

## 자극의 감각양상(modality)과 목록의 길이가 언어적 작업기억에 미치는 영향: 정상 노인, 기억성 경도인지장애 및 치매환자의 비교

김 윤 진<sup>†</sup>

한림대학교  
심리학과  
석사 졸업

강 연 옥<sup>‡</sup>

한림대학교  
심리학과  
명예교수

자극감각양상 효과는 시각·청각 제시에 따른 기억 수행의 차이를 의미한다. 젊은 성인에서는 청각 우세성이 보고되었으나, 짧은 목록에서는 차이가 없다는 결과도 있다. 반면 노인과 인지저하 집단을 대상으로 한 검증은 제한적이다. 본 연구는 정상 노인, 기억성 다영역 경도 인지장애(amMCI), 알츠하이머형 치매(DAT) 각 30명을 대상으로 자극감각양상(시각/청각)과 목록 길이(5개/10개 단어)가 언어적 작업기억 수행에 미치는 영향을 검증하였다. 혼합 분산분석 결과, 집단, 자극감각양상, 목록 길이의 주효과와 집단×목록 길이, 자극감각양상×목록 길이의 상호작용이 유의하였다. 정상 노인은 10개 목록에서 수행이 향상된 반면 amMCI와 DAT 집단은 목록 길이에 따른 차이가 없었다. 세 집단 모두 10개 목록에서 청각 우세성이 강화되었으며 짧은 목록에서도 청각 우세성이 유지되었다. 이는 임상평가 시 제시 양식과 목록 길이를 함께 고려할 필요성을 시사한다.

주요어 : 언어적 작업기억, 자극감각양상, 목록 길이, 기억성 다영역 경도인지장애, 알츠하이머형 치매

<sup>†</sup> 현재 연세대학교 의과대학 세브란스병원 정신건강의학과 임상심리전문가 수련생으로 재직 중임.

<sup>‡</sup> 교신저자(Corresponding Author) : 강연옥 / 한림대학교 심리학과 명예교수 / (24252) 강원도 춘천시 한림대학길 1 / E-mail: ykang@hallym.ac.kr

기억 저하는 정상 노인에게서도 빈번하게 나타나며, 젊은 성인과 비교할 때 노인은 대부분의 기억 과제에서 낮은 수행을 보인다. 이러한 차이는 작업기억 과제에서 더욱 두드러진다(Bopp & Verhaeghen, 2020; Klencklen et al., 2017). 작업기억 저하는 경도인지장애(mild cognitive impairment [MCI])와 치매 환자에서 특징적으로 나타나며(Ruan et al., 2024; Sabahi et al., 2022), 특히 기억성 다영역 MCI(amnestic multi-domain MCI [amMCI]) 환자의 작업기억 손상은 알츠하이머형 치매(dementia of the Alzheimer's type [DAT])로의 진행될 가능성을 시사하는 중요한 지표 중 하나로 보고되었다(Klekociuk & Summers, 2014; Summers & Saunders, 2012). 따라서 임상 현장에서 치매를 조기에 발견하고 개입하기 위해서는 작업기억에 대한 평가가 필수적이다.

작업기억은 인지 활동에 필요한 정보를 일시적으로 저장하고 조작하는 능력으로, 단순 저장 기능에 국한되는 단기기억과 달리 보다 능동적인 인지 체계로 이해된다(Baddeley, 2010). Miller(1956)는 단기기억 용량이  $7 \pm 2$  항목으로 제한된다고 보았으나, 후속 연구에서 작업기억의 용량은 개인차가 크고 고정되어 있지 않음이 밝혀졌다(Just & Carpenter, 1992; Kane & Engle, 2002). 이에 따라 연령 및 신경퇴행성 질환에 따른 작업기억 용량의 차이를 규명하려는 연구가 활발히 진행됐다.

노화로 인한 작업기억 저하는 제한된 용량 가설(working memory capacity constraint theory; Just & Carpenter, 1992)로 설명할 수 있다. 이 가설에 따르면, 작업기억 체계에는 활성화가 가능한 용량의 한계가 있으며, 이를 초과하는 정보가 제시되면 저장과 처리 효율이 저하된다. 따라서 젊은 성인보다 용량이 제한된 노

인은 작업기억 검사에서 기억해야 할 단어 목록의 길이가 길어질수록 수행 저하가 더 크게 나타난다(Kahana et al., 2005). 즉, 연령에 따른 수행 차이는 작업기억 용량의 감소라는 보다 일반적인 인지적 제약의 한 표현으로 볼 수 있다. 따라서 언어적 작업기억 과제에서 목록 길이에 따른 수행 변화는 개인의 인지 용량 수준에 의해 달라질 가능성이 크다.

MCI 및 치매 환자는 정상 노인보다 작업기억 용량이 현저히 감소한 것으로 보고되었다(Fagundes Chaves & Camozzato, 2007; Gagnon & Belleville, 2011). 이러한 작업기억의 저하는 인지적 부하가 적은 조건에서도 수행 저하로 이어져서 MCI 단계에서 상대적으로 짧은 단어 목록을 제시하는 조건에서조차 수행 저하가 나타날 가능성이 크다. 한편, Cherry 외(2002)는 치매 환자가 긴 단어목록 조건보다 짧은 목록 조건에서 오히려 더 많은 단어를 회상한 결과를 보고하였다. 이는 치매 단계에서 작업기억 용량의 저하가 더욱 심화되어 긴 단어목록이 정보 과부하를 초래하는 반면, 짧은 목록에서는 상대적으로 인지 부하가 완화되어 수행이 부분적으로 보존된 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과들은 작업기억 용량의 감소가 MCI 단계부터 시작되어 치매 단계로 진행됨에 따라서 점차 심화된다는 점을 시사하며, 그에 따라 목록 길이(과제 부하)의 차이에 따른 수행 양상이 인지 상태(정상, MCI, 치매)에 따라 다르게 나타날 수 있음을 보여준다. 따라서 MCI 단계에서부터 치매에 이르기까지 목록 길이에 따른 수행 양상을 체계적으로 확인하는 것은 임상적으로 중요한 의미를 지닌다. 또한 언어 기억평가 도구들이 다양한 길이의 단어목록을 사용한다는 점을 고려할 때, 평가 결과 해석 시 목록의 길이가 수행에 미치는

영향을 반드시 고려할 필요가 있다.

Baddeley(2003)의 다중 구성요소 모형(multi component model)에 따르면, 작업기억은 중앙 집행기(central executive)와 함께 음운회로(phonological loop), 시공간 메모장(visuospatial sketchpad), 일화적 완충기(episodic buffer)로 이중 음운회로는 언어 정보를 저장하고 조작하는 핵심 체계로, 음운저장고(phonological storage)와 조음통제과정(articulatory control process)으로 이루어져 있다(Baddeley, 2003).

