

알츠하이머병에서의 시공간 작업기억 특성

김설민¹⁾ · 이영호²⁾ · 윤정혜³⁾ · 이주원³⁾ · 이준영^{3)†}

The Characteristics of Visuospatial Working Memory in Alzheimer's Disease

Seol-Min Kim, M.A.,¹⁾ Young-Ho Lee, Ph.D.,²⁾ Jung-Hae Youn, Ph.D.,³⁾
Ju-Won Lee,³⁾ Jun-Young Lee, M.D., Ph.D.^{3)†}

ABSTRACT

Objectives : Mild Alzheimer's disease(AD) is uncertain to be related to visuospatial working memory subsystem dysfunction. We used the self ordered pointing test(SOPT) to find the characteristics of visuospatial working memory in mild AD.

Methods : We compared the visuospatial working memory abilities of 20 patients with mild AD and 20 normal elderly controls(NC) using SOPT, of which stimuli consisted of two stimuli types(A : abstract, C : concrete) and two stimuli numbers(8 and 12). Therefore, working memory was tested using C8, C12, A8, and A12 stimuli conditions in SOPT. Mixed-model ANOVA was conducted with the AD and NC groups as between-subjects factor, with stimuli types and stimuli numbers as the within-subjects factors and with SOPT error rates as the dependent variable.

Results : The AD group showed higher error rates in SOPT than the NC group. The NC group showed low error rates in concrete stimuli than in abstract stimuli and in small stimuli numbers than in large stimuli numbers. And the AD group showed no differences between stimuli types or stimuli numbers.

Conclusion : AD patients showed a poor performance in visuospatial working memory using concrete stimuli. The result suggests that there is a non-transformation from visual input to phonological working memory in AD. Patients with AD showed a poor performance although in small stimuli number condition of SOPT. It suggests that in AD, visuospatial working memory is not working well although in low central executive loads.

KEY WORDS : Working memory · Alzheimer's disease · SOPT.

¹⁾경희대학교 의과대학 신경정신과학교실

Department of Neuropsychiatry, Kyung Hee University School of Medicine, Seoul, Korea

²⁾가톨릭대학교 심리학과

Department of Psychology, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

³⁾서울대학교 의과대학 정신과학교실

Department of Psychiatry, Seoul National University, College of Medicine, Seoul, Korea

†교신저자 : 이준영, 156-707 서울 동작구 보라매길 39

전화) (02) 870-2462, 전송) (02) 831-2826, E-mail) benji@snu.ac.kr

서 론

작업기억(working memory)이란 정보를 일시적으로 보유하고 인지적 처리과정이 실제로 수행되는 작업대를 말하며 때로는 작업부하(working loads)가 없는 경우 단기기억(short-term memory)을 의미하기도 한다. 작업기억은 장기기억 내의 정보보다 활성화 수준이 더 높은 대신 한 번에 활성화될 수 있는 정보의 양 또는 한 번에 처리될 수 있는 인지 과정의 수가 제한적이다. 작업기억이라는 용어를 맨 처음 사용한 연구자들은 Miller 등¹⁾이지만, 작업기억 체계 모형을 제안한 연구자들은 Baddeley와 Hitch²⁾이다. 그들은 작업기억을 단일체계로서의 단기기억이 아니라 중앙집행기(central executive) 아래 음운회로(phonological loop) 및 시공간잡기장(visuospatial sketchpad)의 하위체계가 위치하는 체계 모형으로 간주하였다. 이 체계들은 각각 주의통제기능, 연대기적 언어 작업기억, 동시적 시공간 작업기억을 담당한다.

현재까지 언어 작업기억 측정에 유용하게 사용되는 도구는 웨슬러 지능 검사 숫자 외우기 소검사(digit span)로, 특히 숫자 거꾸로 따라 외우기에서 작업기억 결함을 더욱 민감하게 측정한다고 보고하고 있다.^{3,4)} Kang 등⁵⁾은 숫자 외우기 검사의 숫자 바로 따라 외우기, 숫자 거꾸로 따라 외우기, 숫자 바로 따라 외우기-숫자 거꾸로 따라 외우기 각각에 대한 노인 기준을 제시하고 있다. 시공간 작업기억을 측정하기 위해서는 코지블록과제(Corsi Block Task)가 많이 사용되고 있으나 현재 전체 연령 기준에 따른 표준화 연구가 이루어지지 않은 실정이다. 중앙집행기능을 평가하기 위해서는 일반적으로 검사의 부하를 증가시키거나 주의 분산을 요구하는 과제를 동시에 실시하는 이중과제를 진행한다.

