

# Effects of Working Memory Capacity and Noise Placement on Passive Sentence Processing in Elderly Adults: An Eye-Tracking Study

Minjung Son<sup>a</sup>, Seung-Ha Oh<sup>b</sup>, Jeong-Sug Kyong<sup>c</sup>, Jee Eun Sung<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Communication Disorders, Ewha Womans University, Seoul, Korea

<sup>b</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

<sup>c</sup>Department of Audiology and Speech-Language Pathology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul, Korea

**Correspondence:** Jee Eun Sung, PhD  
Department of Communication Disorders,  
Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil,  
Seodaemun-gu, Seoul 03760, Korea  
Tel: +82-2-3277-2208  
Fax: +82-2-3277-2122  
E-mail: jeesung@ewha.ac.kr

Received: January 11, 2021

Revised: May 6, 2021

Accepted: July 26, 2021

This research was supported by the National Research Council of Science & Technology (NST) grant by the Korea government (MSIT) (No. CAP21051-000).

**Objectives:** The purpose of this study was to investigate the effects of working-memory (WM) capacity on age-related changes in abilities to comprehend incomplete passive sentences using eye tracking. **Methods:** A total of 45 individuals participated in the study. The incomplete sentences were made by replacing dative case makers or verbs with white noise. A composite measure of WM scores was used as an index of WM capacity. **Results:** The elderly group and the lower WM group showed worse performance in accuracy and response time under the both noise conditions. All groups showed worse performance under the verb noise conditions in accuracy and response time. In accuracy, a two-way interaction between the age groups and the WM groups was significant. There was a correlation between the noise locations and the age groups in response time. In target advantage ratio (TA), there was a correlation between the regions and the age groups under the both conditions. Moreover, the main effect of the region was significant under the verb noise. **Conclusion:** Ageing reduces the ability of sentence processing and the sentences without verbs were more difficult to process for all groups. Also, the WM capacity can affect sentence processing and the affect increases with ageing. TA results showed that elderly adults use an inefficient strategy when dealing with incomplete passive-sentences, affected by reduced cognitive function due to ageing. Also, TA results suggested that WM capacity plays different roles in online and offline sentence processing.

**Keywords:** Ageing, Passive sentence processing, Working memory, Eye movements, Noise placement

노화는 신체기관에서뿐만 아니라 인지기능에서도 일어난다. 특히 노화에 따른 경도인지장애(mild cognitive impairment)나 치매(dementia)와 같은 인지기능 저하는 노년층이 가장 두려워하는 문제 중 하나이며, 인지기능이 저하되면 가장 먼저 보이는 증상 중 하나가 기억력 저하이다. 작업기억은 집중능력과 함께 인지기능의 근간을 이루는 기억능력이다(Cicerone et al., 2000). 따라서 작업기억은 인지기능의 문제를 반영할 수 있는 지표가 된다. 작업기억(working memory)이란 정보를 단기적으로 저장하고 그와 동시에 처리까지 요구하는 과제에 필요한 능력이다(Baddeley, 2000). 이러

한 작업기억은 언어적 정보(linguistic information)를 저장 및 조작, 처리하는 인지적 기제(cognitive mechanism)이기도 하다(Baddeley & Hitch, 1974). 따라서 어휘를 습득하고 언어 이해 및 산출하는 과정에도 관여를 한다(Gathercole & Baddeley, 1993). 그러나 나이가 들어감에 따라 다른 신체 기관과 마찬가지로 뇌도 역시 노화 되는데 그 중 특히 기억정보를 담당하는 전두엽과 측두엽의 노화는 작업기억능력의 저하를 일으키는 원인 중 하나라고 할 수 있다(Kim, Jung, Park, & Nam, 2019). Daneman과 Merikle (1996) 역시 작업기억용량이 노화에 의해 줄어든다고 하였으며, 한국판 웨슬러

