Color reading: # of Correct; C: Errors, Color reading: # of errors; C: RT, Color reading: Reaction time; IGT: C+D, Iowa Gambling Task: C+D.

결과에서는 궁극적으로 이득이 되는 카드를 선택한 수(C+D)에 있어서 세 집단 간의 유의미한 차이가 발견되지 않았고, 전체 반응의 시간적 변화 양상을 분석하기 위해서 4개 세트의 반응에 대한 경향 분석을 실시하였으나 세 집단 모두에서 어떠한 뚜렷한 경향성도 관찰되지 않았다.

## 2) 미래계획기억과 전두엽 기능의 상관관계 분석

노화와 두뇌의 병리적 변화에 따라 미래계획기억과 전두엽 기능과의 관계가 어떻게 변화하는지 알아보기 위해서 각 집단 별로 미래계획기억인 CAMPROMT와 전두엽 기능 검사들 간의 단순상관관계 분석을 실시하였다(Table 5). 대학생 집단의 경우에는 CAMPROMPT의 시간의존적 미래계획기억점수와 K-CWST의 색깔 읽기 반응시간( $r = 0.39, p < 0.01$ ) 사이에서만 유의한 상관관계가 나타났고 그 밖의 다른 전두엽 기능 검사들과 미래계획기억의 지표들 간에서는 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 그러나 정상 노인 집단의 경우에는 시간의존적 미래계획기억은 분류검사의 분류방법 수( $r = 0.48, p < 0.01$ ) 및 분류 점수( $r = 0.41, p < 0.05$ )와 유의한 상관관계를 나타냈고 사건의존적 미래계획기억은 분류검사의 분류방법 수( $r = 0.51, p < 0.01$ ), 분류검사의 분류점수( $r = 0.61, p < 0.01$ ), RCFT 모사( $r = 0.49, p < 0.01$ ) 및 K-CWST 색깔읽기 오류 수( $r = -0.38, p < 0.05$ )와 유의미한 상관관계를 보였다. 또한 미래계획기억 총점은 분류검사의 분류방법 수( $r = 0.58, p < 0.01$ ), 분류점수( $r = 0.60, p < 0.01$ ) 및 RCFT 모사( $r = 0.48, p < 0.01$ )와 유의미한 상관관계를 나타냈다. 파킨슨병 환자 집단의 경우에는 시간의존적 미래계획기억은 분류검사의 분류점수( $r = 0.39, p < 0.05$ ), RCFT 모사( $r = 0.40, p < 0.01$ ), K-CWST 색깔읽기 오류수( $r = -0.41, p < 0.05$ ) 및 반응시간( $r = -0.42, p < 0.05$ )과 유의미한 상관관계를 나타내었고 사건의존적 미래계획기억은 분류검사의 분류점수( $r = 0.40, p < 0.05$ )와만 유의미한 상관을 보였다. 또한, 미

래계획기억 총점은 분류검사의 분류점수( $r = 0.45, p < 0.05$ ), RCFT 모사( $r = 0.38, p < 0.05$ ), K-CWST 색깔읽기 정반응 수( $r = 0.39, p < 0.05$ ) 및 오류 수( $r = -0.41, p < 0.05$ )와 유의미한 상관관계를 보였다.

## 고 찰

고령화 사회로 들어서면서 독립적으로 살아가는 노인 인구가 증가할수록 독립적인 생활의 필수 요소인 미래계획기억의 중요성에 대한 인식이 점점 커지고 있다. 본 연구는 노화와 두뇌의 병리적 변화에 따른 미래계획기억의 변화 양상을 탐색하고 미래계획기억력과 전두엽 기능의 관계 및 그 변화를 고찰하기 위해서 수행되었다. 연구 결과, 미래계획기억이 노화에 의해 저하되며 특히 시간의존적 미래계획기억력이 사건의존적 미래계획기억력보다 상대적으로 노화에 좀 더 취약하다는 사실을 알 수 있었다. 이는 시간의존적 미래계획기억과 사건의존적 미래계획기억이 뇌의 서로 다른 영역의 중재를 받는 것을 시사한다[47].

