

컴퓨터 인지평가도구를 이용한 성인들의 인지능력 비교

최 현 · 이 금 주 · 이 재 윤

국립재활원 재활연구소

(요약) 기억, 주의집중력, 언어, 실행기능 등의 일련의 검사를 20대부터 70대 사이의 67명의 보통 사람들에게 실시했다. 각 검사는 컴퓨터 프로그램으로 제작해서 실시되었다. 기억과 언어 검사들의 반응은 언어로 답변하는 방식으로 얻었고, 주의집중력, 실행기능 검사들의 반응은 장애인들을 위하여 특별히 제작된 대형 스위치를 이용해 얻었다. 검사결과, 모든 인지 기능들은 대부분 연령에 따른 저하를 보였으나, 그 중에서도 주의집중력이나 언어 등의 인지기능들은 다른 기능들보다는 연령의 영향을 크게 받지 않았다. 또한 노인들의 기억력 저하는 기억한 단어를 재생할 때 인출 문제가 아니라 학습할 때의 약호화의 결여에 기인함을 밝혔다. 교육수준은 언어능력에는 중요한 요소로 드러났으나 다른 인지기능에는 큰 영향을 미치지 않았다. 일반적으로 주의집중력은 연령증가에 따라 감소하고 특히 복잡한 작업을 할 때 그 정도가 심해졌으나, 다른 맥락에서는 그렇지 않았다. 본 연구의 다른 결과들과 제한점도 함께 논의하였다.

[Key words: 노인 기억, 노인 인지, 노화과정, 주의집중력, 컴퓨터 인지검사]

이 논문에 관한 일체의 서신왕래는 (우) 142-884 서울특별시 강북구 수유5동 520번지 국립재활원 재활연구소 운동인지기능재활연구과 보건연구관 최 현 박사 앞으로 하시기 바랍니다. 교신저자의 e-mail 주소는 hyunchoih@gmail.com이다.

서 론

나이가 들면서 인지능력이 저하된다는 것은 주지의 사실이며, 노인 인지 평가를 다룬 기존의 수많은 연구들이 이를 뒷받침한다. 1950년대 연구에서는 20대 이후부터 성인의 인지능력이 점차 떨어진다는 내용에 초점을 맞추었으나 노인의 인지능력이 무조건 젊은이에 비해 낮다는 식의 논리는 점차 도전을 받게 되었다(La Rue, 1992). 1970년대 이후 연구자들은 노인의 인지가 IQ나 교육수준 등의 개인차에 따라 그 쇠퇴 정도가 다르고(Andreoletti & Lachman, 2004), 언어나 상식 등 어떤 인지 능력은 오히려 연령증가와 함께 높아진다는 연구결과도 있다(Hertzog & Schaie, 1988; Horn & Hofer, 1992; Schaie, 1988). 그래서 노인의 인지능력 연구는 단순히 나이가 들면서 특정한 영역의 인지능력이 저하된다는 결론을 보여주는 것보다도 인지능력 저하의 구체적인 원인을 파악하고 노화의 속도를 늦추거나 인지능력 회복가능성을 제시해주는 것이 더 의미가 크다고 할 수 있다.

복잡한 인지기능을 연구할 경우에는 이를 단순화시키거나 임의적인 범주로 구분하는 것은 오히려 더 혼란스러울 수 있다. 사실 거의 모든 인지기능들이 서로 밀접히 관련되어 있기 때문에 어떤 한 기능을 독립적으로 측정하기는 쉽지 않으며, 세부적인 인지기능을 측정하려고 할 때 의도된 것과 다른 인지기능을 검사하는 경우가 종종 발생한다. 본 연구에서도 일반적으로 널리 알려진 기존의 인지기능인 기억, 주의집중력, 언어, 실행기능(executive function)을 사용하고 있으나, 단어를 기억할 때 집중력이 필요하고(Anderson 등, 2000), 언어도 인간 기억에서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 또한 모든 인지 기능에는 실행기능이 내포되어 있으며(Carlson 등, 1999), 실행기능 중 작업 기억(working memory)은 중요한 부분으로 간주된다(Brebion, 2003).

실행기능의 측정에 자주 이용되고 있는 도구로 Trail Making A/B가 있다(Reitan & Wolfson, 1985). 그러나 그 수행에는 집중력, 시각탐색 능력, 손 운동 속도, 시각 운동 협응기능(visual motor coordination) 등이 모두 요구되는데, 이 중 어떤 기능에 의해 인지기능 결과가 도출

되었는지 명확하지 않다. 따라서 개별적인 인지 기능들의 측정이 불가능할 경우에는 통계적 방법(예, analysis of covariance)으로 통제하는 방안을 이용한다(Jamieson, 2004). 그래서 본 연구에서는 노인의 인지 기능을 최대한 세분화하여 측정하려고 했으며, 더 이상 세분화될 수 없는 경우에는 통계적 방법을 응용했다. 그리고 기존의 표준화된 인지 평가 도구들을 사용하지 않은 이유는 기존 평가 도구들이 세분화하기 어렵고 실험자가 직접 반응을 기록하면서 발생하는 정확성 저하나 실험자 편파(bias)를 감소시키기 위한 것이었다. 이러한 단점 보완을 위해 실험을 모두 컴퓨터로 실시했고, 고령자의 컴퓨터 사용에서의 불편함을 최소화시키기 위해 대형 LCD 모니터와 장애인을 위해서 특별히 제작된 원형 스위치를 키보드 대신 사용하게 하였다. 인간의 인지능력이 노화가 되는 시기와 어떤 인지기능이 저하되는지를 알아보기 위해 학력, 성별, 지능 등 개인적 변인뿐만 아니라 10세 단위의 연령대별(20대부터 60대, 및 70대 이후)로 나누어 참여자를 골고루 분포시켰다.

방 법

연구대상자

본 연구의 연구대상자는 20-70대의 남녀 67명이었고, 이들을 저연령(20대 14, 30대 15, 및 40대 9명)과 고연령 집단(50대 10, 60대 8, 및 70-81세 사이 11명)으로 구분했다. 연구대상자들 중 남성 비율은 40.3%($n=27$), 학력은 대졸 이상 25명, 고졸이상 25명, 중졸이상 7명, 초등학교 졸업은 10명이었고, 그들의 성별, 연령, 학력 정보는 <표 1>에 제시했다. 본 연구는 기억력, 주의집중력, 언어, 및 실행기능으로 구성된 인지능력을 평가하는 것인데, 연구대상자 선정은 무작위 선출을 기본으로 홍보물 부착 및 서울시 소재 노인복지관에 협조를 요청하여 자발적 참여를 우선으로 하였다. 실험은 2009년 6-10월 사이에 이루어졌으며, 전반적인 인지기능 검사로 널리 알려져 있는 K-MMSE를 통하여 24점미만의 점수를 받은 사람은 연구대상자에서 제외시켰다.