이런 도구들을 통해 알츠하이머병에서 작업기억이 어떻게 손상되어 있는 지에 대한 여러 연구들이 진행되어 왔다. 현재까지 알츠하이머병에서는 중앙집행기의 손상을 일관되게 보고하고 있다. 중앙집행기에 손상이 있을 경우 주의 분산을 요구하는 동시적으로 실시하는 이중과제에서 아주 낮은 수행을 보이게 되며, Morris⁶⁾ 및 Baddeley 등^{7,8)}은 이중과제 수행을 통해 경도 및 중등도 알츠하이머병에서 중앙집행기능에 손상이 있음을 보고하였다.

음운회로의 손상을 평가하기 위해 숫자 외우기 과제와 단어 폭 과제(word span)를 사용한 Morris⁹⁾의 연구들에서, 알츠하이머병 집단과 정상 통제 집단은 같은 정도의 수행능력을 보이므로 알츠하이머병에서 언어 작업기능의 손상이 없음을 보고하고 있다.

시공간잡기장을 평가하기 위해 Carlesimo 등¹⁰⁾은 숫자 외우기 과제와 코지블록과제를 사용하였다. 알츠하이머병 환자에서 숫자 바로 따라 외우기가 정상적인 수행을 보였지만, 숫자 거꾸로 따라 외우기와 공간 바로 따라 외우기, 공간 거꾸로 따라 외우기 등에서는 낮은 점수가 관찰되었다. 이를 통해 알츠하이머병에서는 주의통제력을 요하는 중앙집행기능과 시공간 작업기억에 손상이 있음을 보고하였다. 그러나 공간적 관계의 일시적인 유지만을 담당하는 시공간 잡기장의 기능과는 다르게 코지블록과제는 연대기적 기억의 재생을 요구하므로, 이 손상은 실제로는 중앙집행기의 손상과 관련이 있을 수 있어서 알츠하이머병과 시공간 작업기억에서의 손상에 대해서는 논란이 되고 있다.

Self Ordered Pointing Test(이하 SOPT)는 Petrides와 Milner¹¹⁾가 개발한 도구로 많은 연구들에서 작업기억 측정 도구로 사용되고 있다. 여러 개의 자극을 동시에 제시한 후 각 시행마다 이전에 선택했던 자극은 선택할 수 없도록 구성하여 동시적으로 시공간 작업기억력 크기를 평가하도록 구성되어 있다. 또한 제시되는 자극 개수의 변화를 통해 중앙집행기능을 평가할 수 있다. 현재까지 시공간 작업기억 측정에 주로 사용되어 온 코지블록과제의 경우 무의미 시공간 정보의 제시를 통해 시공간 작업기억능력을 평가하는 반면, SOPT는 제시되는 정보를 언어적 부호화 가능한 자극과 비언어적 자극 정보로 나누어 시공간 작업능력을 평가할 수 있다. 이를 통해 시공간 작업기억을 보다 다양하게 측정할 수 있으며, 일상생활에서 나타나는 시공간 작업기억 저하에 대해 실제와 보다 근접한 조건에서 측정할 수 있는 장점이 있다.

본 연구는 Baddeley의 작업기억 모델을 근거로, 알츠하이머병과 정상 노인 집단에서의 SOPT 수행을 비교한다. SOPT 자극의 유형(구체적 자극, 추상적 자극)과 자극의 개수(8개, 12개) 효과에 따라 SOPT 수행에서의 오류율이 어떠한 특성을 보이는 지를 통해, 알츠하이머병에서의 시공간 작업기억 특성을 살펴보고자 한다.