이러한 구성요소들은 각각 독립적으로 작동하기보다는 전두-측두-두정 영역이 포함된 광범위한 신경 네트워크의 상호작용에 의해 통합적으로 조절된다(Wager & Smith, 2003). 좌측 배외측 전전두피질(dorsolateral prefrontal cortex [DLPFC])은 작업기억 내 정보의 조작과 주의 통제를, 후두정피질(posterior parietal cortex [PPC])은 정보의 임시 저장과 재 부호화를 담당하는 것으로 알려져 있다(Champod & Petrides, 2010).

언어적 작업기억 수행에 중요한 역할을 하는 음운회로는 좌측 하전두회(inferior frontal gyrus), 상측두회(superior temporal gyrus) 및 두 영역을 연결하는 궁상속(arcuate fasciculus)으로 구성된 좌측 전두-측두 언어 네트워크의 협응적인 활성화에 기반한다(Buchsbaum & D'Esposito, 2008). 청각적으로 제시된 언어 자극은 이러한 음운 네트워크를 통해 순차적이고 자동으로 부호화되어 상대적으로 효율적인 처리가 가능하지만, 시각적으로 제시된 자극은 자소를 음운 코드로 변환하는 추가 과정이 필요하므로 더 많은 인지 자원을 소모하게 된다(Baddeley, 2010).

신경영상 연구에서도 이러한 감각양상 차이가 뚜렷하게 보고되었는데, 청각적 과제는

DLPFC를 포함한 전두 영역의 활성화와 관련되는 반면, 시각적 과제는 PPC와 같은 두정 영역의 활성화가 두드러졌다(Rodriguez-Jimenez et al., 2009). 이러한 결과는 청각 자극이 언어 네트워크와 직접적으로 연결된 음운회로를 통해 보다 효율적으로 작업기억에 부호화되는 반면, 시각 자극은 추가적인 자소-음운 변환 단계를 요구함으로써 전두-두정 네트워크의 인지 부하를 증가시키는 신경학적 기제를 반영한다.

이러한 차이는 자극감각양상 효과(modality effect)로 불리며(Penney, 1975), 여러 연구에서 청각 조건이 시각 조건보다 우수한 청각 우세성(auditory superiority)이 보고되었다(Allen et al., 2006; Amon & Berthenthal, 2018). 그러나 일부 연구에서는 반대 결과 또는 두 조건 간의 차이가 없다는 역감각양상 효과(inverse modality effect)도 보고되었다(Beaman & Morton, 2000; Liebel & Nelson, 2017). 최근 연구는 이러한 불일치를 목록의 길이로 설명하였다. 젊은 성인을 대상으로 한 연구에서 단어목록이 8개 이상일 때 청각 우세성이 관찰되었으나, 6개 이하일 때는 차이가 나타나지 않았다(Grenfell-Essam et al., 2017; Macken et al., 2016). 이는 단기 기억 용량( $7 \pm 2$ )을 초과할 때 감각양상효과가 뚜렷하게 나타남을 시사한다. 그러나 노인의 경우에는 작업기억 용량이 젊은 성인보다 제한되어 있어서 선행연구와 다른 양상이 나타날 가능성이 크다. 그럼에도 불구하고 노인이나 인지저하 환자를 대상으로 목록 길이에 따른 감각양상 효과를 체계적으로 검증한 연구는 부족하다. 또한 임상에서 사용되는 언어적 작업기억 과제는 대부분 청각 제시에 의존하고, 단순 저장 기능의 평가에 국한되는 한계를 지닌다. 만약 노인과 인지저하

환자 집단에서도 젊은 성인처럼 목록의 길이와 자극 제시 양상에 따른 수행 차이가 존재한다면, 임상평가 시 결과 해석과 기준 활용에 있어 이 두 변인은 고려해야 할 중요한 변인이 될 것이다.

따라서 본 연구는 정상 노인, amMCI, DAT 환자를 대상으로 자극감각양상과 목록 길이가 언어적 작업기억 수행에 미치는 영향을 체계적으로 검증하고, 임상적 평가에서 이러한 요인을 고려할 필요성을 제시하고자 한다.

## 방 법

### 연구대상

정상 노인 30명, amMCI 환자 30명, DAT 환자 30명, 총 90명이 연구에 참여하였다. 정상 노인 집단은 충청도와 경기도에 거주하는 만 65세 이상의 노인 중 다음 기준을 모두 충족한 사람들로 선정하였다. (1) 건강 선별 설문지(Christensen et al., 1991)에서 이상 소견이 없고, (2) 한국판 간이 정신상태검사(Korean-Mini Mental State Examination [K-MMSE]; 강연욱, 2006) 점수가 정상범위에 속하며, (3) 한국판 도구적 일상생활기능 척도(Korean-Instrumental Activities of Daily Living [K-IADL]; 강수진 외, 2002; Chin et al., 2018) 점수가 .40 미만으로 일상생활기능이 정상이고, (4) 노인 우울 척도(Geriatric Depression Scale [GDS]; 정인파 외, 1997) 점수가 18점 이하인 경우.

amMCI와 DAT 환자 집단은 기억력 저하를 주소로 대학병원 신경과에 내원한 환자 중 임상평가, brain MRI 및 신경 심리검사 결과를 종합하여 신경과 전문의가 amMCI 또는 초기

DAT로 진단한 환자들로 구성하였다.

모든 참여자는 연구자가 제작한 간이 시력 및 청력 선별검사에서 만점(6점)을 받아 실험 수행에 필요한 시청각 기능에 문제가 없음을 확인하였다. 본 연구는 한림대학교성심병원 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 받은 후 수행되었다(IRB 승인번호: HALLYM 2019-03-021-003).

### 측정도구

#### 건강 선별 설문지(Christensen et al., 1991)

인지 기능 저하를 유발할 수 있는 주요 질환(뇌졸중, 정신과 질환, 약물중독, 파킨슨병, 헌팅턴병 등)의 병력과 치료 여부를 평가하는 26개 문항으로 구성되어 있다. 한 문항이라도 해당할 경우 정상 노인 집단에서 제외하였다.

#### K-MMSE

시간과 장소 지남력, 주의집중 및 계산능력, 기억등록 및 회상, 언어기능 및 시공간적 구성 능력을 평가하는 30점 만점의 인지 선별검사이다.

#### K-IADL

최근 1개월간의 일상생활 수행능력을 보호자(정상 노인은 본인)가 11개 문항(시장보기, 교통수단 이용, 돈 관리, 집안일/기구 사용, 음식 준비, 전화 사용, 약 복용, 최근 기억, 취미 생활, 텔레비전 시청, 집안 수리)에 대하여 “혼자 가능(0점),” “약간 도움이 필요(1점),” “많은 도움이 필요(2점)” 및 “불가능(3점)”으로 평가한다. 평균 점수가 .40 미만일 경우 정상(Chin et al., 2018)으로 간주하였다.