〈표 1〉 저연령 및 고연령 집단의 연령 및 학력

집단	성별	<i>n</i>	연령(<i>M</i>)	학력(<i>M</i>)
저연령	남	11	29.1	15.6
	여	18	29.4	15.8
고연령	남	13	67.8	11.5
	여	16	62.4	9.3

주. 연령과 학력의 단위는 년(year)임.

측정도구

치매: 연구대상자들의 치매 상태는 한국형 간이정신상태검사(K-MMSE)를 이용하여 측정했으며, 총점으로 14점 이하는 중증치매의심, 15-19점은 경증치매의심, 20-23점은 치매의심, 그리고 24점 이상은 정상으로 간주했다(Folstein & Folstein, 1975).

인지평가도구: 인지 평가는 기억, 언어, 주의집중력, 실행 기능의 4부분으로 구성되었다. 기억은 즉각 회상(immediate recall), 단서 회상(cued recall), 지연 회상(delay recall), 및 재인(recognition)의 4가지 검사로 구성되어 있으며, 언어는 한국형 Boston 단어검사검사(K- BNT), 본 연구팀에서 개발한 단어의 사전적인 의미를 불러주고 그 단어를 맞추게 하는 어휘검사, 그리고 문장 단락을 들려주고 그에 대한 객관식 문제를 푸는 이해력(comprehension) 검사를 이용해 측정했다. 주의 집중력은 지속 주의력(sustained attention), 선택적 주의력(selective attention), 그리고 단순히 시각에만 반응하는 단순 주의력 시각과 청각 두 가지 유형의 자극물에 함께 반응하는 분산 주의력(divided attention)을 다시 스피커에서 나오는 단어들을 따라 말할 때 방해 자극이 있는 분산주의력(divided attention with distraction)과 방해가 없는 분산주의력(divided attention without distraction) 두 가지로 나누어 실험했고, 그리고 실행기능은 선추적 검사 타입B(Trail Making B), Stroop 검사, 억제 반응(inhibition) 검사를 이용했는데, 평가도구의 구성 및 평가방법의 상세한 사항은 〈부록〉에 제시했다.

측정 장치 및 절차

인지평가도구는 Presentation Software(Neurobehavioral Systems, Albany, CA)를 사용하여 전산화했다. 연구대상자들은 국립재활원 재활연구소의 임상재활연구실에서 전산화시킨 세분화 인지 평가를 이용하여 2시간 동안 수행했으며, 평가 결과(즉, 정확성과 반응속도)는 컴퓨터로 기록되었다. 노인들의 컴퓨터 작업을 용이하게 하기 위하여 키보드에 구성되어 있는 방향키 및 입력키를 원형 스위치로 교체하여 컴퓨터에 익숙하지 않아 발생될 수 있는 반응시간 지연문제를 보완시켰다. 그리고 언어 프로토콜로 구성되어 있는 언어검사 일부는 반응 일부를 답변하게 하여 기록지에 기록하여 결과를 얻었다(〈그림 1〉 참조).

결 과

기억

〈표 2〉에 네 가지 기억력 검사 결과의 평균과 표준오차를 제시했다. 즉각 회상, 단서 회상, 지연 회상은 정답의 백분율(% correct) 및 적중한 개수에서 틀린 개수를 뺀 숫자의 백분율(hit-false alarm)을 중

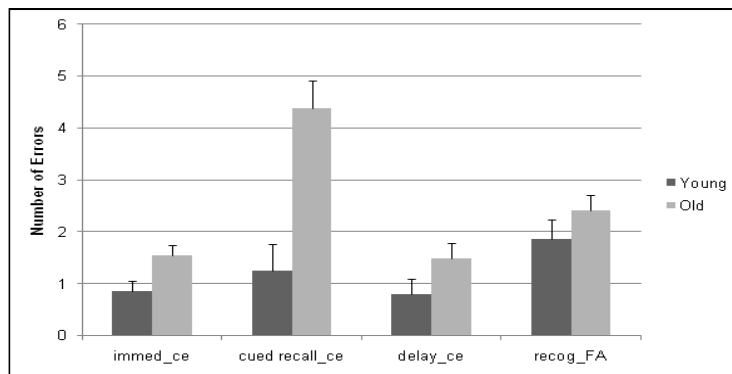


〈그림 1〉 실험 도구

속변인으로 삼아 교육기간(years of schooling)을 공변인으로 한 다변량분석(MANCOVA)을 실시했다. 그 결과, 즉각 회상($F_{1,55}=10.73$, $p<.01$), 단서 회상($F_{1,55}=15.65$, $p<.001$), 지연 회상($F_{1,55}=26.15$, $p<.001$), 재인($F_{1,55}=5.41$, $p<.001$) 모두 연령에 따른 효과, 즉 대조집단이 실험집단보다 더 좋은 점수를 얻었다. <그림 2>는 각 기억력 검사의 오답(commission error) 수 평균을 비교한 결과를 보여준다. 모든 기억력 검사에서 저연령보다도 고연령 집단에서 오답이 더 많았음을 알 수 있다. 그러나 통계적으로 유의한 차이는 즉각 회상과 단서 회상에서만 나타났다. 특히 단서 회상에서 정답의 첫 글자를 제시해주었을 때 고연령 집단은 저연령 집단에 비해 거의 4배 정도 많은 오답을 했다.

〈표 2〉 두 집단의 기억력 검사 결과

기억 (% correct)	저연령집단 ($n=29$)		고연령집단 ($n=29$)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
즉각 회상	62.87	15.18	39.54	12.80
단서 회상	91.38	6.81	72.76	13.95
지연 회상	46.55	14.18	21.03	9.95
재인(정반응-오반응)	85.17	16.53	68.85	17.25

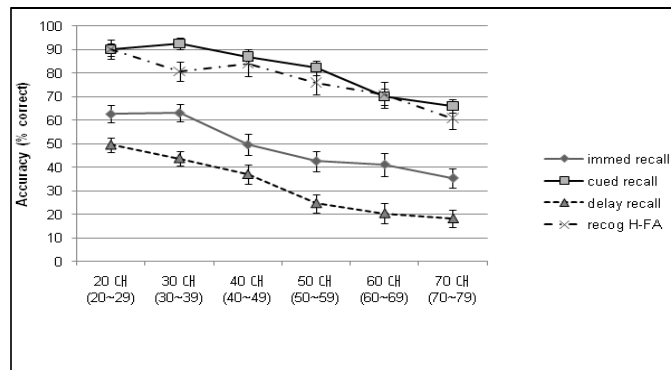


〈그림 2〉 기억력 검사의 오답(commission error) 개수(*M*, *SD*)

기억력이 어느 연령대에서 저하되는지를 알아보기 위해 정답 백분율을 연령대별로 계산하여 그래프로 나타냈다(〈그림 3〉). 가설검정 중 반복 대비(repeated)를 이용하여 각 연령대와 그 다음 연령대를 비교 분석한 결과, 즉각 회상 능력은 40대에서 가장 급격히 저하되었고($p<.05$), 그 이후 계속해서 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 단서 회상의 경우, 30대 이후부터 서서히 감소하다가 60대부터 급격히 하락하는 것이 관찰되었고($p<.01$), 지연 회상은 20대 이후 가장 지속적으로 감퇴되었으나 50대에서 가장 크게 떨어졌으나($p<.05$), 재인의 경우는 통계적으로 별다른 차이를 보이지 않았다.