방 법

1. 연구대상

본 연구의 총 대상자는 2006년 6월부터 10월까지 모집된 만 65세 이상의 알츠하이머병 환자 20명, 정상 노인 20명이었다. 환자군은 일 종합병원의 외래 환자를 대상으로 하였으며, 정상 노인군은 서울 지역의 보건소 및 복지기관 또는 광고를 통해 자발적으로 참여한 만 65세 노인을 대상으로 하였다. 알츠하이머군은 정신과 전문의의 면담을 통해 DSM-IV¹²⁾의 알츠하이머 치매 진단 기준 및 NINCDS-ADRDA¹³⁾상 probable AD에 해당하는 피검자를 대상으로 하였으며, 전반적 퇴화 척도(Global Deterioration Scale, 이하 GDS)¹⁴⁾에서 척도 점수 4~5점에 해당하는 경도 치매 환자만이 본 연구에 포함되었다. 모든 알츠하이머군 대상자에게는 다른 치매 유형 존재 가능성을 배제하기 위해 신경학적 검사와 뇌 촬영이 실시되었다. 알츠하이머병 이외의 인지 기능에 영향을 미칠 수 있는 내과 질환, 신경과 병력, 정신과적 병력, 약물 또는 알코올 남용이 있는 경우 역시 연구에서 배제되었다. 정상 노인군에서는 GDS 1단계인 대상자 19명, 2인 대상자 1명이 포함되었다. 양 군 모두 한국판 CERAD 신경심리평가집¹⁵⁾와 한국판 간이정신상태 검사(MMSE-KC)¹⁶⁾한 인지기능 평가가 실시되었다

(표 1). 실시된 CERAD 신경심리평가는 언어유창성 검사, 보스톤 이름대기 검사, 간이정신상태 검사, 단어목록 기억 검사, 구성행동 검사, 단어목록회상 검사, 단어목록 인식 검사이다. 본 연구는 병원의 임상시험심사위원회의 심의를 통과하였으며, 모든 참여자들은 연구에 대한 설명을 듣고 참가에 동의하였다.

2. 도 구

본 연구에서는 치매진단을 위해 신경인지검사로 CERAD-K 및 MMSE-KC를 사용하였으며 양군 간 비교를 위해 SOPT 및 숫자 외우기 과제를 사용하였다. SOPT 검사는 Petrides와 Milner¹¹⁾가 개발한 도구로 많은 연구들에서 작업기억 측정 도구로 사용되고 있다. 한 화면에 4개 이상의 자극을 제시하며 매 시행마다 자극의 위치가 바뀌어져 있다. 자극 개수만큼 시행을 반복하게 되며 이 것이 한 세트로 묶인다. 각 세트에서 각 화면마다 제시한 모든 자극들 중 하나를 선택해야 하는데, 이전에 선택했던 자극을 다시 선택하면 오류개수로 기록이 된다. 수행을 잘 하기 위해서는 기존에 자기가 선택했던 자극들을 잘 기억해야 한다. 오류율은 총 오류개수/시행횟수로 구하였다. 자극을 전부 기억하였을 경우 오류율은 0%이다. 기존 연구들에서는 ADHD 아동이나 전두엽 및 측두엽 손상 환자, 알츠하이머병, 헌팅톤병, 파킨슨병, 페닐케톤뇨증 환자를 대상으로 연구된 바 있다.¹¹⁾¹⁷⁻²¹⁾

Table 1. Demographic characteristics and working memory abilities in AD and NC groups

	M(SD)		p
	AD (n=20)	NC (n=20)	
Age (yrs)	77.45 (5.84)	74.35 (5.40)	0.090
Sex	Male=7 Female=13	Male=6 Female=14	0.736
Education (yrs)	2.60 (2.91)	4.20 (3.32)	0.113
MMSE	16.70 (3.40)	24.65 (2.35)	<0.001
Digit span			
Forward digit span	2.95 (1.70)	3.90 (1.59)	0.076
Backward digit span	2.35 (0.93)	3.45 (1.00)	0.001
Self Ordered Pointing Test (SOPT)			
C8 error rate (%)	40.29 (23.89)	17.63 (7.00)	<0.001
C12 error rate (%)	38.35 (20.60)	23.41 (8.39)	0.005
A8 error rate (%)	40.27 (14.98)	31.95 (10.01)	0.046
A12 error rate (%)	39.98 (13.38)	34.54 (8.09)	0.128

AD : Alzheimer's disease, NC : normal control, C8 : condition using eight concrete stimuli in SOPT, C12 : condition using twelve concrete stimuli in SOPT, A8 : condition using eight abstract stimuli in SOPT, A12 : condition using twelve abstract stimuli in SOPT

SOPT의 타당도에 관한 Daigneault 등²²⁾ 연구에서 SOPT가 정상인 집단에서 위스콘신 카드 분류 검사(이하 WCST)와 $r=.33$, 미로 검사(Porteus Mazes)와 $r=.38$, 스트룹 검사 Stroop Test)와 $r=.36$ 정도의 상관을 보인다고 보고하였다.