**GDS**

노인용으로 개발된 자기 보고형 우울 척도로서 총 30문항으로 구성되어 있다. 19점 이상(정인과 외, 1997)이면 우울 의심 수준을 넘어선 중등도 수준 이상의 유의한 우울 증상이 있는 것으로 간주하고, 전체 연구대상에서 제외하였다.

**간이 시력 및 청력 선별검사**

시력 검사는 본 연구의 실험 과제(100pt)보다 작은 글자 크기(90pt)의 단어 3개를 컴퓨터 화면에 차례로 제시하고 이를 모두 정확히 읽으면 정상 시력으로 판정하였다. 청력검사는 실험과제에서 사용한 음량(PC volume 100, E-prime 2.0 sound volume 130)보다 작은 음량(PC volume 100, E-prime 2.0 sound volume 120)으로 단어 3개를 차례로 들려주고 이를 모두 정확히 말하면 정상 청력으로 판정하였다.

**실험 과제**

실험은 자극감각양상(시각/청각)과 단어목록의 길이(5개/10개)를 요인으로 하는 2X2 요인 설계로 구성되었으며, 총 4가지 조건(시각-5개 단어, 시각-10개 단어, 청각-5개 단어, 청각-10개 단어)으로 실험과제를 구성하였다.

**단어 선정**

단어 목록을 구성하기 위해서 “현대 국어 사용 빈도 조사 2(김한샘, 2005)”와 “55-74세 성인의 명사 범주 기준 조사(김정완 외, 2015)”를 참고하여 2-3음절로 이루어진 명사를 5가지 의미 범주(소지품, 동물, 채소, 가구, 의류)에서 6개씩, 총 30개를 선정하였다. 단어 빈도는 중앙값(36.63)을 기준으로 평균에 가까운

값을 갖는 단어를 선택하였고, 전형성 값은 중앙값 .00에서 ± 2 표준편차 이내(-.30 ≤ \* ≤ .30)에 해당하는 단어만 포함하였다. 선정된 단어들은 빈도수와 전형성의 평균이 조건 간 차이가 없도록 4가지 조건에 무선 배치하였으며, 일변량 분산분석(one-way ANOVA)을 통해 조건 간 차이가 유의하지 않음을 확인하였다,  $F(3, 26) = .28, ns$ ;  $F(3, 26) = 1.23, ns$ .

**감각양상별 자극 제시(그림 1)**

시각 조건의 단어 제시는 노인의 가독성을 고려한 글자 크기와 명암 대비에 관한 송영웅 외(2009)의 연구 결과를 참고하여 설계되었다. 단어들은 흰색 배경에 100pt 크기의 검은 돌음체 글씨로 제시되었으며 1920x1080 해상도와 59.98Hz의 주사율의 13.3인치 LED 모니터에 E-prime 2.0 프로그램을 사용하여 무작위로 제시되었다. 각 단어는 3,000ms 동안 제시되었고, 단어와 단어 사이에는 2,000ms 동안 응시점(+)이 제시되었다.

청각 조건에서는 전문 성우가 표준 발음으로 읽은 음성을 녹음하여 제시하였고, 녹음은 속도와 강도가 일정하도록 조정하였다. 편집된 음성은 E-prime 2.0 프로그램을 이용해서 재생되었고, 음성이 재생되는 동안(3,000ms)에는 헤드폰 모양의 아이콘이 화면 중앙에 표시되었다. 음성과 음성 사이에는 시각 조건과

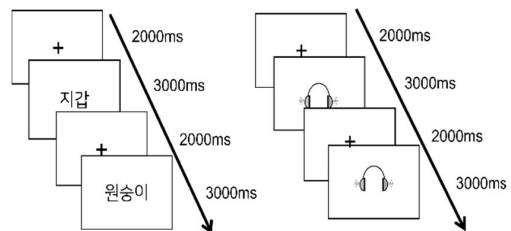


그림 1. 시각 조건과 청각 조건 자극 제시의 예

동일하게 2,000ms 동안 응시점이 제시되었다.

단어 제시 시간(3,000ms)과 단어 간 간격(2,000ms)은 한국 노인을 대상으로 한 선행연구들(김혜운 외, 2018; 이현호, 강연욱, 2019)과 60-70대 노인 6명을 대상으로 한 예비연구에서 얻은 피드백을 바탕으로 노인 참여자가 자극을 충분히 처리할 수 있도록 결정하였다.

### 목록 길이 조건

목록의 길이는 선행 연구 결과에 근거하여 결정하였다. Van der Linden 외(1994)의 연구에서 단어 수가 6개 이하일 때 노인과 젊은 성인 간 수행 차이가 없었고, Grenfell-Essam 외(2017)의 연구 결과에서 단어 수가 6개를 초과한 조건에서만 청각 우세성이 보고된 점을 고려하여 짧은 조건은 5개 단어로 구성하였다. 또한, Miller(1956)의 “7 ± 2” 단기기억 용량 이론에 따라 긴 조건은 단기기억 한계를 초과하는 수준으로 설정하여 10개 단어로 구성하였다. 최종적으로 선정된 단어목록은 부록에 제시하였다.

### 연구 절차

정상 노인 집단은 사전 안내 후 동의서를 작성하였고, 선별검사를 통과한 경우 연구에 참여하였다. amMCI 집단은 본인이 직접 동의서를 작성하였고, DAT 집단은 본인과 보호자 모두 동의서를 작성하였다. 모든 참여자는 간이 시력 및 청력검사를 통과한 후 컴퓨터 기반 실험 과제를 수행하였다. 과제 수행에 소요된 시간은 약 20분이었다.

실험은 네 가지 조건(시각-5개 단어, 시각-10개 단어, 청각-5개 단어, 청각-10개 단어)으로 구성되었다. 자극감각양상에 따른 제시 순

서가 기억 수행에 미치는 영향을 통제하기 위하여 조건 순서를 역균형(counterbalancing)하였고, 각 조건 내 단어의 제시 순서는 무선 배정하였다. 모든 자극은 E-prime 2.0을 사용하여 제시되었고, 각 조건이 끝난 후 즉시 즉각 회상 과제가 시행되었다.

### 자료 분석

집단 간 인구통계학적 변인 차이는 일원 분산분석과 카이제곱 검정(Chi-square test)으로 확인하였다. 주요분석은 3(집단: 정상 노인, amMCI, DAT) X 2(자극감각양상: 시각, 청각) X 2(목록의 길이: 5개 단어, 10개 단어)의 혼합 분산분석(mixed ANOVA)을 실시하였다. 세 개의 독립변수 중 집단은 집단 간 변인이고, 자극감각 양상과 목록의 길이는 집단 내 변인이었다. 종속변수는 즉각 회상 시 회상한 정반응 단어 수이다. 주효과와 상호작용효과가 유의한 경우 Bonferroni 조정 후 사후분석을 수행하였다. 모든 통계 분석은 SPSS 25.0으로 진행하였다.