노화와 두뇌의 병리적 변화, 이 두 가지 요소를 모두 지니고 있는 파킨슨병 환자의 경우에는 미래계획기억능력이 정상 노인보다 더욱 저하되었고 정상 노인 집단에서 나타난 사건의존적 미래계획기억과 시간의존적 미래계획기억력의 차이가 발견되지 않았다. 이는 파킨슨병 환자들의 경우 두 가지 미래계획기억능력이 모두 현저하게 저하된 결과로 사료된다. 이같은 객관적인 미래계획기억검사 결과와는 달리 파킨슨병 환자들은 자기보고형 질문지인 PRMQ에서 스스로의 미래계획기억력을 정상 노인 집단과 같은 수준으로 과대평가하였다. 이는 파킨슨병 환자들 자신이 기억력을 평가하는 메타기억에 있어서도 장애가 있음을 시사한다[30]. 파킨슨병 환자의 메타기억력의 장애는 검사 태도에서도 시사되었다. CAMPROMPT

의 실시 요강에 따르면 검사자는 피검자가 언제든지 사용할 수 있도록 피검자의 손이 닿을 수 있는 가까운 거리에 종이와 연필을 준비해 두고 피검자가 검사 지시를 나중에 잘 기억하기 위해서 메모하려고 하면 제지하지 않도록 되어 있다. 본 연구에 참여한 30명의 정상 노인들 중에서 20명이나 되는 노인들이 CAMPROMPT 검사 중 검사자의 지시를 기록하였으나 파킨슨병 환자들 중에서는 단 8명만이 검사자의 지시를 기록하였다.

노화와 두뇌의 병리적 변화에 따라서 일화기억과 미래계획기억의 관계가 어떻게 변화하는지 알아보기 위해서 미래계획기억과 일화기억 검사 간의 상관관계를 살펴보았다. 대학생 집단에서는 미래계획기억 검사와 일화기억 검사 간의 유의미한 상관관계가 거의 나타나지 않았으나 노인 집단과 파킨슨병 환자 집단에서는 미래계획기억과 일화기억 검사 간에 많은 상관관계가 나타났다. 이러한 결과는 젊은 때에는 일화기억과 미래계획기억이 서로 독립적으로 기능하지만 나이가 들거나 두뇌가 병리적 변화를 겪게 되면 하나의 기억 과제를 수행할 때 여러 기억 기능들이 함께 작용함을 시사한다.

미래계획기억과 전두엽 기능의 관계 또한 노화와 병리적 변화에 따라서 변화한다는 것을 알 수 있었는데 대학생 집단의 경우에는 일화기억 검사와의 관계에서와 마찬가지로 미래계획기억검사와 전두엽 기능을 평가하는 검사들 간의 상관관계가 거의 나타나지 않았으나 정상 노인 집단과 파킨슨병 환자 집단에서는 미래계획기억 검사들과 전두엽 기능 검사들 간의 유의한 상관관계가 많이 나타났다. 특히, IGT를 제외한 모든 전두엽 검사들과 미래계획기억의 상관관이 나타난 바 젊은이들과는 달리 노인과 파킨슨병 환자들의 경우에는 전두엽의 배외측영역과 내측영역을 포괄하는 넓은 전두엽 영역이 미래계획기억에 관여하고 있는 것으로 볼 수 있다.

노인이나 파킨슨병 환자 집단과는 달리 대학생 집단에서 미래계획기억 검사와 전두엽 기능 검사들 간에 아무런 상관관계가 나타나지 않은 이유는 최근에 보고된 신경영상연구의 결과들[17, 19-22, 48]로부터 추론해 볼 수 있다. 신경영상기법을 이용한 여러 선행 연구들은 대학생과 같은 젊은 성인의 경우 전두엽의 배외측 영역인 Brodmann 영역 8, 9, 10번이 미래계획기억과 특징적으로 관련 있다고 보고하였다. 그렇다면 본 연구에서 사용된 신경심리검사들이 Brodmann 영역 8, 9, 10번을 평가하는 검사들인지의 여부가 상관관계 분석 결과에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 신경심리검사들 각각에 기저한 신경학적 과정(neural process)이 모두 밝혀진 것은 아니나 본 연구에서 사용된 분류검사와 유사한 Wisconsin Card Sorting Test (WCST)를 젊은 성인이 수행하였을 때 전두엽의 우측 배외측 영역과 함께 내측 영역(Broadmann 영역 24, 46, 47번)이 활성화되었다는 연구 결과가 있었고[49, 50] K-CWST와 같은 stroop 과제를 수행할 때에는 우반구의 전측대상화가 활성화되었다고 보고한 연구가 있었다[51, 52]. IGT의 경우는 최근 다양한 결과들이 보고되고 있

으나 내측 전전두피질(medial prefrontal cortex)이 관여한다는 결과가 여러 연구들에서 일관적으로 보고되어 왔다[53]. 따라서 본 연구에서 사용된 전두엽 검사들이 전두엽의 배외측영역과 내측영역을 평가하는 검사임은 확실하지만 미래계획기억에 관여한다고 밝혀진 영역인 전전두엽의 가장 앞쪽인 Brodmann 영역 8, 9, 10번의 기능이 이 검사들이 특정적으로 평가하였을지는 현재로서는 알 수 없다.