주의집중력

주의집중력 검사 결과는 〈표 3〉에 제시했다. 모든 주의 집중력에 관련된 종속 변인들은 (정확성과 반응속도를 포함) 교육기간을 공변인으로 한 MANOVA에서 집단간 차이가 유의미하게 나타났다. 즉, 모든 주의 집중력 검사에서 젊은 성인 집단이 노인 집단에 비해 더 빠르고 정확하게 반응했는데, 이는 주의 집중력에서 교육수준이 중요한 역할을 하지 않았음을 의미한다. 그러나 각 종속변인 중 정확성에 대하여 각 종속 변인에 대한 반응 속도를 공변인으로 한 MANOVA를 다시 실시한 결과, 주의 지속력($F_{1,54}=4.87$, $p<.05$)과 방해물이 있는 주의 분산



〈그림 3〉 각 연령대별 기억력 정답수의 백분율

력($F_{1,54}=9.75$, $p<.01$)만이 유의미한 차이를 보였다.

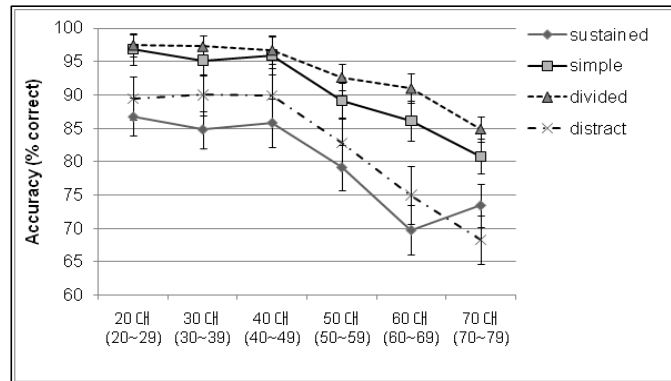
선택적 주의력(시각탐색)에 대해서는 방해물의 개수(15, 30, 및 45 개)와 목표물 난이도에 대해 집단간 차이를 혼합반복측정 MANOVA로 다시 살펴본 결과, 방해물의 개수, 난이도, 및 집단은 각각 유의미한 차이를 보였을 뿐만 아니라 집단과 방해물 개수 그리고 집단과 난이도 사이의 상호 작용도 유의미하게 드러났다(p 수준은 모두 .001이었음). 즉 일반적으로 시각 탐색의 난이도나 방해물의 개수가 증가하면 저연령보다 고연령 집단의 선택적 주의력이 더욱 감소한다는 것을 알 수 있었다.

〈그림 4〉와 〈그림 5〉에 제시되었듯이 주의력을 연령대별로 살펴볼 때 50대 이후에 급격히 떨어짐을 알 수 있었다. 그러나 통계적으로는 차이가 없었는데, 그 이유는 다른 검사들에 비해서 주의집중력 검사의 표준오차가 크기 때문인 것처럼 보인다. 목표물 탐색에 걸린 시간으로 측정한 선택적 주의력은 30대와 70대에서 통계적으로 유의한 정도로 급격히 감소했다(20대와 30대 비교는 $p<.05$, 60대와 70대 비교는 $p<.01$ 이었음).

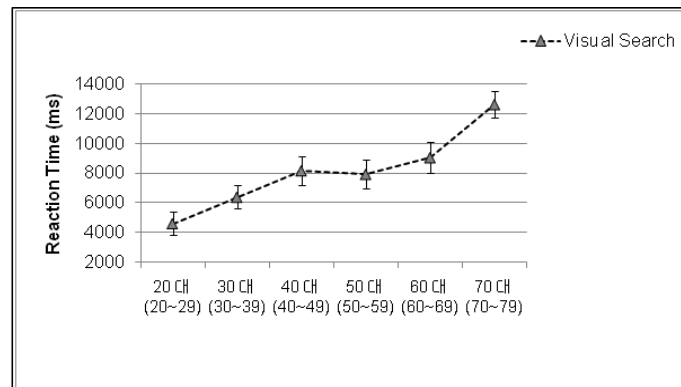
〈표 3〉 두 집단의 주의집중력 검사 결과

		비교 집단 ($n=29$)		실험 집단 ($n=29$)	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
정확성 (% correct)	Sustained	85.73	7.32	74.43	13.54
	Simple	95.98	3.83	85.15	12.10
	Divided	97.41	2.09	89.22	9.41
	Distract	89.75	9.24	75.14	15.80
반응시간 (msec)	Sustained	356.73	67.62	406.03	90.83
	Simple	424.97	80.95	604.23	81.52
	Divided	528.25	69.22	532.69	65.95
	Distract	516.79	59.60	60.328	77.47

주. Sustained = 지속주의력, Simple = 단순 주의력, Divided = 방해물 없는 분산 주의력, Distract = 방해물 있는 분산주의력



〈그림 4〉 각 연령대별 주의집중력 정답률(%) 비교



〈그림 5〉 각 연령대별 주의집중력(시각탐색) 반응시간 비교

언어

언어를 종속변인으로 MANOVA를 실시한 결과(〈표 4〉 참조), 어휘와 문장 이해력 검사에서는 두 집단의 차이가 뚜렷하게 나타났으나 (어휘: $F_{1,55}=6.62$, $p<.05$, 문장 이해력: $F_{1,55}=34.72$, $p<.001$), 한국형 Boston 단어 검사에서는 차이가 없었다. 그 원인을 자세히 살펴보기

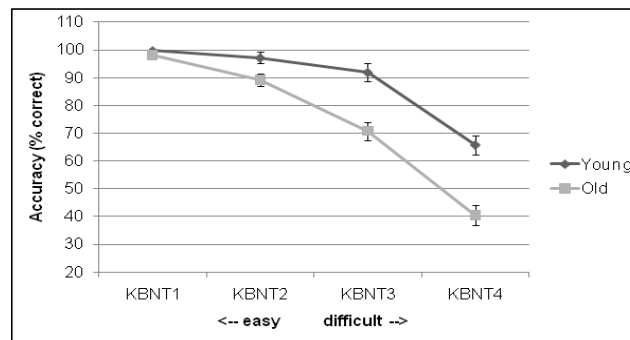
위해서 Boston 단어 검사를 그 난이도에 따라 4단계로 나누어 혼합 모델(mixed design)을 이용해 분석한 결과(〈그림 6〉 참조), 각 독립변인 집단과 난이도의 주 효과 및 그 두 변인들 사이의 상호작용도 유의미하게 드러났다. 사후검증에서는 가장 쉬운 단어들에 대해서는 집단 간의 차이가 없었으나 난이도가 높은 다른 세 단어 군에서는 유의한 집단간의 차이를 보였다. 그러나 교육기간을 공변인으로 설정한 후 동일한 분석을 했을 때에는 집단간의 유의미한 차이들이 사라졌다.