성인용 지능검사(Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale; Yeom, Park, Oh, Kim, & Lee, 2000)를 사용하여 측정한 작업기억용량에 대한 연구결과에서는 중년까지는 감소되지 않던 작업기억용량이 노년층 집단에서 감소를 보였다고 보고하였다(Choi & Sung, 2019; Lee, Kim, Lee, Chung, & Park, 2012). Just와 Carpenter (1992)는 작업기억에 용량(capacity) 혹은 자원(resource)이라는 개념을 더한 작업기억용량 이론(working memory capacity theory)을 제시하였다. 작업기억용량 이론은 정보를 단기적으로 저장하고 동시에 처리하는 작업기억에 대한 과정이 제한된 용량 내에서 자원을 공유하며 이뤄진다고 설명한다. 또한, 개인이 가진 작업기억용량에 따라 정보를 저장하고 동시에 처리하는 수행능력이 달라진다고 말한다.

이러한 작업기억용량 이론과 문장처리 간 상관관계에 대한 연구는 다양하게 진행되어 왔으며, 문장처리 과정을 실시간 처리(real-time processing)와 관련된 온라인 처리와 문장이 끝나고 의미를 파악하는 과정으로 연결되는 오프라인 처리과정으로 구분하여 이러한 처리과정 유형에 따라 작업기억용량이 미치는 영향이 다르다는 두 가지 대비되는 이론이 제시되고 있다. 온라인 및 오프라인 문장 처리에서 동일한 작업기억용량이 개입한다고 주장하는 이론이 단일 작업기억용량 이론(single working memory capacity theory; Just & Carpenter, 1992)이다. 즉, 이 이론에 따르면, 작업기억용량이 높은 집단의 경우, 온라인 및 오프라인 과제 모두에서 용량이 낮은 집단에 비해 수행력이 높아진다는 실험결과를 토대로 단일 작업기억용량 이론을 뒷받침하였다. 반면, Waters와 Caplan (1996)은 문장처리에서 실시간 처리가 요구되는 통사구조 파싱(syntactic parsing)의 경우, 자동화된 처리(automatic processing)에 의존하여 작업기억용량과 같은 인지자원이 요구되지 않는다고 주장한다. 반면, 오프라인과 같이 의미와 통사를 연결해야 하는 과제에서는 작업기억용량이 관여하게 되어, 온라인 처리과정과 오프라인 과제의 경우 관여하는 작업기억용량의 개입 정도에 차이가 있으므로, 개별 자원이론(separate resource theory)을 주장하였다. 이러한 주장을 하는 연구자들의 경우, 온라인 처리 과제에서는 작업기억용량 집단 간 차이가 유의하지 않았지만, 오프라인 과제에서는 작업기억용량에 따른 차이가 유의한 결과를 보인 실험결과에 근거하여 개별 자원이론을 주장해왔다.

문장처리와 관련된 처리부담을 조절하여 온라인 및 오프라인 처리과정을 살펴보고자 다양한 연구방법이 제안되어 왔다. 그 중 하나는 의미가역적인 문장(semantically reversible sentences)을 활용하여 문장-그림 일치 과제(sentence-picture matching task)를 통해 실시간 처리 및 오프라인 수행력을 살펴보는 것이다. 문장-그림 일치 과제는 청각적 혹은 시각적으로 목표 문장을 제시한 후 대상자

에게 문장과 일치하는 그림을 선택하게 하는 방식으로 문장처리능력을 알아보기에 적합한 과제이다(Grober & Bang, 1995; Rochon, Waters, & Caplan, 1994; Small, Kemper, & Lyons, 1997). 문장-그림 일치 과제에서는 동작주와 피동작주가 서로 바뀌어도 말이 되는 의미적으로 가역적인 문장을 사용하는 방식으로 문장처리에 부담을 늘릴 수 있다.