대학생 집단과는 달리 정상 노인 집단과 파킨슨병 환자 집단의 경우에는 전두엽 검사들과 미래계획기억력 검사 간의 높은 상관관이 나타났는데 아마도 그 해답은 탈분화가설(de-differentiation hypothesis) [54]에서 찾을 수 있을 것이다. 탈분화가설이란 Li와 Lindenberg에 의해서 처음 주장된 것으로 젊은이들은 어떤 과제를 해결할 때에 그 과제를 해결하도록 분화된(특화된 또는 전문화된) 신경기제(neural mechanism)를 사용하여 효율적으로 해결하지만 노인이 되면 그런 분화된 신경기제를 사용할 수 없어서(또는 사용하여도 그 신경기제로만은 과제를 해결할 수 없어서) 젊은 시절에는 그 과제와 무관하였던 다양한 신경기제를 함께 끌어들어서 과제를 해결한다는 가설이다. Li와 Lindenberg는 젊은 성인 집단보다 노인 집단에서 다양한 인지과제들 간의 높은 상관관계를 보고한 선행연구들[55, 56]이 이 가설을 지지한다고 주장한 바 있다. 본 연구의 결과 역시 같은 맥락에서 이해될 수 있을 것이다. CAMPROMPT 총점으로 평가된 미래계획기억력이 대학생 집단에서는 어떤 전두엽 검사와도 상관관계를 나타내지 않은 반면, 정상 노인 집단에서는 전두엽의 배외측 영역을 평가하는 것으로 알려진 분류검사 및 RCFT: Copy와 유의한 상관관계를 나타내었고, 노화와 두뇌의 병리적 변화를 동시에 겪고 있는 파킨슨병 환자 집단에서는 분류검사와 RCFT: Copy뿐만 아니라 내측전두엽을 평가하는 것으로 알려진 K-CWST와도 유의한 상관관계를 나타낸 것은 노화와 병리적 과정에 따른 신경기제의 탈분화과정을 잘 드러내 주는 결과라 하겠다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 우선, 파킨슨병 환자 집단의 경우 운동 수준은 통제하였으나 약물수준을 통제하지 못하였다. 따라서 약물 수준이 인지기능에 미친 영향력을 배제할 수 없을 것이다. 둘째, 오랜 시간 동안 검사에 집중할 수 없는 노인들과 환자들에게 실시하여야 하므로 본 연구에서는 좀 더 포괄적이고 다양한 전두엽 기능 검사를 실시하지 못하였다. 전두엽의 기능이 영역별로 세분화되고 있으므로 좀 더 다양한 검사를 사용할 수 있었다면 좀 더 흥미로운 결과를 얻을 수 있었을 것이다.