언어를 종속변인으로 해서 〈그림 7〉처럼 20대에서 70대까지 나이 별로 나누어 가설검정 반복 대비로 다시 분석했을 때, K-BNT에서는 연령차가 특별하게 나타나지 않은 상태로 정확성이 완만하게 감소하였으나, 어휘와 문장이해력에 관해서는 50대 이후부터 언어능력 저하가 뚜렷하게 나타났다(언어검사 $p < .01$; 이해력 검사 $p < .001$).

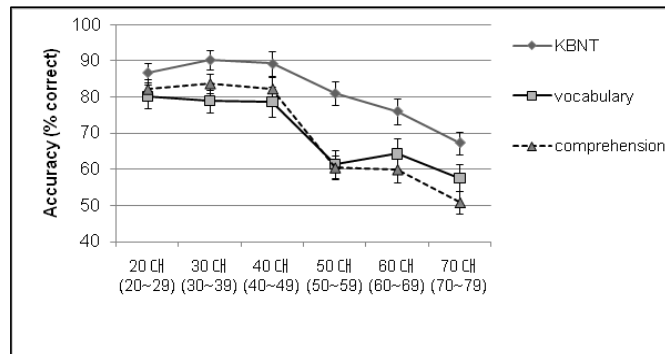
〈표 4〉 두 집단의 언어검사 결과

언어 (% correct)	비교 집단 (n=29)		실험 집단 (n=29)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
K-BNT	88.62	6.65	74.43	13.75
Vocabulary	79.52	7.50	60.76	14.66
Comprehension	82.93	8.15	56.72	12.05

주. K-BNT = 한국형 Boston 검사, Vocabulary = 어휘검사,
Comprehension = 문장 이해력 검사



〈그림 6〉 Boston 단어검사 난이도에 따른 비교분석 결과



〈그림 7〉 연령대별 언어검사들의 비교

실행능력

세 가지 방식의 B타입 선추적 검사에 소요된 총 시간을 종속변인으로 한 MANOVA를 실시했다(〈표 5〉 참조). 교육기간을 공변인으로 설정했을 때 언어 선추적 검사(Trail making B-verbal)의 유의한 집단차가 없어졌으나 첫 번째(Trail making B1)와 두 번째(Trail making B2) 선추적 검사들은 여전히 유의한 결과를 나타냈다(모두 .05 수준). 일반적 선추적 검사 방식인 Trail making B1들에 영향을 미치는 요인들을 찾기 위해 회귀분석을 별도로 실시했다. Trail making B1을 종속변인으로 하고 Trail making B2, 언어 선추적 검사, 그리고 교육기간을 독립변인으로 한 단계적 회귀분석의 결과, 단순히 규칙적으로 나열된 글자와 숫자를 연결하는 전체 시간을 나타내는 Trail making B2만이 Trail making B1의 결과에 유의한 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있었다($R^2=.638$, $\beta=.799$, $p<.001$). 이러한 결과를 근거로 Trail making B2를 공변인으로 설정하고 집단간의 Trail making B1차이를 알아보기 위한 1-way ANCOVA를 실시했지만, 집단간의 차이가 나타나지 않았다.

선추적 검사와 비슷한 방법으로 Stroop검사를 분석하였다. Stroop 검사의 구성 부분을 세부적으로 나누어 분석했을 때 모두 .05수준에서

〈표 5〉 두 집단의 Stroop 검사 결과

Stroop (sec)	비교 집단 (n=29)		실험 집단 (n=29)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Color Naming	24.44	9.48	37.02	14.65
Letter Reading	19.89	3.62	29.40	7.30
Letter-Color Consistent	16.92	2.54	30.00	17.71
Stroop (inconsistent)	34.15	6.61	82.18	60.10

주. Color Naming: 색깔 말하기, Letter Reading: 색 이름 읽기,
 Letter-color: 글씨와 글씨 색이 일치하는 경우,
 Stroop(inconsistent): 글자와 색이 일치하지 않은 경우의 Stroop 검사

〈표 6〉 선추적 검사 결과

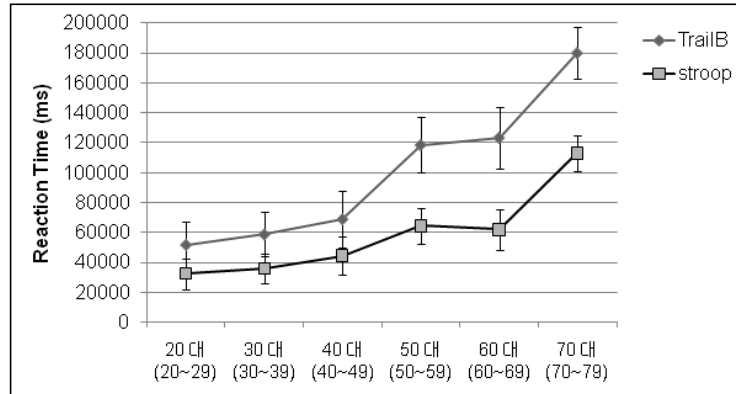
Trail B (sec)	비교 집단 (n=29)		실험 집단 (n=29)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Trail B1	55.40	14.36	143.30	86.99
Trail B2	11.95	3.12	22.62	10.51
Trail B-Verbal	42.91	51.18	80.69	64.62

주. Trail B1: 선추적 검사 B1, Trail B2: 선추적 검사 B2,
 Trail B-Verbal: 언어 선추적 검사

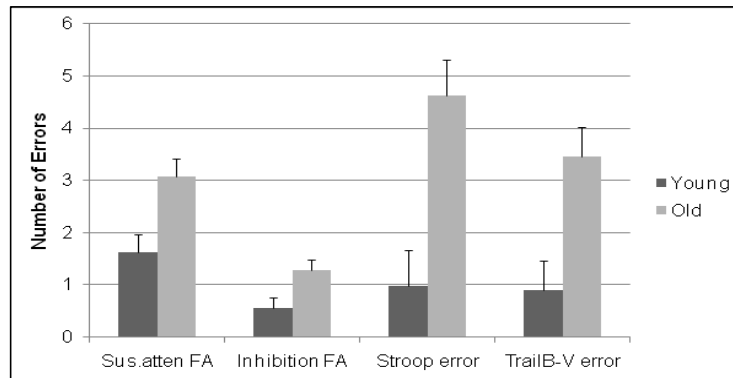
집단 간 차이가 나타났다. 즉, 각각의 검사 완수까지의 시간은 저연령 보다는 고연령 집단에서 더 오래 걸렸음을 알 수 있다(〈표 6〉 참조). 종속변인들 간의 관계를 회귀분석으로 살펴본 결과, Stroop 검사에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 색깔 말하기, 즉 직사각형 모양의 막대의 색깔을 연속해서 말하는 것이었다($R^2=.584$, $\beta=.764$, $p<.001$). 색깔 말하기 검사를 공변인으로 설정한 1-way ANCOVA에서는 특히하게도 MANCOVA에서 드러났던 집단간의 차이가 사라졌다.