## 결 과

### 연구대상자 특성

세 집단은 나이, 성별, 교육년수, 우울 수준에서 모두 유의한 차이를 보이지 않았다(표 1). 그러나 K-MMSE 점수는 집단 간 차이가 유의하였으며,  $F(2, 87) = 51.81, p < .001$ , Bonferroni 사후검증 결과 정상 노인 집단이 amMCI 집단보다, amMCI 집단이 DAT 집단보다 유의하게 높았다. K-IADL 점수 또한 유의

표 1. 인구통계학적 변인, 우울 수준, K-MMSE 및 K-IADL 점수

	정상노인 <sup>a</sup>	amMCI <sup>b</sup>	DAT <sup>c</sup>	F or $\chi^2$	p	Post-hoc (Bonferroni)
	(n = 30)	(n = 30)	(n = 30)			
	M(SD)	M(SD)	M(SD)			
나이	75.03(6.10)	76.77(6.40)	78.53(5.84)	2.46	.092	-
성별 (남/여)	14/16	7/23	12/18	$\chi^2 = 3.73$	.155	-
교육년수	10.90(3.98)	9.17(4.66)	9.03(5.02)	1.56	.217	-
GDS	7.73(4.14)	8.70(5.15)	8.73(4.46)	.46	.634	-
K-MMSE	28.30(2.23)	24.03(2.93)	20.37(3.72)	51.81	< .001	a > b > c
K-IADL	.02(.05)	.16(.13)	.97(.61)	60.07	< .001	a = b < c

주. amMCI = amnesic multiple-domain mild cognitive impairment; DAT = dementia of the Alzheimer's type; GDS = Geriatric Depression Scale; K-MMSE = Korean-Mini Mental State Examination; K-IADL = Korean-Instrumental Activities Daily Living.

표 2. 각 집단의 기억수행 평균과 표준편차

	시각 조건		청각 조건	
	5개 M(SD)	10개 M(SD)	5개 M(SD)	10개 M(SD)
정상노인	3.13(.82)	3.80(1.52)	3.53(.97)	4.40(1.07)
amMCI	2.33(1.16)	2.33(1.18)	2.87(1.11)	3.43(1.55)
DAT	1.70(.79)	1.40(.89)	2.37(1.10)	2.67(1.18)

주. amMCI = amnesic multiple-domain mild cognitive impairment; DAT = dementia of the Alzheimer's type.

한 차이를 보였으며,  $F(2, 87) = 60.07, p < .001$ , DAT 집단이 정상 노인 및 amMCI 집단보다 점수가 높았으나( $p < .001$ ) 정상 노인 집단과 amMCI 집단의 차이는 발견되지 않았다.

#### 기억 수행의 비교

집단, 자극감각양상 및 목록의 길이에 따른 기억 수행의 평균과 표준편차를 표 2에 제시

하였다. 혼합 분산분석 결과(표 3), 집단의 주효과가 유의하였으며,  $F(2, 87) = 30.13, p < .001, partial \eta^2 = .41$ , 사후분석 결과 정상 노인 집단은 amMCI 집단과 DAT 집단보다, amMCI 집단은 DAT 집단보다 더 많은 단어를 회상한 것으로 나타났다(all  $ps < .001$ ). 자극감각양상의 주효과 또한 유의하였으며,  $F(1, 87) = 60.71, p < .001, partial \eta^2 = .41$ , 시각 조건보다 청각 조건에서 더 많은 단어를 회상하

표 3. 집단, 자극감각양상 및 목록 길이에 따른 기억수행: 혼합 분산분석 결과

변량원	제곱합	자유도	평균제곱	F	p	partial $\eta^2$
집단 간						
집단	171.44	2	85.72	30.13	< .001	.41
오차	247.48	87	2.85			
집단 내						
자극감각양상	52.14	1	52.14	60.71	< .001	.41
집단×자극감각양상	3.41	2	1.70	1.98	.144	.04
오차	74.71	87	.86			
목록 길이	11.03	1	11.03	13.47	< .001	.13
집단×목록 길이	9.02	2	4.51	5.51	.006	.11
오차	71.21	87	.82			
자극감각양상×목록 길이	4.67	1	4.67	7.41	.008	.08
집단×자극감각양상×목록 길이	.74	2	.37	.59	.559	.01
오차	54.84	87	.63			

였다( $p < .001$ ). 목록 길이의 주효과 역시 유의하였고,  $F(1, 87) = 13.47, p < .001, partial \eta^2 = .13$ , 5개 단어목록 조건보다 10개 단어 목록 조건에서 더 많은 단어를 회상하였다( $p < .001$ ).

상호작용 효과 분석에서는 집단×목록 길이

의 상호작용이 유의하였으며,  $F(2, 87) = 5.51, p = .006, partial \eta^2 = .11$ , 단순 주효과 분석 결과, 5개 목록 조건보다 10개 목록 조건에서 세 집단 간 수행 차이가 더 크게 나타났다(그림 2),  $F(2, 87) = 17.65, p < .001, partial \eta^2 = .29$  vs.  $F(2, 87) = 29.18, p < .001, partial \eta^2 =$

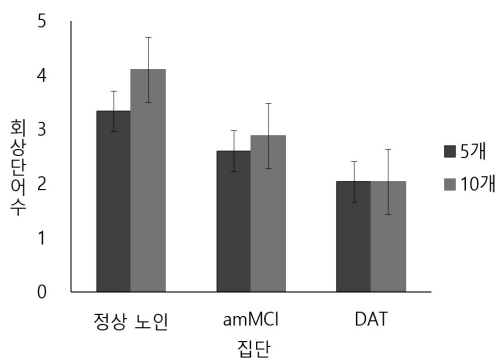


그림 2. 목록 길이에 따른 집단의 단순주효과

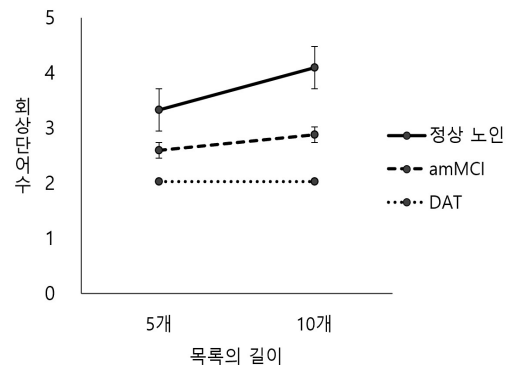


그림 3. 집단별 목록 길이의 단순주효과

.40. 정상 노인 집단은 5개 목록 조건보다 10개 목록 조건에서 유의하게 더 많은 단어를 회상하였으나(그림 3),  $F(1, 87) = 21.54, p < .001, partial \eta^2 = .20$ , amMCI와 DAT 집단은 두 조건 간 유의한 차이를 보이지 않았다,  $F(1, 87) = 2.94, ns, F(1, 87) = .00, ns$ .