## 참고문헌

1. Cohen G. *Memory in the Real World* (2nd ed.). Hove UK: Psychology Press, 1996.

2. Craik FM. A functional account of age differences in memory. In: Klix F, Hagendorf H. *Human Memory and Cognitive Capabilities: Mechanisms and Performances*. North Holland: Elsevier Science Publishers, 1986; 409-22.
3. Cockburn J, Smith PT. Effects of age and intelligence on everyday memory tasks. In: Gruneberg MM, Morris E, Sykes RN. *Practical Aspects of Memory: Current research and issue*. Chichester: Wiley, 1988; 132-6.
4. Cockburn J, Smith PT. The relative influence of intelligence and age on everyday memory. *Gerontol Psychol Sci* 1991; 46: 31-6.
5. Maylor EA, Smith G, Della Sala S, Logie RH. Prospective and retrospective memory on normal aging and dementia: an experimental study. *Mem Cognit* 2002; 30: 871-84.
6. McDaniel MA, Enstein GO, Jacoby LL. New consideration in aging and memory. In: Craik FIM & Salthouse TA. *The Handbook of Aging and Cognition*. New York: Psychology Press, 2008; 251-310.
7. Scullin MK, Bugg JM, McDaniel MA, Einstein GO. Prospective memory and aging: preserved spontaneous retrieval, but impaired deactivation, in older adults. *Mem Cognit* 2011; 39: 1232-40.
8. Cherry KE, LeCompte DC. Age and individual differences influence prospective memory. *Psychol Aging* 1999; 14: 60-76.
9. Einstein GO, McDaniel MA. Normal aging and prospective memory. *J Exp Psych Learn Mem Cognit* 1990; 16: 717-26.
10. Kliegel M, McDaniel MA, Einstein GO. Plan formation, retention, and execution in prospective memory: a new approach and age-related deficits. *Mem Cognit* 2000; 28: 1041-9.
11. Shallice T, Burgess PW. Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain* 1991; 112: 727-41.
12. Kerns KA, Price KJ. An investigation of prospective memory in children with ADHD. *Child Neuropsychol* 2001; 7: 162-71.
13. Martin MA, Kliegel M, McDaniel MA. The involvement of executive functions in prospective memory performance of adults. *Int J Psychol* 2003; 38: 195-206.
14. Einstein GO, McDaniel MA, Richardson SL, Guynn MJ, Cunfer AR. Aging and prospective memory: examining the influences of self-initiated retrieval processes. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1995; 21: 996-1007.
15. Park DC, Morrell R, Hertzog C, Kidder D, Mayhew C. Effects of age on event-based and time-based prospective memory. *Psychol Aging* 1997; 12: 314-27.
16. Palmer HM, McDonald S. The role of frontal and temporal lobe processes in prospective remembering. *Brain & Cognition* 2000; 44: 103-7.
17. Okuda J, Fujii T, Yamadori A, Kawashima R, Tsukiura T. Participation of the prefrontal cortices in prospective memory: evidence from a PET study in humans. *Neurosci Lett* 1998; 253: 127-30.
18. Okuda J, Fujii T, Ohtake H, Tsukiura T, Yamadori A, Frith CD, et al. Differential involvement of regions of rostral prefrontal (Brodmann area 10) in time- and event-based prospective memory. *Int J Psychophysiol* 2007; 64: 233-46.
19. Burgess PW, Quayle A, Frith CD. Brain regions involved in prospective memory as determined by positron emission tomography. *Neuropsychologia* 2001; 39: 545-55.
20. Burgess PW, Scott SK, Frith CD. The role of the rostral frontal cortex (area 10) in prospective memory: a lateral versus medial dissociation. *Neuropsychologia* 2003; 41: 906-18.
21. Simon JS, Scholvinck ML, Gilbert SJ, Frith CD, Burgess PW. Differential components of prospective memory? Evidence from fMRI. *Neuropsychologia* 2006; 44: 1388-97.
22. Yoo GH, Seo CW, Kim CB. The effect of event-based prospective memory on the performance of ongoing tasks: an fMRI study. *Korean J Exp Psychol* 2005; 17: 35-49.
23. Fuster JM. *The Prefrontal Cortex*. New York: Raven, 1989.
24. Luria AR. *Higher Cortical Functions in Man*. New York: Basic Books, 1966.
25. Moscovitch M, Winocur G. The neuropsychology of memory and aging. In: Craik FIM, Salthouse TA. *The Handbook of Aging and Cognition*. Hillsdale NJ: Erlbaum, 1992; 315-72.
26. Weinberger NM, Javid R, Lapan B. Long-term retention of learning-induced receptive-field plasticity in the auditory cortex. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1993; 90: 2394-8.
27. Cools R, Baker RA, Sahakian BJ, Robbins TW. Enhanced or impaired cognitive function in Parkinson's disease as a function of dopaminergic medication and task demands. *Cereb Cortex* 2001; 11: 1136-43.
28. Taylor AE, Saint-Cyr JA, Lang AE. Frontal lobe dysfunction in Parkinson's disease. The cortical focus of neostriatal outflow. *Brain* 1986; 109: 845-83.
29. Katai S, Maruyama T, Hashimoto T, Ikeda S. Event based and time based prospective memory in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 704-9.
30. Costa A, Peppe A, Caltagirone C, Carlesimo GA. Prospective memory impairment in individuals with Parkinson's disease. *Neuropsychol* 2008; 22: 283-92.
31. Raskin SA, Woods SP, Poquette AJ, McTaggart AB, Sethna J, Williams RC, et al. A differential deficits time- versus event-based prospective memory in Parkinson's disease. *Neuropsychol* 2011; 25: 201-9.
32. Foster ER, McDaniel MA, Repovs G, Hershey T. Prospective memory in Parkinson's disease across laboratory and self-reported everyday perfor-