선추적 검사와 Stroop 검사를 통해 본 실행기능을 연령대별로 살펴볼 때 60대까지 비교적 완만한 저하를 보이다가 70대에서 현저하게

퇴화되는 것을 볼 수 있었다(〈그림 8〉 참조). 실수로 반응하거나 오답을 말한 경우의 수를 종속변인으로 하여 분석했을 때 오류반응의 개수는 모두 집단 간의 유의한 차이를 보였다(p 는 모두 .05수준임). 즉 저연령 집단에 비해서 고연령 집단이 목표물이 아닌 자극물에 더 자주 반응했다. 특히 스위치를 누르는 운동반응보다 말로 답하는 언어반응의 경우 고연령 집단의 실수가 더 많았다(〈그림 9〉 참조).



〈그림 8〉 연령대별 선추적 검사와 Stroop 검사의 반응시간



〈그림 9〉 실행기능 측정에서의 오류반응 수

논 의

본 연구에서는 기존의 노인 인지검사의 약점을 보완하기 위해 최대한 포괄적이면서도 세분화된 검사를 실시하였다. 특히 노인의 인지 능력에 대해서 주로 논의되고 있는 4가지 분야인 기억력, 주의집중력, 언어, 그리고 실행기능을 선택하고 이를 최대한 세분화하여 검사함으로써 내적 타당도를 높이려고 노력했으며, 주의집중력, 운동반응 속도 등은 따로 측정하여 통계적 방법을 이용하여 통제하려고 하였다. 나이와 인지능력의 관계를 상세히 보기 위해 연령대별로 각 검사 결과를 고찰했다. 주의 집중력, 언어, 실행기능은 거의 모든 검사들에서 50대의 연구대상자들이 가장 큰 저하를 보였다. 대부분의 인지기능들이 50대에서 가장 심한 저하를 보였다는 Clark 등(2006)에서와 달리, 본 연구에서는 기억력은 다른 인지능력과는 달리 50대 이전에 저하되었다. 기억력 검사 종류에 따라 자연 회상은 30대에서, 즉각 회상은 40대에서, 단서 회상은 40대에서, 그리고 재인의 경우는 50대에서부터 저하되기 시작하였다.

기억력

모든 기억력 검사에서 젊은이들이 고령자들보다 더 좋은 점수를 보였고, 이는 교육수준의 효과를 제거했음에도 불구하고 마찬가지였다. 노인 기억 저하의 구체적인 내용과 원인을 찾고자 했던 본 연구의 기본적인 관심은 연령 집단과 기억력을 측정한 종속변인들 간의 상호작용 여부였는데, 모든 기억력 검사에서 연령 집단 간의 점수 차이가 비슷했다. 그렇지만 단기기억에 비해서 장기기억에서는 노인들의 기억 저하가 젊은이와 비교할 때 특별히 차이가 없었다. 이는 노인도 단기기억 검사에서 기억한 내용들에 대해서는 젊은이들만큼 장기적으로 기억할 수 있음을 의미한다.

단기기억 중 즉각 회상이나 단서 회상에서 상호작용이 나타나지 않았다는 것은 노인들의 기억력 저하가 인출보다는 부호화에 문제가 있음을 증명해준다. 즉, 단서 회상에서 단서(정답의 첫 글자)를 제공해

도 올바른 답의 인출에 별다른 효과가 없었다는 것은 원래 입력을 제대로 하지 못했음을 의미해준다. 이를 뒷받침해주는 증거는 각 기억력 검사에서 오답을 말한 개수를 분석한 결과에서도 찾을 수 있었다. 모든 기억력 검사에서 젊은이들보다도 노인들의 오답 수가 더 많았다. 그 중에서도 단기기억 단서 회상의 경우 노인들은 젊은이들보다 거의 4배 정도 많은 오답을 말했다. 목표물에 대한 불완전한 기억으로 인해 정답의 첫 글자 단서가 주어졌을 때, 노인들이 정답보다는 다른 단어를 말했다는 것은 목표 단어가 잘 입력되지 않았음을 말해주는 것이다(Greenaway 등, 2006; Isingrini 등, 1995; Palladino & Beni 1999).

주의집중력

주의집중력 검사는 시각 자극이 바뀔 때마다 반응하는 주의지속력, 목표물을 방해물 중에서 찾아내는 선택 주의력, 목표물의 방향에 따라 화살표를 누르는 단순 집중력, 단순 집중력 검사 시 “빠”소리에 반응하는 시청각 주의 분할력, 그리고 불러준 단어를 말하면서 분할 집중력 검사를 하는 방해물 있는 주의 분할력 등 다양한 집중력 검사를 실시했다. 모든 검사들에서 저연령 집단의 집중력이 노인보다 뛰어났으며, 교육수준은 큰 영향을 미치지 못했다. 그러나 반응속도를 공변인으로 통제시킬 때는 주의 지속력과 방해물 있는 주의 분할력만이 유의한 효과가 있었다. 이는 집중력 검사들이 대부분 빠른 속도로 제시되는 자극물들에 반응하는 것이었기 때문에 단연히 반응속도와 깊은 연관이 있는 결과라고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 여러 반응을 함께 해야 하는 방해물 있는 주의 분할력과 같은 작업은 분명히 노인들에게 어려운 일이다. 특히 선택적 주의력에서는 찾아야 할 목표물의 난이도가 높은 경우나 방해물의 수가 더 많은 경우에 노인이 젊은이에 비해 목표물 탐색에 더 많은 시간이 걸렸는데, 이러한 결과로 볼 때 노인들은 운전 등 여러 가지 반응이 한꺼번에 요구되는 일이나 복잡한 거리에서 아는 사람을 찾는 일, 그리고 오랫동안 지속적으로 집중해야 하는 일 등은 어렵고 반대로 한 가지 일을 한 번씩 시간을 두고 할 경우는 젊은 사람들과 같은 집중력을 발휘할 수 있다고 본다.