또한 자극감각양상×목록 길이의 상호작용도 유의하였는데,  $F(1, 87) = 7.41, p = .008, partial \eta^2 = .08$ , 단순 주효과 분석 결과 두 목록 길이 조건 모두에서 청각 우세성이 나타났으나 5개보다 10개 목록 조건에서 청각 우세성이 더 크게 나타났다(그림 4),  $F(1, 87) = 22.88, p < .001, partial \eta^2 = .21$  vs.  $F(1, 87) = 47.33, p < .001, partial \eta^2 = .35$ . 청각 조건에서는 5개보다 10개 목록 조건에서 회상 단어 수가 유의하게 증가했으나(그림 5),  $F(1, 87) = 19.34, p < .001, partial \eta^2 = .18$ , 시각 조건에서는 목록 길이에 따른 유의한 차이가 관찰되지 않았다,  $F(1, 87) = 1.00, ns$ . 반면 집단×자극감각양상의 상호작용은 유의하지 않았고,  $F(2, 87) = 1.98, ns$ , 집단×자극감각양상×목록 길이의 삼원 상호작용도 유의하지 않았다,  $F(2, 87) = .59, ns$ .

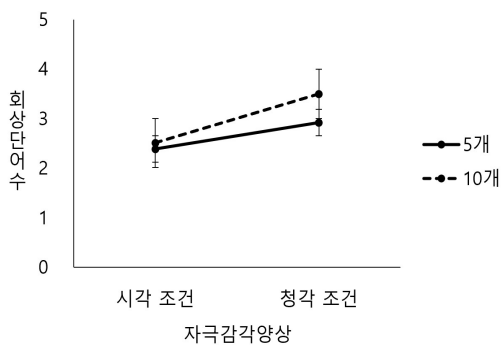


그림 4. 목록 길이에 따른 자극감각양상의 단순주효과

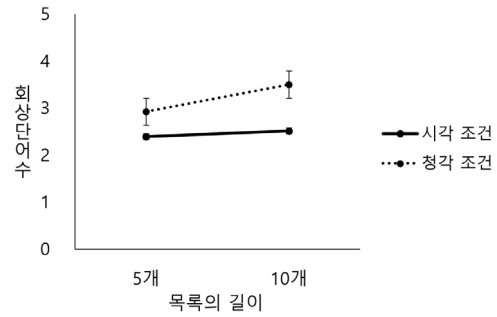


그림 5. 자극감각양상에 따른 목록 길이의 단순주효과

## 논 의

본 연구는 젊은 성인들을 대상으로 한 기존 연구의 범위를 확장하여, 노인 및 인지저하 집단을 대상으로 자극감각양상과 목록 길이가 언어적 작업기억 수행에 미치는 영향을 체계적으로 검증하였다. 혼합 분산분석 결과, 집단, 자극감각양상, 목록 길이 모두에서 유의한 주효과가 확인되었고, 특히 집단×목록 길이의 상호작용이 유의하였다. 10개 단어목록 조건에서 세 집단 간 수행 차이가 더 크게 나타났는데, 이는 세 집단 중 유일하게 정상 노인 집단이 5개 단어목록보다 10개 단어목록 조건에서 유의하게 더 많은 단어를 회상한 데 기인한 것으로 해석된다. 반면 amMCI와 DAT 집단은 5개와 10개 단어목록 조건 간 유의한 수행 차이를 보이지 않았다.

구체적으로 살펴보면, 정상 노인 집단은 10개 단어목록 조건에서 평균 4.10개의 단어를 회상하여 5개 목록 조건(3.33개)보다 유의하게 높은 수행을 보였다. 그러나 젊은 성인이 유사한 조건에서 평균 약 5개 내외를 회상한 선행연구(Grenfell-Essam et al., 2017)와 비교하면 노화와 함께 언어적 작업기억의 용량이 감소

함을 알 수 있다. 더욱이 amMCI와 DAT 집단은 정상 노인과 달리 목록 길이가 길어져도 수행 향상이 나타나지 않았다. 특히, amMCI 집단은 시각 조건에서 5개와 10개 단어목록 모두에서 동일하게 평균 2.33개만을 회상하여, 정상노인과 비교했을 때 이미 MCI 단계에서 현저한 작업기억 용량의 저하가 발생함을 보여주었다. 이는 기존 연구(Klekociuk & Summers, 2014; Montero-Odasso et al., 2009; Saunders & Summers, 2011)의 결과와도 일치한다. DAT 집단은 청각 조건에서 평균 2.52개의 단어를 회상한 반면, 시각 조건에서는 평균 1.55개에 그쳐 뚜렷한 수행 저하를 보였다. 특히 Cherry 외(2002)의 결과와 유사하게, 시각 조건에서는 5개 단어 목록(평균 1.70개)보다 10개 단어 목록(평균 1.40개)에서 오히려 수행이 더 낮게 나타났고, 반대로 청각 조건에서는 2.37개에서 2.67개로 오히려 수행량이 증가하였다. 각 감각 조건에서 두 목록 길이 간의 차이는 작고( $\pm 0.3$ ) 통계적으로 유의하지 않았으나 이러한 경향은 치매 환자의 작업기억 평가 시 목록 길이를 짧게 설정하고, 시각적 제시보다 청각적 제시를 사용하는 것이 바닥 효과(floor effect)를 완화하고 인지능력을 더욱 민감하게 평가할 수 있음을 시사한다.

한편, 자극감각양상×목록 길이의 상호작용 또한 유의하였는데 청각 우세성이 두 조건의 목록 길이 모두에서 관찰되었고, 특히 10개 단어 목록 조건에서 더욱 두드러졌다. 흥미롭게도 청각 조건에서는 목록이 길어질수록 회상 단어 수가 증가한 반면, 시각 조건에서는 목록 길이에 따른 수행 차이가 나타나지 않았다. 효과크기 해석 결과, 집단과 자극감각양상의 주효과는 큰 수준( $partial \eta^2 = .41$ ), 목록 길이의 주효과는 중간 수준( $partial \eta^2 = .13$ )이었

으며, 상호작용 효과 역시 중간 수준( $partial \eta^2 = .11, .08$ )이었다. 이는 집단 및 과제 특성에 따른 수행 차이에 대한 의미 있는 임상적 함의를 시사한다.

이론적 측면에서 볼 때, 본 연구는 작업기억 모델과 감각양상효과에 관한 기존 연구를 확장하는 근거를 제공한다. 기존 연구들은 주로 젊은 성인을 대상으로 수행되어 짧은 목록 조건에서는 시각과 청각 조건 간 차이가 크지 않다고 보고하였다(Grenfell-Essam et al., 2017; Macken et al., 2016). 그러나 본 연구에서는 노화 및 병리적 퇴행이 진행됨에 따라 이러한 양상이 달라짐을 확인하였다. 즉 노인과 인지 저하 집단에서는 목록 길이와 관계없이 청각 우세성이 지속적으로 관찰되었으며, 목록이 길어질수록 그 효과가 더욱 두드러졌다. 특히 주목할 점은, 젊은 성인을 대상으로 한 선행 연구와 달리 정상 노인뿐 아니라 amMCI 및 DAT 집단에서도 인지적 부하가 낮은 짧은 목록 조건에서조차 청각 우세성이 나타났다는 점이다. 이는 노화와 두뇌의 병리적 퇴행으로 인한 인지 자원의 감소가 시각 자극을 음운 형태로 전환하는 과정(자소-음운 변환)에 필요한 부담을 가중시켰기 때문으로 해석된다. 이러한 결과는 감각양상효과가 발달적·병리적 맥락에 따라 달라질 수 있음을 보여주며, 작업기억 이론의 적용 범위를 고령 인구나 임상 집단으로 확장한다는 점에서 학문적 의의가 있다.