본 연구에서는 태블릿 컴퓨터를 사용하여 전산화한 SOPT를 통해 과제를 수행하며, 오류개수와 검사 시간을



Fig. 1. Abstract stimuli in self ordered pointing test.



Fig. 2. Concrete stimuli in self ordered pointing test.

확인하였다. 자극 유형은 추상적인 자극(abstract stimuli)과 구체적인 자극(concrete stimuli)의 2가지 조건으로 구성하였다(그림 1, 2). 추상적인 디자인은 각각의 자극들을 구분하기는 쉬우나 언어적으로 부호화하기 어려운 자극들로 구성되어 있고, 구체적인 그림은 구분하기 쉽고 언어적으로 부호화하기 쉬운 그림들로 구성되어 있다. Petrides와 Milner¹¹⁾가 개발한 기존의 SOPT 추상적인 도안(abstract design) 자극들은 형태가 불분명하여 난이도가 높았고, 구체적인 그림(concrete drawing) 자극들은 우리나라 노인에게 익숙하지 않은 그림이었기 때문에, 본 연구에서 구체적인 그림은 Seo²³⁾의 260개 그림세트 표준화 연구에서 이름 일치성이 80점(100점 만점) 이상이고 친숙성이 4점(5점 만점) 이상인 그림을 선정하였고, 추상적인 도안은 연구자가 디자인한 추상적인 도안들 중 언어적으로 부호화하기 어려운 자극을 선정하였다.

본 연구에서 자극개수는 8개, 12개 자극 2가지 조건으로 구성하였고 각 2회 시행하여 평균을 구하였다. 임상가는 SOPT 실시 방법에 대해 설명하고, 연습 시행 후 실시하였다. 결론적으로 총 구체적 자극 8개 2시행(C8), 구체적 자극 12개 2시행(C12), 추상적 자극 8개 2시행(A8), 추상적 자극 12개 2시행(A12) 등 4가지 조건으로 구성하였으며, 절반은 추상적 자극에서 구체적 자극으로 진행하였고 절반은 구체적 자극에서 추상적 자극으로 진행하였다.

숫자 외우기 검사는 웨슬러 지능 검사에 있는 것을 사용하였으며 숫자 바로 외우기 폭 수 및 숫자 거꾸로 외우기 폭 수를 구하여 분석에 이용하였다.

3. 통 계

양군 간 인구학적 정보 및 숫자 외우기 과제, SOPT 오류율을 비교하기 위해 독립표본 T 검증과 카이 자승 검증을 실시하였다. 또한 본 연구는 집단(알츠하이머병 집단, 정상노인 집단), 자극의 유형(구체적 자극, 추상적 자극), 자극의 개수(8개 자극, 12개 자극)의 $2 \times 2 \times 2$ 혼합 설계로 이루어졌으므로 혼합모형 ANOVA를 통해 통계 분석하였다. 자극의 유형과 자극의 개수는 집단 내 변인으로, 양 집단은 집단 간 변인으로, 종속 변인은 오류율로 하였다. 이 후 양 군별로 이원 피험자 내 ANOVA를 실시하였는데 자극의 유형과 자극의 개수는 집단 내 변인으로, 종속 변인은 오류율로 하여 분석하였다. 종속

변인이 비율로 이루어져 있으므로 통계분석을 위해 역사인(arcsin) 변환을 실시하였다. 본 연구에서 수집된 자료는 SPSS Windows 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였으며 모든 통계분석에서 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. 알츠하이머병 환자와 정상 노인군 비교

알츠하이머병 환자와 정상 노인 간의 인구통계학적 특성 차이를 살펴보기 위해 독립표본 T 검증과 카이제곱 검증을 실시해 본 결과, 연령과 교육 연한, 성별에서 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 숫자 바로 따라 외우기는 집단 간 유의미한 차이가 없었던 데에 반해, 숫자 거꾸로 따라 외우기는 집단 간 유의미한 차이가 나타났다($p = 0.001$) (표 1). SOPT 검사에서 구체적 자극에서는 C8, C12 다 알츠하이머군에서 대조군에 비해 오류율이 높았으며($p < 0.001$, $p = 0.005$), 추상적 자극에서는 A8에서 대조군에 비해 오류율이 높았으나($p = 0.046$), A12에서는 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p = 0.128$) (그림 3). 그림 3에서 알츠하이머병 환자들은 자극 유형 및 자극개수에 따른 차이 없이 모두에서 수행이 저조한 반면, 정상 노인에서는 구체적 자