본 연구에서는 주의 집중력이 다른 인지기능에 영향을 미치는지를 살펴보았다. 상관관계만을 보았을 때는 다른 인지기능 검사들과의 관계가 유의미했으나 다른 요인들을 회귀분석으로 살펴보았을 때는 대부분 그에 대한 설명력이 상실되었다. 이는 매개 변인들이 존재함을 의미하는데, 주의 집중력이 작업 기억에 영향을 미치고 작업 기억이 다시 기억할 대상의 입력(부호화)에 영향을 미치거나(Anderson 등, 2000; Park 등, 1989; Wright, 1981), 아니면 주의 집중력의 약화가 적절한 반응을 억제(suppression/inhibition)하지 못하도록 할 수 있다(West, 1999). 본 연구에서 주의 집중력이 직접적으로 다른 인지 기능에 영향을 미친다는 증거는 발견하지 못했지만, 결국 전자는 기억력 그리고 후자는 실행기능에 간접적으로 영향을 미칠 수 있음을 의미한다.

언어

언어능력은 연령이 증가해도 비교적 잘 유지되는데(Wingfield & Grossman, 2006), 특히 어휘나 경험을 통해 얻어지는 지식들은 나이가 들수록 오히려 증가하기도 한다(Ska & Joannette, 2006). 본 연구의 어휘와 이해력 검사에서는 두 연령집단간 차이가 있었으나 한국형 Boston 단어검사는 별다른 점수차이가 없었다. 그 이유를 살펴보면, 우선 어휘 검사에서는 자극을 소리와 문자로 제시했고, Boston 단어검사는 그림으로 제시했다는 점이다. 즉, 자극을 그림으로 제시했을 때 보다 소리나 문자로 제시할 경우 집중력과 이해력을 더 많이 요구하는 편이며, 또 그림으로 자극이 제시된 Boston 단어검사에서는 추상적인 단어가 사용되기는 매우 어렵고, 어휘 검사에는 추상적인 단어가 포함되었다는 사실 때문에 그러한 결과 차이가 생겼을 수도 있다.

한편 Boston 단어검사를 난이도에 따라 나누어 분석했을 때 어려운 단어만 유의한 집단 차가 있었으나, 교육기간을 공변인으로 한 분석에서 그 효과가 사라진 것으로 보아 교육수준이 언어 능력을 크게 좌우함을 알 수 있었다. 교육수준을 고려하지 않았을 때는 어려운 단어에서 젊은이들이 노인들보다 그림이름 맞추기 검사에서 더 높은 점수

를 얻었지만, 교육수준을 고려했을 때는 두 집단의 차이가 사라졌다. 또한 교육수준이 어휘와 이해력 검사에서는 크게 영향을 미치지 않았다. 아마도 이 두 검사는 시각과 청각을 통해 제시되고 언어의 이해력을 바탕으로 한다는 점에서 노인의 감각 능력의 쇠퇴가 그 요인이 될 수 있으므로(Schneider, Daneman, & Pichora-Fuller, 2002), 시청각 능력을 고려한 후속 연구의 설계가 필요한 것 같다.

실행기능

인지기능 중에서 실행기능의 규정은 쉽지 않은 편인데, 이는 실제로 독립적 기능으로서 존재하지 않고 작업 기억(working memory), 계획 및 실행(planning & execution), 그리고 억제기능(inhibition/ suppression/ control) 등이 포함된 종합적 기능이다. 인간이 어떠한 행동을 하기 위해서는 장기기억으로부터 관련 정보를 끄집어내어 머리 속에 실시간으로 담아두고, 계획과 통제를 통해 억제하거나 시작하는데 이러한 기능을 총체적으로 실행기능이라 한다.

본 연구에서는 실행기능 검사 방법으로 ①선추적 검사B, ②Stroop 검사, 그리고 ③억제기능 검사를 사용했는데, 그 중 ①과 ②는 더 세부적으로 나누었다. ①의 경우 기본 선추적 검사에 머리로 숫자와 문자를 번갈아 생각하는 작업을 더하여 Trail making B-verbal검사 그리고 Trail making B2에서 숫자와 문자를 손으로 연결하는 운동만을 검사하는 것으로 구분했다. 그렇게 한 이유는 선추적 검사에서 가장 실행기능에 가까운 작업은 반응자가 운동 없이 머리로 숫자와 문자를 번갈아 생각해내는 것이라는 본 연구자의 판단 때문이었다. ②도 마찬가지로 색을 나타내는 글자와 글자의 색깔이 일치하지 않는 자극물의 글자를 무시하고 색깔만 말하려면 글자를 읽는 기능, 색깔을 말하는 기능, 그리고 글자와 그 색이 일치하지 않을 때 글자를 읽으려는 관성을 억제하는 기능이 함께 포함되어 있으므로 글자만 읽는 작업(letter condition), 색깔만 말하는 작업(color condition), 글자와 색이 일치하는 자극물의 색을 말하는 작업(color-letter consistent condition), 그리고 글자를 무시하고 색깔만 말하는 정상적인 Stroop검사 상태를 포함

했다.

이런 세부적 검사를 실시하여 통계적으로 분석한 결과 선추적 검사에 가장 큰 영향을 미치는 것은 언어 선추적 검사가 아니라 단순히 숫자와 문자가 번갈아가며 순서대로 나열해 연결시키는 Trail making B2검사였다. 이는 기존의 실행기능을 알아보기 위한 검사로 알고 있던 선추적 검사가 계획, 작업 기억, 억제기능 등이 전혀 포함되지 않은 선 잇기 운동속도 실험일 뿐이라는 것을 의미한다. Trail making B2를 공변인으로 한 분석에서 집단간의 유의한 차가 나오지 않은 것은 이와 같은 가설을 뒷받침한다고 할 수 있다. 이 실험에서 사용된 다른 어떤 변인을 공변인으로 설정해도 집단 간 차이는 유지되었다. 이와 같은 방식으로 Stroop검사를 분석했을 때, 색깔 말하기가 Stroop 검사 결과에 영향을 미치고, 이 또한 통계적인 방법으로 통제하였을 때 Stroop의 집단효과가 사라졌다. 결국 Stroop검사도 억제기능보다는 단순히 색깔을 말하는 검사에 불과했다고 할 수 있다.

본 연구에서 실행기능 중 억제기능만 따로 분리하여 분석해 보았는데, 반응자가 반응 도중 억제력을 상실하여 반응하지 않아야 할 자극물에 멈추지 못하고 반응해 버리는 경우가 있었다. 지속 주의력, 억제력, Stroop, 그리고 언어 선추적 검사에서 반응자의 잘못된 반응 수를 종속변인으로 하여 분석했을 때, 젊은이들에 비해 노인들이 훨씬 더 많은 실수를 했음을 알 수 있었다. 특히 손으로 스위치를 눌러야 하는 운동 억제보다는 Stroop검사나 말로 하는 언어 선추적 검사에서 노인들이 특히 많은 실수를 보였다. 이 결과는 노인들이 하고 싶은 말을 쉽게 억제하지 못하고 입 밖으로 뱉는다는 사회적 통념과도 일치하는 재미있는 결과라 생각된다. Palladino와 Beni(1999)는 노인이 기억력 검사에서 오답을 젊은 사람보다 더 많이 하는 이유는 잘못된 답을 억제하지 못하기 때문이라고 말한다. 본 연구에서도 지속 주의력과 억제력 검사, 단서 회상, 그리고 Stroop검사에서 정반응과는 별개로 노인이 젊은이에 비하여 오반응이 더 많았고, 특히 손으로 반응하는 검사들보다 말로 표현하여 반응하는 검사들에서 현저하게 많은 실수를 범했다는 것이 이들 뒷받침해준다고 할 수 있다.