이러한 문장처리 부담 증가에 대한 이론적 배경은 앞에서 언급한 작업기억용량에 기반하여 설명될 수 있다. 문장에서 동작주와 피동작주가 동사와 관련된 행위를 수행할 수 있는 가능성이 똑같이 50%로 구성된 가역적인 문장인 경우, 두 의미역 중 하나가 행동의 주체가 될 수 있는 가능성이 훨씬 높은 비가역적인 문장에 비해 처리 부담이 증가한다. 이는 의미적으로 같은 확률로 가역적인 관계가 가능한 의미역일 경우, 하향식 의미처리(top-down semantic processing)에 근거한 확률적 접근(probabilistic approach)이 불가능하며 문장을 구성하는 구문적 요소에 작업기억용량이 할애되어 추가적 부담이 증가하기 때문이다. 이러한 통사처리 부담을 증가로 작업기억용량을 더욱 요구하게 되는 또 다른 요소로는 통사복잡성(syntactic complexity)이 있다. 구문복잡성에 관한 연구로 가장 많이 사용된 문장 유형은 능동문 및 피동문의 비교이다. 일반적으로 피동문이 능동문보다 복잡한 통사구조를 가지고 있다는 측면은 언어학적으로 다양한 언어에서 검증되어 왔다. 한국어에서도 또한 피동작주에 ‘-이/-가’와 같은 주격조사가 첨가되고, 동작주에는 ‘에게’라는 조사가 첨언되는 피동문 형태를 고려할 때, 일반적으로 동작주에 주격조사가 결합되는 전형적인 구조에 위배되는 처리과정을 요구하는 문장으로 복잡성이 설명된다. 즉, 주격조사가 포함된 첫 번째 명사구를 들었을 때 능동문 형태의 전형성에 더 익숙한 청자는 첫 번째 명사구를 동작주로 의미역을 예측하게 된다. 하지만 피동사를 듣게 되었을 때 동작주로 상정했던 주격을 다시 피동작주로 의미역을 바꾸는 처리과정을 거쳐야 하므로 피동문이 인지부하가 더 요구되는 조건이 된다. 한국 노년층 및 신경언어장애군을 대상으로 한 다양한 연구에서 피동문에서 더 큰 어려움이 관찰된다고 꾸준히 보고되고 있다(Choi & Sung, 2019; Sung, 2015a, 2017; Sung, Choi, Eom, Yoo, & Jeong, 2020).

문장처리는 통사적 혹은 의미적 단위뿐만 아니라 다양한 수준에서의 언어적 정보를 처리해야 하는 복잡한 과정이며, 언어적 정보가 충분하지 않은 문장은 청자로 하여금 모호함(ambiguity)을 느끼게 한다(Bader, 1997). 모호한 문장은 처리 시 청년층보다 노화로 인하여 문장처리능력에 손상을 입은 노년층에게서 더 어려운 조건이 된다(Sung, Lee, & Eom, 2019). 그리하여 본 연구에서는 의미적으로 가역적인 피동문에 여격조사 혹은 동사를 소음으로 대

체하여 문장처리 시 모호함을 더하여 문장의 통사 및 의미처리의 과제 난이도를 조절하였다. 조사는 체언의 뒤에 붙어 문장 내 다른 단어와의 문법적 관계를 나타내거나 그 의미를 돕는 품사이다. 한국어는 어순이 매우 자유로운 언어인데 이것은 조사의 역할 덕분에 가능하며, 한국어에서는 주어나 목적어 같은 문장 성분이 생략될 수도 있는데 이것 역시 조사가 가진 통사적 기능으로 인해 가능하다. 본 연구에서는 피동문인 문장자극에서 두 번째 명사구(NP2)의 여격조사 ‘에게’를 소음으로 대체하여 대상자에게 문장을 들려주었다. 한국어에서는 통사적 단위 생략이 빈번하며(Sohn, 2001) Kwon과 Polinsky (2006)는 주어와 동사 사이의 거리가 멀어도 한국어 사용자는 주어를 먼저 처리하는 경향을 보인다는 연구결과를 바탕으로 문장-그림 일치 과제 시 요구되는 이해처리 과정이 더 쉬운 소음위치 조건으로 상정하였다. 대상자에게 제시될 문장에는 첫 번째 명사구인 주어에 대한 격조사 ‘가’와 문장 마지막에 올 동사가 온전하므로 대상자들이 문장처리 시 큰 어려움을 느끼지 않을 것이라고 예상하였다. 동사는 사람 혹은 사물의 동작 또는 작용을 나타내며 문장 내 주어를 서술하는 기능을 한다. 본 연구에서는 문장에서 동사를 생략함으로써 문장이해 처리 시 요구되는 과정이 더 어려운 소음위치 조건으로 상정하였다. 문장에서 서술어인 동사가 생략되는 경우는 잘 없다는(Kwon, 2009) 점과 동사가 문장 마지막에 위치하여 문장을 완성시키는 역할을 하여 문장에서 빠져서는 안 되는 필수적인 성분이라는 점(Nam, 2004)에서 첫 번째 명사구(NP1)의 주격과 두 번째 명사구(NP2)의 여격만을 듣고 마지막에 올 동사가 피동사임을 예측하는 과정이 대상자들에게 더 큰 어려움을 줄 것으로 예상하였다.