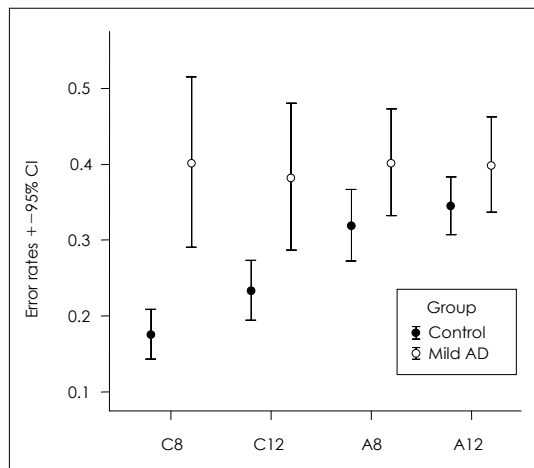


Fig. 3. Mean error rates in each Self Ordered Pointing Test (SOPT) conditions in the Alzheimer's disease (AD) and normal control (NC) groups. C8 : condition using eight concrete stimuli in SOPT, C12 : condition using twelve concrete stimuli in SOPT, A8 : condition using eight abstract stimuli in SOPT, A12 : condition using twelve abstract stimuli in SOPT.

극보다 추상적 자극에서, 8개의 자극보다 12개의 자극에서 유의하게 수행이 저조하였다.

2. 전체 집단에서 SOPT 수행에 영향을 미치는 집단, 자극 유형, 자극개수 효과

전체 집단에서 자극 유형과 자극개수에 따라 오류율이 변화되는지 알아보기 위해 혼합 변량분석을 실시하였다. SOPT 오류율 분석에서 유의한 집단 효과가 나타났다($F = 15.65$, $p < 0.001$). 한편, 전체군에서 추상적 유형보다는 구체적 유형의 자극일 때 유의미하게 수행이 증가되는 자극 유형 주 효과가 나타났다($F = 7.29$, $p = 0.010$), 집단과 유의미한 상호작용을 보여 자극 유형에 따른 집단 간 차이를 보였다($F = 5.66$, $p = 0.023$), 전체군에서 자극 개수에 따른 유의미한 오류율 차이를 보이지 않았으며($F = 0.99$, $p = 0.327$), 자극개수와 집단과의 유의한 상호작용은 없었으나 경향성은 보였다($F = 2.94$, $p = 0.094$). 자극 유형과 자극개수의 상호작용 효과는 나타나지 않았다($F = 0.08$, $p = 0.776$). 결론적으로 알츠하이머병 환자는 정상 노인보다 유의하게 높은 오류율을 보이며 자극 유형에 따른 작업기억력 수행능력이 양 군에서 다르게 나타났다.

3. 각 집단별로 SOPT 수행에 영향을 미치는 자극 유형 및 자극개수 효과

각 집단에서 자극 유형과 자극개수 효과에 따른 수행양상을 자세히 살펴보기 위해, 각 집단마다 자극 유형과 자극 개수를 독립변인으로 한 $(2) \times (2)$ 변량분석을 실시하였다.

알츠하이머병 환자군에서 변량분석 결과, 자극 유형 및 자극개수에 따른 유의미한 주 효과가 나타나지 않았다($F = 0.03$, $p = 0.865$, $F = 0.21$, $p = 0.652$) (표 2). 자극 유형과 자극개수에 대한 상호작용 효과 역시 나타나지 않았다($F = 0.11$, $p = 0.741$). 즉, 알츠하이머병 환자는 자극의 유형이 구체적이든 추상적이든, 자극의 크기가 8개든 12개든 상관없이 전반적으로 비슷한 정도의 낮은 수행을 보인다는 것을 의미한다. 정상 노인 집단에서는 자극 유형과 자극개수 각각에 따른 주 효과가 나타났다($F = 46.71$, $p < 0.001$, $F = 4.84$, $p = 0.040$). 자극 유형과 자극개수에 따른 상호작용은 나타나지 않았다($F = 1.97$, $p = 0.177$).