총 합

본 연구 결과들 중 대부분은 기존 연구들의 결과와 일치하지만, 그렇지 않은 부분들도 있다. 우선 본 연구의 틀은 기존 연구들과 약간 달랐는데, 예를 들면, 기억력이나 언어검사에서 사용된 단어들의 사용 빈도가 통제되지 않았고 기억력 측정에서 단기기억과 장기기억의 시간간격을 연구자가 15분으로 임의적으로 규정한 것 등이다. 아울러 이 연구의 다른 제한점으로는 실험대상자가 67명에 불과하고 따라서 각 연령대별 참여자 수가 많지 않았다는 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 기존 연구들에 비해 좀 더 포괄적, 구체적, 세부적인 인지능력을 다각적으로 검사했고, 여러 가지 유의한 결과들이 도출되었다는 점에 그 가치가 있는데, 그 결과들을 요약하면 다음과 같다.

1) 인간의 인지능력은 일반적으로 50대를 전후로 급격하게 퇴화되지만 언어능력과 같이 상당히 오랫동안 유지되는 기능도 있고 또 교육수준에 의해 많은 영향을 받았다.

2) 노인의 기억력이 떨어지는 이유는 기억된 내용을 기억보관소로부터 끄집어내는 어려움보다는 새로운 기억을 저장하는 어려움 때문이다. 기억 상실의 정도는 젊은이에 비하여 그다지 크지 않으며, 일단 잘 기억된 내용은 나이가 들어도 비교적 잘 유지한다.

3) 노인의 주의 집중력이 나빠지기는 하지만, 아주 어렵거나 몇 가지 일을 동시에 해야 하는 경우가 아니면 젊은 사람들에 비해 크게 뒤떨어지지 않고 직접적으로 기억이나 언어, 실행기능에 큰 영향을 미치지 않는다. 그러나 간접적으로 두뇌 활동의 자원(mental resources)을 고갈시키거나 작업 기억 등에 영향을 미침으로 무엇을 기억해야 하거나 복잡한 일을 실행하고 또한 새로운 것을 배우는 상황에서 영향을 미칠 수 있다.

4) 노인이 어떤 행위를 계획(실행/통제)하는 실행기능은 젊은이에 비해 떨어진다. 잘못된 반응이나 방해물을 억제하는 기능이 나이가 들면서 퇴화하고 특히 부적절한 신체적 행동을 억제하는 것 보다는 말로 표현하는 언어적인 억제가 더욱 어렵다.

5) 기존 연구들에서 실행기능을 검사하는 것으로 널리 알려진 선

추적 검사나 Stroop검사는 내적 타당도 문제를 내포한 듯하다.

참 고 문 헌

- Anderson, N., Iidaka, T., Cabeza R., Kapur, S., McIntosh, A., & Craik, F. (2000). The effects of divided attention on encoding- and retrieval-related brain activity: A PET study of younger and older adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 775- 792.
- Andreoletti, C., & Lachman, (2004). Susceptibility and resilience to memory aging stereotypes: education matters more than age. *Experimental Aging Research*, 30, 129-148.
- Brebion, G. (2003). Working memory, language comprehension, and aging: Four experiments to understand the deficit. *Experimental Aging Research*, 29, 269-301.
- Carlson, M., Fried, L., Xue, Q., Bandeen-Roche, K., Zegar, S., & Brandt, J. (1999). Association between executive attention and physical functional performance in community-dwelling older women. *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 54, S262-270.
- Folstein, M., & Folstein, S. (1975). "Mini-Mental State": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatry Research*, 12, 189-198.
- Greenaway, M., Lacritz, L., Binegar, D., Myron, F., Weiner, A., & Cullum, C., (2006). Patterns of verbal memory performance in mild cognitive impairment: Alzheimer disease, and normal aging. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19, 79-84.
- Hertzog, C., & Schaie, K. (1988). Stability and change in adult intelligence: Simultaneous analysis of longitudinal means and covariance structures. *Psychology and Aging*, 3, 122-130.
- Horn, J., & Hofer, S. (1992). Major abilities and development in the adult period. In R. Sternberg, & C. Berg (Eds.), *Intellectual Development* (pp. 44-99). New York: Cambridge University Press.
- Isingrini, M., Fontaine, R., Taconnat, L., & Duportal, A.(1995). Aging

- and encoding in memory: false alarms and decision criteria in a word-pair recognition task. *Aging and Human Development*, 41, 79-88.
- La Rue, A. (1992). *Aging and neuropsychological assessment*. New York: Plenum Press.
- Jamieson, J. (2004). Analysis of covariance with difference scores. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 277-283.
- Palladino, P., & De Beni, R. (1999). Working memory in aging: Maintenance and suppression. *Aging Clinical and Experimental Research*, 11, 301-306.
- Park, D., Smith, A., Dudley, W., & Lafronza, V. (1989). Effects of age and a divided attention task presented during encoding and retrieval on memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 15, 1185-1191.
- Reitan, R., & Wolfson, D. (1985). The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and interpretation. Tucson, Arizona: Neuropsychology Press.
- Schaie, K. (1988). Variability in cognitive function in the elderly. Implications for societal participation In A. Woodhead, M. Bender, & R. Leonard (Eds.), *Phenotype variation in populations: Relevance to risk assessment* (pp. 191-212). New York, Plenum Press.
- Ska, B., & Joanette, Y. (2006). Normal aging and cognition. *Medicine Sciences*, 22, 284-287.
- West, R. (1981). The effects of aging on controlled attention and conflict processing in the Stroop task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 103-113.
- Wingfield, A., & Grossman, M. (2006). Language and the aging brain: Patterns of neural compensation revealed by functional brain imaging. *Journal of Neurophysiology*, 96, 2830-2839.
- Wright, R. (1981). Aging, divided attention, and processing capacity.

Journal of Gerontology, 36, 605-614.

Schneider, B., Daneman, M., & Pichora-Fuller, M. (2002). Listening in aging adults: from discourse comprehension to psycho-acoustics. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56 (3), 139-152.