최근 언어능력과 관련한 연구로 사건관련전위(event-related potentials, ERP) 혹은 시선추적(eye-tracking)과 같은 실시간 추적 기법을 많이 사용하고 있다. 실시간으로 언어처리 과정을 살펴봄으로써 오프라인 처리과정(offline processing)에는 반영되지 않는 대상자의 언어처리에 대한 반응과 처리능력을 알아볼 수 있다. 작업기억의 저장과 처리기능의 노화에 따른 변화를 시선추적 기법을 활용하여 단어기억폭 과제와 문장-그림일치 과제로 알아본 Choi와 Sung (2019)의 연구에서는 시선추적을 통하여 노년층의 목표 그림 시선 고정비율이 청년층보다 유의하게 낮다는 것을 토대로 노화로 인해 저하된 작업기억능력과 문장이해능력 간의 관계를 밝혀내었다. 뿐만 아니라, 작업기억 처리기능이 저장기능에 비하여 노화로 인한 작업기억용량의 감소를 더 잘 반영하는 지표임을 밝혀냈으며, 작업기억의 저장기능과 처리기능이 개별적인 자원으로 기능한다는 사실을 증명하였다. 또한, 한국인의 동사 활용 예측력이 노화에 따라 변하는 양상을 시선추적 기법을 사용하여 알아본 Hwang과 Sung

(2019)의 연구에서는 노년층의 목표 의미역 시선고정비율이 유의하게 감소한 것을 기반으로 노년층이 청년층에 비해 동사의 의미역 예측이 유의하게 느리다는 결과를 밝혀내며 노화로 인한 언어처리 과정의 변화를 시선추적을 통해 관찰하는 것이 의미가 있다고 결론지었다. 이외에도 시선추적 기법은 구어 산출(Choy & Thompson, 2005; Griffin, 2004; Meyer, 2004), 단어와 문장 단위의 언어처리(Dickey, Choy, & Thompson, 2007; Dickey & Thompson, 2009; Tanenhaus, Magnuson, Dahan, & Chambers, 2000)와 같이 다양한 언어 연구에서 사용되고 있으며, 신경언어장애와 실어증 환자의 언어 처리과정을 파악하는 데에도 활용되고 있다(Hallowell, Wertz, & Kruse, 2002). 그리하여 본 연구에서는 청각적으로 제시되는 문장처리 시 노화와 작업기억용량에 따른 오프라인 과제에서의 차이뿐만 아닌 시선추적 기법을 사용하여 실시간 처리 또는 온라인 처리과정(online processing)에서의 수행력 차이도 알아보고자 한다.

자세한 연구질문은 다음과 같다.

- 1) 피동문 내 소음위치(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 노년층과 청년층 간 반응정확도의 차이가 유의한가?
- 2) 피동문 내 소음위치(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 노년층과 청년층 간 반응시간의 차이가 유의한가?
- 3) 피동문 내 소음위치(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 노년층과 청년층 간 목표자극 시선선호비율(Target Advantage ratio)의 차이가 유의한가?