즉, 정상 노인의 경우, 추상적 자극 유형보다는 구체

Table 2. Summary of ANOVA for testing effects by stimuli type and numbers in AD and NC groups

Source (%)	AD		NC	
	F	p	F	p
Stimuli types error	0.03	0.865	46.71	<0.001
Stimuli loads error	0.21	0.652	4.84	0.040
Stimuli types × stimuli loads error	0.11	0.741	1.97	0.177

AD : Alzheimer's disease, NC : normal control

적 자극 유형에서, 많은 자극개수보다는 적은 자극개수에서 시공간 작업기억 과제 수행이 좋았다.

고 찰

본 연구에서 숫자 외우기 검사 및 SOPT 오류율을 통해 파악한 경도 알츠하이머병 환자의 작업기억력의 특성은 아래와 같다.

숫자 외우기 검사에서는 숫자 바로 따라 외우기는 집단 간 유의한 차이가 없었던 데에 반해, 숫자 거꾸로 따라 외우기 검사에서 알츠하이머병 환자들이 저조한 수행을 보였다($p=0.001$). 이는 알츠하이머병 환자에서 수동적인 언어 작업기억력이 떨어지지 않으며, 작업부하가 증가할 때 중앙집행기능의 저하로 인해 능동적인 작업기억 수행력이 저하됨을 의미한다. 기존 Morris⁹⁾ 연구에서도 경도 알츠하이머병에서는 수동적인 언어작업기억력의 저하가 없음을 보고하고 있다. Morris⁶⁾는 알츠하이머병 환자의 경우 시공간적 작업기억이 언어적 작업기억보다 더 많이 손상되고, 음운회로의 결함은 나타나지 않는다고 보고하였으며, 알츠하이머병은 단기언어 기억 자체의 문제가 아니라 단기언어기억을 장기언어기억으로 강화(consolidation)시키는 과정의 문제임을 강조하고 있다.

전체적인 SOPT 오류율에서는 알츠하이머병 환자들이 정상군에 비해 저조한 수행을 보여 시공간 작업기억력이 저하되어 있음을 보여주었다. 알츠하이머병에서 시공간 작업기억의 저하에 대해서는 아직까지 명확한 결론이 없다. 그러나 SOPT 측정을 통해 알츠하이머병 환자의 작업기억 특성을 연구한 Kim²⁴⁾의 결과에서는 알츠하이머병 환자에서 정상군에 비해 유의하게 높은 오류율을 나타내며 시공간 작업기억력이 저하됨을 지지하였다. Grossi 등²⁵⁾은 알츠하이머병 환자에서의 시공간 잡기장을 측정하기 위해 코지블록 검사와 시공간 패턴 검사(Visuospatial Pattern Test)를 사용하였는데, 연구 결

과 알츠하이머병 환자에서 코지블록 검사와 시공간 패턴 검사들은 둘 다 낮은 점수를 보였다. Grossi 등은 이 결과를 시공간 잡기장의 장애라고 해석하였다. Alescio-Lautier 등²⁶⁾도 치매 전단계인 경도인지장애군에서도 시공간 작업기억의 저장이 감소됨을 보고하며, 이는 시공간 위치기억을 담당하는 해마가 위축되기 때문이라고 설명하였다.

정상 노인군은 구체적 자극에서 추상적인 자극에 비해 수행능력이 우수하였으나 알츠하이머병 환자들은 그렇지 않았다. Vallar와 Papagno²⁷⁾가 언급한 바에 의하면, 청각적 자극이 입력된 경우에만 음운적 분석을 통해 음운회로가 활성화 되는 것이 아니라, 언어화할 수 있는 시각적 자극이 입력된 경우에도 시각적 자극을 음운적으로 부호화시키는 변환 절차를 거쳐 음운단기억저장고에서 변환된 시각적 자극을 처리하며 이 과정이 시공간 작업기억에 비해서 더 효율적이라고 하였다.

Vallar와 Papagno가 주장한 음운회로 처리 과정을 본 연구 수행에 적용해 보면, 구체적 자극 조건의 SOPT를 잘 수행하기 위해서는 컴퓨터 화면에 제시된 구체적 그림 자극을 보고, 이러한 시각적 자극들을 음운 부호로 변환시키는 시각-음운 변환 절차가 원활하게 이루어져야 한다. 정상 노인에서는 언어적인 부호화가 쉽게 이루어지기 때문에 구체적 그림 자극에서 추상적 그림 자극에 비해 수행이 양호한 것으로 여겨진다. 반면, 알츠하이머병 환자의 경우 구체적 그림 자극 수행이 추상적 도안 자극 수행과 비슷할 정도로 수행이 저조하였는데, 이는 알츠하이머병 환자에서는 시각-음운 변환 체계가 결함이 되어 있어서 구체적 그림 자극이나 추상적 그림 자극이 전부 시공간 잡기장에서 처리되었을 수 있음을 시사한다. 이는 시각-자소-음운 변환을 담당하는 방추형 뇌이랑(fusiform gyrus)이 해마 옆에 붙어 있어서 알츠하이머병에서 조기에 위축이 일어나기 때문일 가능성이 있다.