- mance. *Neuropsychol* 2009; 23: 347-58.
33. Smith SJ, Souchay C, Moulin CJ. *Metamemory and prospective memory in Parkinson's disease. Neuropsychol* 2011; 25: 734-40.
34. Wilson B, Emslie H, Foley J, Shiel A, Watson P, Hawkins K, et al. *The Cambridge Prospective Memory Test (CAMPROMPT)*. London: Harcourt Assessment, 2005.
35. Christensen KJ, Multhaup KS, Nordstrom S, Voss K. *A cognitive battery for dementia: development and measurement characteristics. J Consult Clin Psychol* 1991; 3: 168-74.
36. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. *Accuracy of the clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 181-4.
37. Hoehn MM, Yahr MD. *Parkinsonism: Onset, progression and mortality. Neurology* 1967; 17: 427-80.
38. Choi SH, Na DL, Lee BH, Hahn DS, Jeong JH, Yoon SJ, et al. *Estimating the validity of the Korean Version of Expanded Clinical Dementia Rating (CDR) Scale. J Korean Neurol Assoc* 2001; 19: 585-91.
39. Smith JR, Maylor EA, Della Sala S, Logie RH. *The Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ): Normative data and latent structure in a large non-clinical sample. Memory* 2003; 11: 261-75.
40. Kang Y, Na DL. *Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB)*. Incheon: Human Brain Research & Consulting, 2003.
41. Meyers JE, Meyers KR. *Rey Complex Figure Test and recognition trial: Professional manual*. Lutz FL: Psychological Assessment Resources, 1995.
42. Delis DC, Kaplan E, Kramer JH. *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) Technical Manual*. San Antonio: The Psychological Corporation, 2001.
43. Lee JH, Kang Y, Na DL. *Efficiencies of stroop interference indexes in healthy older adults and dementia patients. Korean J Clin Psychol* 2000; 19: 807-18.
44. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. *Neuropsychological Assessment (4th ed.)*. New York: Oxford University Press, 2004.
45. Bechara A. *Iowa Gambling Task Professional Manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc, 2004.
46. Kang Y, Na DL, Hahn SH. *A validity study on the Korean Mini-Mental State Examination (K-MMSE) in dementia patients. J Korean Neurol Assoc* 1997; 15: 300-8.
47. Harrington DL, Haaland KY, Knight RT. *Cortical networks underlying mechanisms of time perception. J Neurosci* 1998; 18: 1085-95.
48. Ouden HE, Frith U, Blakemore SJ. *Thinking about intentions. Neuro Image* 2005; 28: 787-96.
49. Lie CH, Specht K, Marshall JC, Fink GR. *Using fMRI to decompose the neural processes underlying the Wisconsin Card Sorting Test. Neuro Image* 2006; 30: 1038-49.
50. Matsui H, Nishinaka K, Oda M, Hara N, Komatsu K, Kubori T, et al. *Wisconsin Card Sorting Test and brain perfusion imaging in Parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord* 2006; 12: 273-8.
51. Khateb A, Michel CM, Pegna AJ, Landis T, Annoni J. *New insight in to the stroop effect: a spatiotemporal analysis of electric brain activity. Neuro Report* 2000; 11: 1849-55.
52. Bush G, Whalen PJ, Rosen BR, Jenike MA, McInerney SC, Rauch SL. *The counting stroop: an interference task specialized for functional neuroimaging-Validation study with functional MRI. Hum Brain Mapp* 1998; 6: 270-82.
53. Lin CH, Chiu YC, Cheng CM, Hsieh JC. *Brain maps of Iowa gambling task. BMC Neuroscience* 2008; 9: 72. (<http://www.biomedcentral.com/1471-2202/9/72>).
54. Li SC, Lindenberger U. *Cross-level unification: A computational exploration of the link between deterioration of neurotransmitter systems dedifferentiation of cognitive abilities in old age. In: Nilsson LG, Markowitsch HJ. Cognitive Neuroscience of Memory*. Seattle: Hogrefe & Huber, 1999; 103-46.
55. Babcock RL, Laguna KD, Roesch SC. *A comparison of the factor structure of progressing speed for younger and older adults: testing the assumption of measurement equivalence across age groups. Psychol Aging* 1997; 12: 268-76.
56. Baltes PB, Lindenberger U. *Emergence of a powerful connection between sensory and cognition functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging? Psychol Aging* 1997; 12: 12-21.