본 연구 결과는 임상적 평가 시에 자극 제시 양상과 목록 길이를 반드시 고려해야 함을 강조한다. 예를 들어, 임상 현장에서 현재 널리 사용되는 서울 언어학습검사(Seoul Verbal Learning Test)와 같이 청각 제시 방법으로 표준화된 언어 기억검사를 청력이 저하된 노인

환자에게 시각 제시로 대체하여 실시할 경우, 수행이 과소평가될 위험이 있다. 따라서 시력이나 청력 상태에 따라서 제시 양식을 변경하려면 청각·시각 제시 조건 각각에 대한 별도의 기준(norms)을 마련한 후 적용하여야 할 것이다.

더 나아가 본 연구는 작업기억 훈련 프로그램 개발에도 중요한 시사점을 제공한다. 젊은 성인을 대상으로 한 연구에서는 작업기억 훈련이 인지 기능 향상에 효과적임이 보고되었으나(Jaeggi et al., 2008; Syed et al., 2024). 노인을 대상으로 한 연구에서는 그 효과가 일관되지 않게 나타났다(Hering et al., 2017; Zajac-Lamparska, 2024). 본 연구 결과는 노인을 대상으로 한 작업기억 훈련 프로그램에서 자극을 시각적으로 제시하기보다는 청각적으로 제시하는 훈련이 상대적으로 효율적일 가능성을 시사하며, amMCI와 DAT 집단에서는 과도한 인지적 부하와 피로를 예방하기 위해서 자극의 목록 길이를 5개 이하로 제한하는 것이 바람직할 것임을 제안한다.

끝으로, 본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 젊은 성인을 연구대상에 포함하지 않았으므로 연령대별 자극감각양상 효과를 직접 비교할 수 없었다. 향후 연구에서는 젊은 성인과 정상 노인을 모두 포함하여 노화에 따른 감각양상효과의 변화를 보다 명확히 확인할 필요가 있다. 둘째, 본 연구는 Miller(1956)의 “ $7 \pm 2$ ” 이론을 참고하여 5개와 10개 단어 목록을 구성하였으나, 최근의 작업기억 이론에서는 단기기억 용량을 약 “ $4 \pm 1$  청크(chunk)”로 보는 견해가 더 널리 받아들여지고 있다(Cowan, 2010). 이러한 관점에서 볼 때, 본 연구의 짧은 목록 조건(5개)은 노년층에서의 실제 용량 한계에 근접한 수준이며, 긴 목록

조건(10개)은 그 한계를 초과하는 고부하 과제로 해석될 수 있을 것이다. 따라서 청각 조건에서 목록이 길어질수록 수행이 향상되고 시각 조건에서는 오히려 저하된 결과는, 청각 정보가 시간적 순서에 따라 자동으로 청킹(chunking)되면서 인지 부하를 상대적으로 줄이는 반면, 시각 조건에서는 자소-음운 변환 과정을 추가로 요구함으로써 부하가 가중된 결과로 이해할 수 있다. 나아가 Mathy와 Feldman(2012), Morra 외(2024)가 제시하였듯이 작업기억 용량은 연령, 과제 유형, 병리적 상태에 따라 달라질 수 있으므로, 본 연구 결과는 노화와 병리적 퇴행에 따른 용량 축소가 감각양상 효과에 미치는 영향을 보여주는 실증적 근거로도 해석될 수 있다. 향후 연구에서는 이러한 개인차와 용량 한계를 더욱 정밀하게 반영하기 위해서 집단별 인지 용량에 따라 목록 길이를 세분화하고, 과제 부하 변화에 따른 수행 양상을 체계적으로 검토할 필요가 있다. 셋째, 단어 자극 선정 과정에서 단어의 빈도와 전형성은 체계적으로 통제하였으나, 참여자 개인의 자극 친숙도나 의미 범주 간의 내적 연관성(semantic relatedness)을 완전히 통제하기는 어려웠다. 특히 노화나 인지저하가 진행된 집단에서는 의미적 군집화(semantic clustering) 효과가 기억 수행에 더욱 직접적인 영향을 미칠 수 있으므로, 이러한 요인이 청각 및 시각 조건 간 차이에 일부 기여했을 가능성을 배제하기 어렵다. 향후 연구에서는 자극 친숙도와 의미적 연관성을 사전에 정량화하고, 이를 실험 설계에 반영함으로써 보다 정교하게 통제된 자극 체계를 구축할 필요가 있다. 넷째, 본 연구는 언어적 작업기억을 단어목록 회상 과제를 통해 측정하였으나, 실제 언어적 작업기억은 문장 이해, 이야기 회상,