정상 노인군은 자극의 개수가 적은 경우에서 자극의

개수가 많은 경우보다 수행능력이 우수하였으나 알츠하이머병 환자들의 수행능력은 자극의 개수에 영향을 받지 않았다. 정상 노인군에서 자극의 개수가 12개로 증가하여 중앙집행기가 주의통제할 수 있는 크기를 넘어갈 경우 중앙집행기의 기능이 효율적으로 수행되지 못해서 작업기억력이 떨어질 수 있다. 하지만 알츠하이머군에서는 8개라는 적은 자극의 개수가 이미 주의통제할 수 있는 크기를 넘어서 있기 때문에 8개의 자극과 12개의 자극에서 같은 오류율을 보인 것일 수 있다. 이는 Lafleche 등¹⁸⁾이 SOPT로 알츠하이머병에서 연구한 결과와는 차이가 있다. Lafleche 등의 연구에서는 자극의 개수가 8개에서 12개로 늘어날수록 알츠하이머병 환자에서 정상 노인군에 비해 수행능력이 떨어졌다. 하지만 자극으로 그림자극 대신 단어자극을 썼으며, 언어 작업기억에서는 알츠하이머병 환자들이 기능이 유지되기 때문에 자극의 개수가 12개 이상일 때만 수행능력의 저하를 보였을 수 있다. 또한, Lafleche의 연구에서 알츠하이머병 환자군과 정상 노인군의 평균 교육연한이 14.6년, 14.7년으로 본 연구의 2.6년, 4.2년과 크게 차이가 있는 점이 과제 수행에 영향을 미쳤을 수 있다. 이를 증명하기 위해서는 본 연구에서 SOPT 검사에서 아주 적은 부하인 4개의 그림 자극을 제시하여 알츠하이머병 환자에서 수행능력이 유지되는지를 확인해보고 교육연한에 따른 수행을 비교해 볼 필요가 있었으나 이 과제를 수행하지 못한 것이 이 연구의 제한점으로 남는다.

결론적으로 알츠하이머병 환자들은 정상 노인군에 비해 시공간 작업기억력의 감소를 보이며, 구체적 시공간 자극에서 음운화 변환에 문제가 있으며, 적은 중앙집행기 부하에서도 시공간 작업기억력의 저하를 가진다. 알츠하이머병에서 시각-음운 변환 과정에 이상이 있음을 확인한 것이 본 연구의 장점이다. 후속 연구에서는 SOPT 검사에서 4개의 자극을 사용한 조건을 추가하며, 그림 자극이 아니라 단어자극이 주어졌을 경우와 비교해 볼 필요가 있다. 그리고 뇌기능 영상법을 통해 SOPT 수행 시 대뇌 활성화 영역에 대해 연구한다면, 알츠하이머병에서의 작업기억 결함에 영향을 미치는 대뇌 구조적 특징에 대해 더 많은 것을 밝힐 수 있을 것이다. 다만, 본 연구에서 사용된 SOPT 도구가 국내에 표준화되어 있지 않다는 점 때문에 임상 장면에서 널리 사용되는 데는 현재까지 제한이 따른다. 추후 연구에서는 SOPT 도구에 관한 대규모 사례 수의 연구 및 표준화를 통한 도구의

임상적 유용성 검증이 이루어져야 할 것이다. 또한 뇌 영상 기법을 통해, 본 연구에서 제안했던 알츠하이머병에서의 시각-음소 변환 기능 결함을 확인하는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

중심 단어 : 작업기억력 · 알츠하이머병 · SOPT.