〈부록〉 인지기능평가도구의 구성 및 평가방법

기억 (Memory)
즉각 회상(Immediate Recall): 총 30개 단어들을 10개 단어씩 3개 섹션으로 나누어 평가한다. 단어들은 컴퓨터에서 피험자에게 청각과 시각자극을 동시에 준 후 10개 단어를 끝까지 보고 들은 후에 기억나는 단어들을 순서에 관계없이 즉각 말하는 평가인데, 이를 총 3회 실시한다.
단서회상(Cued Recall): 즉각 회상에서 나왔던 10개의 단어들의 첫 글자를 보여줌으로써 피험자는 단어들을 무작위로 회상한다. 단어를 10개씩 3회 실시하여 총 30개의 단어를 평가에 사용하였다
지연회상(Delay Recall): 즉각 회상과 단어재생 평가가 끝난 후 15분 후 즉각 회상에 출현했던 단어들을 피험자가 순서에 상관없이 기억해내어 말하는 평가이다.
재인(Recognition): 지연재생 평가가 끝난 직후, 피험자에게 정단어 30개와 오단어 30개를 무작위로 배열하여 적힌 평가지를 제시한다. 피험자는 위 평가에 나왔던 단어들 중 피험자가 생각나는 모든 단어들을 평가지에 표시하여 피험자의 단어 재생 능력을 평가한다.
주의집중 (Attention)
지속 주의력(Sustained Attention): 다수의 7과 2자 모양이 임의로 위치한 그림을 모니터에 보여준다. 피험자는 7과 2 모양 중 하나가 무작위하게 움직이는 순간 입력스위치를 눌러 그 반응을 측정하는 평가이다.
단순 주의력(Simple Attention): 빨강, 노랑, 녹색으로 구성된 원을 사선으로 크게 4분할, 12개 칸으로 구성된 원 테두리부분의 녹색부분에서 노랑색 불이 한번에 한 칸씩 간헐적으로 깜박이는 그림을 컴퓨터 화면에 제시하여 피험자에게 보여준다. 피험자는 오른손으로 상하좌우로 구분된 4방향 입력스위치를 이용하여 방향에 맞게 스위치를 눌러 시각자극에 반응한다.
방해물 없는 분산 주의력(Divided Attention without Distraction): 위의 단순 주의력 검사를 할 때 삐 소리가 들리면 왼손으로 스위치를 눌러 반응하는 검사로 청각과 시각을 동시에 사용해야 하는 주의 집중력 검사이다.
방해물 있는 분산주의력(Divided Attention with Distraction): 주의 분할력과 똑같이 컴퓨터 화면에 제시하고, 더불어 스피커를 통해 ‘삐’ 소리로 청각자극을 준다. 이에 피험자는 왼손으로 ‘삐’라는 청각신호 또는 일상단어를 들려주면 말로 따라 하며 반응해야 한다. (양손이용이 불가능한 편마비환자의 경우 발 페달 스위치를 이용하여 청각신호에 반응케 한다.)

선택적 주의력(Selective Attention -Visual Search): 이 평가는 2가지 유형으로 나누어 측정하였다. 모니터에 모양과 색상이 같은 도형들 중 다른 한 개의 도형을 찾거나, 모양과 색상이 동일한 2개의 집단들 중 어느 집단에 속하지 않는 다른 한 개의 도형을 찾아내는 시간을 측정하였다.
언어 (Language)
그림이름 말하기(Picture Naming) - 한국형 Boston 단어검사(K-BNT): 한국형 Boston 이름대기 검사(Picture naming, BNT)는 사물의 실사를 대상자에게 모니터를 통해 보여주고 총 60개 사물의 이름을 말하게 하였다. 평가결과는 15개씩 1-4 등급으로 난이도에 따라 평가된다.
어휘(Vocabulary): 개인이 이해하고 사용할 수 있는 단어의 수를 측정하기 위해 국어사전에 나오는 정의를 토대로 모니터에 시각 및 청각 동시 자극으로 단어에 대한 해석을 보고 들은 후, 설명된 단어를 말하게 하며, 총 50개의 단어들로 구성하였다. 평가자가 정답여부를 확인하여 측정하였다.
이해력(Comprehension): 의미유형에 따라 구성된 짧은 문장 (일상생활, 전화통화 등)을 컴퓨터를 통해 제시하여 시각 및 청각 동시 자극으로 문장을 보고 들은 후, 3-4가지의 행위관련문제와 관련된 객관식 문제를 통해 문장이해력을 측정하였다.
실행기능 (Executive function)
선추적 검사 타입B(Trail Making B): 숫자들(1-12)과 가-타까지 글자들을 화면상에 무선 배치하여 한 개씩 교차되는 순서대로 찾아 선을 잇게 하여 수행 시간을 측정했다(Trail making B1). 선추적검사 B2 (Trail making B2)는 숫자와 문자를 순서대로 번갈아 나열하고 이들을 순서대로 잇도록 했다. 단순히 숫자 문자를 교차로 이어나가는 속도를 측정하는 검사이다.
언어선추적 검사(Trail Making B-Verbal): 숫자들(1-12)과 가-타까지 글자들을 머리로 생각토록 한 후 하나씩 교차하여 순서대로 배열시켜 말하고 수행시간을 측정했다.
Stroop Test: 단어 색과 글자가 일치하지 않는 조건에서 글자 색을 말해야 하는 검사로 8개씩 구성된 4가지 유형을 모니터에 제시하고 반응시간 및 오답수를 측정하였다. (1) 단어 색과 글자가 일치하는 경우(letter-color consistent) (2) 색깔bar를 이용하여 색을 말하게 하는 경우(color naming) (3) 단어 색과 글자의 불일치 경우(letter-color inconsistent, Stroop condition) (4) 색에 관계없이 글씨를 말하게 하는 경우 (letter reading)
억제력 검사(Inhibition Task): 컴퓨터 화면에 도형이 나타나고, 짧은 경고음을 1회(삐) 또는 2회(삐삐) 울리게 하여, 경고음 1회에서만 반응하도록 하였다.

주: 모든 검사 결과는 반응유형에 따라 기록한 뒤 정반응 점수와 오류 반응 유형 및 반응시간점수를 토대로 분석하였다.

**Comparison of the Cognitive Performances of Young and Old Adults
Using Computerized Cognitive Tests**

Hyun Choi · Kuem Ju Lee · Jae Yun Lee
National Rehabilitation Center Research Institute
Seoul, Kangbuk 142-884

A series of cognitive tests (memory, attention, language, executive function) were administered to 67 young and old participants aged from 20s to 70s. Each task was programmed using a computer software and performed on the computer. For the memory and language tests, participants responded verbally to the instructions and for the attention and executive function tasks, they responded by pressing big-sized buttons designed for people with disabilities. The study demonstrated overall age-related cognitive deficits in older adults but showed that some cognitive functions, such as attention and language, seemed more resilient to aging than others. The results also showed that memory impairments in older adults seemed due to a lack of encoding rather than retrieval; education level turned out to be an important factor in language but not to other cognitive functions and generally attention declined as people got older and their attention deficits were even more prominent while doing more complex attention tasks. Statistically controlling for attention, however, did not directly affect the test results of other cognitive functions.

(논문접수일: 2009년 10월 15일)

(수정논문접수일: 2009년 11월 9일)

(논문게재승인일: 2009년 11월 23일)