담화 산출 등 보다 복합적이고 통합적인 처리 과정을 포함한다. 따라서 본 연구 결과를 모든 형태의 언어적 작업기억 과제로 일반화하기에는 한계가 있다. 향후에는 다양한 언어 과제 유형을 포함하여 감각양상효과가 과제의 복잡성이나 언어 처리 수준에 따라 어떻게 달라지는지를 폭넓게 탐색할 필요가 있다. 마지막으로, 일부 치매 환자에서는 시각 자소-음운 변환 과정에 결함이 있는 것으로 보고된 바 있으며(김철민 외, 2009) 이런 환자에서는 시각 조건에서의 수행 저하가 더욱 두드러질 수 있다. 이러한 자소-음운 변환 과정은 언어 처리에 핵심적인 좌측 전두-측두 네트워크의 통합적 기능에 의해서 매개되며(Buchsbaum & D'Esposito, 2008) 해당 네트워크의 손상 정도와 범위는 치매의 병리 유형에 따라 상이하다. 따라서 알츠하이머병, 파킨슨병 치매, 혈관성 치매 등 서로 다른 병리적 배경을 지닌 치매 유형에서는 언어 관련 신경망의 손상 양상이 달라질 수 있으며, 이에 따라 감각양상(청각 vs. 시각)에 따른 과제 수행 패턴 또한 달라질 가능성이 있다. 이러한 신경학적 근거를 바탕으로, 다양한 치매 유형을 대상으로 자극감각양상 효과를 체계적으로 재검증하는 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- 강수진, 최성혜, 이병화, 권재철, 나덕렬, 한설희 (2002). 한국판 Instrumental Activity of Daily Living의 타당도와 신뢰도. *대한신경과학회지*, 20(1), 8-14.  
<https://www.jkna.org/upload/pdf/200201002.pdf>
- 강연욱 (2006). K-MMSE(Korean-Mini Mental State Examination)의 노인 기준 연구. *한국심리학회지: 일반*, 25(2), 1-12.  
<https://accesson.kr/kpageneral/v.25/2/1/15609>
- 김철민, 이영호, 윤정혜, 이주원, 이준영 (2009). 알츠하이머병에서의 시공간 작업기억 특성. *생물정신의학*, 16(4), 238 - 245.  
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART001395341>
- 김정완, 강연욱, 윤지혜 (2015). 55-74세 성인의 명사 범주 기준 조사. *Communication Sciences and Disorders*, 20(4), 559-569.  
<https://www.e-csd.org/journal/view.php?doi=10.12963/csd.15267>
- 김한샘 (2005). 현대 국어 사용 빈도 조사 2. 국립국어원.  
[https://www.korean.go.kr/front/reportData/reportDataView.do?mn\\_id=45&report\\_seq=1](https://www.korean.go.kr/front/reportData/reportDataView.do?mn_id=45&report_seq=1)
- 김혜윤, 강연욱, 유경호, 이병철 (2018). 지각적 부호화와 의미적 부호화가 주관적 인지저하의 자유회상과 재인회상에 미치는 효과. *Korean Journal of Clinical Psychology*, 37(3), 289-300.  
<https://doi.org/10.15842/kjcp.2018.37.3.003>
- 송영웅, 이인석, 정명철, 공용구, 임창욱, 모승민 (2009). 음절수, 폰트, 색 대비, 표시 형태, 글자 크기, 연령대가 한글 문자 정답률에 미치는 영향. *한국안전학회지*, 24(5), 92-100.  
<https://koreascience.kr/article/JAKO200908856858930.pdf>
- 이현호, 강연욱 (2019). 주관적 인지저하 노인들의 기억의 긍정성 효과: 정상 노인 및 경도인지장애 환자와의 비교. *한국심리학회지: 발달*, 32(4), 21-42.

- <https://doi.org/10.35574/KJDP.2019.12.32.4.21>  
정인과, 곽동일, 신동균, 이민수, 이현수, 김진영 (1997). 노인우울척도(Geriatric Depression Scale)의 신뢰도와 타당도 연구. *신경정신의학*, 36(1), 103-112.
- Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource-demanding? *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(2), 298-313.  
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.135.2.298>
- Amon, M. J., & Bertenthal, B. I. (2018). Auditory versus visual stimulus effects on cognitive performance during the N-back task. In R. Sun, M. Motz, H. P. Graf, & T. W. Rogers (Eds.), *Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 1304-1309). Cognitive Science Society.  
<https://escholarship.org/uc/item/95g7x626>
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking Back and Looking Forward. *Nature Review Neuroscience*, 4(10), 829-839.  
<https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136-R140.  
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Beaman, C. P., & Morton, J. (2000). The separate but related origins of the recency effect and the modality effect in free recall. *Cognition*, 77(3), B59-B65.  
[https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00107-4](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00107-4)
- Bopp, K. L., & Verhaeghen, P. (2020). Aging and n back performance: A meta analysis. *The Journals of Gerontology: Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 75(2), 229-240.  
<https://doi.org/10.1093/geronb/gby024>
- Buchsbaum, B. R., & D'Esposito, M. (2008). The search for the phonological store: From loop to convolution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(5), 762-778.  
<https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20501>
- Chamod, A. S., & Petrides, M. (2010). Dissociation within the frontoparietal network in verbal working memory: A parametric functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 30(10), 3849-3856.  
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0097-10.2010>
- Cherry, B. J., Buckwalter, J. G., & Henderson, V. W. (2002). Better preservation of memory span relative to supraspan immediate recall in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 40(7), 846-852.  
[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00173-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00173-7)
- Chin, J., Park, J., Yang, S. J., Yeom, J., Ahn, Y., Baek, M. J., Ryu, H. J., Lee, B. H., Han, N. E., Ryu, K. H., & Kang, Y. (2018). Re-standardization of the Korean-Instrumental Activities of Daily Living (K-IADL): Clinical usefulness for various neurodegenerative diseases. *Dementia and Neurocognitive Disorders*, 17(1), 11-22.  
<https://doi.org/10.12779/dnd.2018.17.1.11>
- Christensen, K. J., Multhaup, K. S., Nordstrom, S., & Voss, K. (1991). A cognitive battery for dementia: Development and measurement characteristics. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 3(2), 168-174.  
<https://doi.org/10.1037/1040-3590.3.2.168>
- Cowan, N. (2010). *The magical mystery four: How is*

- working memory capacity limited, and why?*  
*Current Directions in Psychological Science*, 19(1),  
51-57.  
<https://doi.org/10.1177/0963721409359277>
- Fagundes Chaves, M. L., & Camozzato, A. L.  
(2007). How many items from a word list  
can Alzheimer's disease patients and normal  
controls recall?: Do they recall in a similar  
way? *Dementia & Neuropsychologia*, 1(1), 52-58.  
<https://doi.org/10.1590/S1980-57642008DN10100009>
- Gagnon, L. G., & Belleville, S. (2011). Working  
memory in mild cognitive impairment and  
Alzheimer's disease: Contribution of forgetting  
and predictive value of complex span tasks.  
*Neuropsychology*, 25(2), 226-236.  
<https://doi.org/10.1037/a0020919>
- Grenfell-Essam, R., Ward, G., & Tan, L. (2017).  
Common modality effects in immediate free  
recall and immediate serial recall. *Journal of  
Experimental Psychology: Learning, Memory, and  
Cognition*, 43(12), 1909-1933.  
<https://doi.org/10.1037/xlm0000430>
- Hering, A., Meuleman, B., Bürki, C., Borella, E.,  
& Kliegel, M. (2017). Improving older adults'  
working memory: The influence of age and  
crystallized intelligence on training outcomes.  
*Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 358-373.  
<https://doi.org/10.1007/s41465-017-0041-4>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., &  
Perrig, W. J. (2008). Improving fluid  
intelligence with training on working memory.  
*Proceedings of the National Academy of Sciences of  
the United States of America*, 105(19), 6829-  
6833.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A  
capacity theory of comprehension: Individual  
differences in working memory. *Psychological  
Review*, 99(1), 122-149.  
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.99.1.122>
- Kahana, M. J., Dolan, E. D., Sauder, C. L., &  
Wingfield, A. (2005). Intrusions in episodic  
recall: Age differences in editing of overt  
responses. *The Journals of Gerontology Series B:  
Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(2),  
P92-P97.  
<https://doi.org/10.1093/geronb/60.2.P92>
- Kane, M. J. & Engle, R. W. (2002). The role of  
prefrontal cortex in working-memory capacity,  
executive attention, and general fluid  
intelligence: An individual-differences  
perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4),  
637-671.  
<https://doi.org/10.3758/BF03196323>
- Klekociuk, S. Z. & Summers, M. J. (2014).  
Exploring the validity of mild cognitive  
impairment (MCI) subtypes: Multiple-domain  
amnesic MCI is the only identifiable subtype  
at longitudinal follow-up. *Journal of Clinical  
and Experimental Neuropsychology*, 36(3), 290-  
301.  
<https://doi.org/10.1080/13803395.2014.890699>
- Klencklen, G., Lavenex, P. B., Brandner, C., &  
Lavenex, P. (2017). Working memory decline  
in normal aging: Is it really worse in space  
than in color? *Learning and Motivation*, 57(1),  
48-60.  
<https://doi.org/10.1016/j.lmot.2017.01.007>
- Liebel, S. W. & Nelson, J. M. (2017). Auditory