참고문헌

1. Miller GA, Galanter E, Pribram KH. Plans and the structure of behavior. New York: Holt; Adams Bannister Cox Pubs:1960.
2. Baddeley AD, Hitch GJ. Working memory. In: Bower GH. The psychology of learning and motivation. New York: Academic Press:1974. p.47-89.
3. Hale JB, Hoepfner JB, Fiorello CA. Analyzing digit span components for assessment of attention processes. J Psychoeduc Assess 2002;20:128-143.
4. Fossati P, Amar G, Raoux N, Ergis AM, Allilaire JF. Executive functioning and verbal memory in young patients with unipolar depression and schizophrenia. Psychiatry Res 1999;89:171-187.
5. Kang YW, Jin JH, Chin JH, Na DL. A Normative study of the digit span test for the elderly. Korean J Clin Psychology 2002;21:911-922.
6. Morris RG. Short-term forgetting in senile dementia of the Alzheimer's type. Cogn Neuropsychol 1986;3:77-97.
7. Baddeley AD, Bressi S, Della Sala S, Logie R, Spinnler H. The decline of working memory in Alzheimer's disease. A longitudinal study. Brain 1991;114:2521-2542.
8. Baddeley A. Working memory. Science 1992;255:556-559.
9. Morris RG. Dementia and the functioning of the articulatory loop system. Cognitive Neuropsychology 1984; 1:143-157.
10. Carlesimo GA, Fadda L, Lorusso S, Caltagirone C. Verbal and spatial memory spans in Alzheimer's and multi-infarct dementia. Acta Neurol Scand 1994;89:132-138.
11. Petrides M, Milner B. Deficits on subject-ordered tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man. Neuropsychologia 1982;20:249-262.
12. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th ed. Washington, DC: APA Press:1994.
13. McKhann G, Drachman D, Folstein M, Katzman R, Price D, Stadlan EM. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. Neurology 1984; 34:939-944.
14. Choi SH, Na DL, Lee BH, Hahn DS, Jung JH, Jung

- Y, et al. The validity of the Korean version of Global Deterioration Scale. *J Korean Neurol Assoc* 2002;20:612-617.
15. Lee DY, Lee KU, Lee JH, Kim KW, Jhoo JH, Kim SY, et al. A normative study of the CERAD neuropsychological assessment battery in the Korean elderly. *J Int Neuropsychol Soc* 2004;10:72-81.
 16. Lee DY, Lee KU, Lee JH, Kim KW, Jhoo JH, Youn JC, et al. A normative study of the Korea-Mini Mental State Examination (K-MMSE) in the Korean Elderly. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2002;41:508-525.
 17. Shuc KL, Douglas VI. Attention deficit hyperactivity disorder and the frontal lobe syndrome. *Brain Cogn* 1992; 20:104-124.
 18. Lafleche G, Albert MS. Executive function deficits in mild Alzheimer's disease. *Neuropsychology* 1995;9:313-320.
 19. Rich JB, Bylsma FW, Brandt J. Self-ordered pointing performance in Huntington's disease patients. *Cogn Behav Neurol* 1996;9:99-106.
 20. Gabrieli JDE, Singh J, Stebbins GT, Goetz CG. Reduced working memory span in Parkinson's disease: evidence for the role of a frontostriatal system in working and strategic memory. *Neuropsychology* 1996;10:322-332.
 21. Smith M, Klim P, Mallozzi E, Hanley WB. A test of the dopamine specificity hypothesis in the cognitive performance of adults with phenylketonuria. *Developmental Neuropsychology* 1996;12:327-341.
 22. Daigneault S, Braun CMJ, Whitaker HA. Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. *Developmental Neuropsychology* 1992;8:99-114.
 23. Seo CW. A study on picture memory: A standardized set of 260 pictures. *Korean Journal of Psychology* 1988;7: 158-186.
 24. Kim SM. Working memory in Alzheimer's disease. Seoul: Catholic University of Korea;2007.
 25. Grossi D, Becker JT, Smith C, Trojano L. Memory for the visuospatial patterns in Alzheimer's disease. *Psychol Med* 1993;23:65-70.
 26. Alescio-Lautier B, Michel BF, Herrera C, Elahmadi A, Chambon C, Touzet C, et al. Visual and visuospatial short-term memory in mild cognitive impairment and Alzheimer disease: role of attention. *Neuropsychologia* 2007;45:1948-1960.
 27. Vallar G, Papagno C. Neuropsychological impairments of verbal short-term memory. In: Baddeley A, Wilson B, Kopelman M(eds). *Handbook of memory disorders*. 2ed. Chichester, England: Wiley;1990. p.249-270.