- and visual working memory functioning in college students with attention-deficit/hyperactivity disorder and/or learning disabilities. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 32(8), 980-991.  
<https://doi.org/10.1093/arclin/acx014>
- Macken, B., Taylor, J. C., Kozlov, M. D., Hughes, R. W., & Jones, D. M. (2016). Memory as embodiment: The case of modality and serial short-term memory. *Cognition*, 155(1), 113-124.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.06.013>
- Mathy, F., & Feldman, J. (2012). What's magic about magic numbers? Chunking and data compression in short-term memory. *Cognition*, 122(3), 346-362.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.11.003>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.  
<https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Montero-Odasso, M., Bergman, H., Phillips, N. A., Wong, C. H., Sourial, N., & Chertkow, H. (2009). Dual-tasking and gait in people with mild cognitive impairment: The effect of working memory. *BMC Geriatrics*, 9, Article e41. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-9-41>
- Morra, S., Patella, P., & Muscella, L. (2024). Modelling working memory capacity: Is the magical number four, seven, or does it depend on what you are counting? *Journal of Cognition*, 7(1), Article e60.  
<https://doi.org/10.5334/joc.387>
- Penney, C. G. (1975). Modality effects in short-term verbal memory. *Psychological Bulletin*, 82(1), 68-84. <https://doi.org/10.1037/h0076166>
- Rodriguez-Jimenez, R., Avila, C., Garcia-Navarro, C., Bagney, A., Aragon, A. M., Ventura-Campos, N., Martinez-Gras, I., Forn, C., Ponce, G., Rubio, G., Jimenez-Arriero, M. A., & Palomo, T. (2009). Differential dorsolateral prefrontal cortex activation during a verbal n-back task according to sensory modality. *Behavioural Brain Research*, 205(1), 299-302.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.08.022>
- Ruan, N., Li, X., Xu, T., Zhao, Z., Mei, X., & Zheng, C. (2024). Cortical activation in elderly patients with Alzheimer's disease dementia during working memory tasks: A multichannel fNIRS study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 16, Article e1433551.  
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2024.1433551>
- Sabahi, Z., Farhoudi, M., Naseri, A., & Talebi, M. (2022). Working memory assessment using cambridge neuropsychological test automated battery can help in the diagnosis of mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Dementia & neuropsychologia*, 16(4), 444-456.  
<https://doi.org/10.1590/1980-5764-dn-2022-0006>
- Saunders, N. L. J. & Summers, M. J. (2011). Longitudinal deficits to attention, executive, and working memory in subtypes of mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 25(2), 237-248. <https://doi.org/10.1037/a0021134>
- Summers, M. J. & Saunders, N. L. J. (2012). Neuropsychological measures predict decline to Alzheimer's dementia from mild cognitive

- impairment. *Neuropsychology*, 26(4), 498-508.  
<https://doi.org/10.1037/a0028576>
- Syed, M., Lum, J. A. G., Byrne, L. K., & Skvarc, D. (2024). Examining working memory training for healthy adults-A second-order meta-analysis. *Journal of Intelligence*, 12(11), Article e114.  
<https://doi.org/10.3390/jintelligence12110114>
- Van der Linden, M., Brédart, S., & Beerten, A. (1994). Age related differences in updating working memory. *British Journal of Psychology*, 85(1), 145-152.  
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1994.tb02514.x>
- Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory: A meta-analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(4), 255-274.  
<https://doi.org/10.3758/CABN.3.4.255>
- Zajac-Lamparska, L. (2024). Limited training and transfer effects in older and young adults who participated in 12 sessions of process-based working memory training: A three-armed pretest-posttest design study. *BMC Research Notes*, 17(1), Article e181.  
<https://doi.org/10.1186/s13104-024-06844-2>

원고접수일 : 2025. 09. 19.  
수정원고접수일 : 2025. 11. 04.  
게재확정일 : 2025. 11. 14.

## Effects of Modality and List Length on Verbal Working Memory: Comparing Healthy Older Adults and Patients with Amnesic Mild Cognitive Impairment and Dementia of the Alzheimer's Type

Yoonjin Kim<sup>1)</sup>

Yeonwook Kang<sup>2)†</sup>

<sup>1)</sup>Department of Psychology, Hallym University, M.A.

<sup>2)</sup>Department of Psychology, Hallym University, Professor Emeritus

The modality effect refers to the differences in memory performance depending on whether stimuli are presented visually or auditorily. In young adults, auditory superiority is common, though differences often disappear with short lists. Research on older adults and cognitively impaired groups remains limited. This study examined the effects of stimulus modality (visual/auditory) and list length (5/10 words) on verbal working memory in three groups-cognitively healthy older adults, those with amnesic multi-domain mild cognitive impairment (amMCI), and those with Alzheimer's disease dementia (DAT)-each with 30 participants. A 3×2×2 mixed ANOVA revealed significant main effects and group × list length and modality × list length interactions. Healthy older adults recalled more words in the 10-word lists, whereas amMCI and DAT groups showed no list-length effects. All groups performed better under auditory than visual presentation, with greater auditory superiority for longer lists. Findings underscore the need to consider modality and list length in clinical assessments of memory function.

*Keywords : verbal working memory, modality effect, list length, amnesic multi-domain mild cognitive impairment, dementia of the Alzheimer's type.*

---

† Corresponding Author: Yeonwook Kang / Department of Psychology, Hallym University, Professor Emeritus / (24252) 1 Hallymdaehak-gil, Chuncheon-si Gangwon-do, Republic of Korea / E-mail: ykang@hallym.ac.kr

[부 록]

실험과제 단어목록

단어 범주	시각 조건		청각 단어	
	5개 단어	10개 단어	5개 단어	10개 단어
소지품	지갑	손수건 휴지	화장품	돋보기 열쇠
동물	원숭이	사자 염소	코끼리	오리 다람쥐
채소	호박	당근 감자	마늘	미나리 고추
가구	싱크대	책꽂이 화장대	옷장	옷걸이 탁자
옷	청바지	치마 잠옷	남방	양말 내복