## 연구방법

### 연구대상

본 연구는 서울 및 경기지역에 거주하는 노년층 21명(남 6명, 여 15명), 청년층 24명(남 4명, 여 20명)이 참여하였으며, 이화여자대학교 생명윤리위원회의 승인 하에 진행되었다(IRB No. ewha-202003-0021-01). 모든 대상자는 공통적으로 (1) 기본정보설문지를 작성하였고, (2) 건강선별기준(Christensen, Multhaup, Nordstrom, & Voss, 1991)에 근거하여 신경학적 또는 정신적인 병력이나 두뇌손상병력이 보고되지 않았으며, (3) 언어 및 인지적 신경학적 손상, 발달적 병력이 보고되지 않았으며, (4) 한국판 간이정신상태 검사(Korean-Mini Mental State Examination; Kang, 2006) 점수가 연령 및 교육년수에 비해 16%ile 이상으로 정상범위에 해당하며(Kang, 2006), (5) 자가보고 및 선별검사와정을 통해 과제를 수행하는 데 필요한 시간 및 청각능력에 문제가 없음이 확인되었고, (6) 폐쇄공포증이 없으며, (7) 한국어가 모국어인 자로 선정하였다. 추가적으로 노년층 대상자에게 한하여 (1) 노인우울척도(Korean ver-

sion of the short form of Geriatric Depression Scale, SGDS-K; Jung, Kwak, Joe, & Lee, 1997) 설문을 실시하여 총점이 8점 이하인 자이면서, (2) 서울신경심리검사 2판(Seoul Neuropsychological Screening Battery-II; Kang, Jang, & Na, 2012)의 하위검사인 서울구어학습검사(Seoul Verbal Learning Test)에서 점수가 연령 및 교육년수에 비해 16%ile 이상으로 정상범위에 해당하는 자들로 선별하였다.

또한, 노년층 집단은 고용자 고용촉진법의 고령자기준인 55세 이상과 노인복지법에서 정한 고령자기준 65세 이상을 절충하여 대상자 선정 시 연령기준을 60세 이상으로 하였다. 또한, 대상자 선정 시 노년층과 청년층 모두에게 청력검사를 실시하였으며, 청년층의 선정기준은 다음과 같다. (1) 순음청력역치가 500, 1,000, 2,000, 4,000 Hz의 평균이 20 dB HL 이하인 자(Humes, 2020), (2) 한국표준단음절어표(Korean Standard Monosyllabic Word Lists, KS-MWL)인 KS-MWL 중에서 일반용(Korean Standard Monosyllabic Word Lists for Adults, KS-MWL-A)을 사용한 쾌적역치(Most Comfortable Listening, MCL) 수준에서 어음청력검사의 결과가 어음인지도 90% 이상인자(Joo & Jang, 2009)로 선별하였다. 노년층의 선정기준은 Humes (2020)의 연구를 기준으로 하여 연령별로 상이한 청력기준을 적용하여 선별하였으며, 한국표준단음절어표(KS-MWL)인 KS-MWL 중 일반용(KS-MWL-A)을 사용하여 쾌적역치(MCL) 수준에서 어음청력검사 결과가 어음인지도 90% 이상인자(Joo & Jang, 2009)를 대상으로 삼았다.

본 연구에서는 대상자 선정기준을 통과한 총 45명을 대상으로 작업기억용량에 따른 집단(고, 저)을 다시 나누기 위하여 총 4가지의 작업기억용량과제를 실시하였다. 해당 과제들은 (1) 숫자 바로 지시하기와, (2) 숫자 거꾸로 지시하기(K-WAIS; Yeom et al., 2000), 그리고 (3) 단어 바로 지시하기와, (4) 단어 거꾸로 지시하기 과제(Sung, 2011)를 따라 말하기(recall)로 바꾸어 시행하였다. 작업기억 능력에 대한 기존의 연구들에서는 청각 혹은 시각적으로 작업기억

과제를 실시하였는데(Archibald & Gathercole, 2006; Bavin, Wilson, Maruff, & Sleeman, 2005; Smyth & Scholey, 1996) 본 연구에서는 작업기억과제를 노년층 대상자들의 노화로 인한 청력손실에 대한 영향을 최소화하기 위하여 대상자에게 모두 단어 혹은 숫자를 시각적으로 제시한 후 구어로 말하게 하는 시각적 방식을 선택하였다. 자가보고에서 시력에 문제가 없다고 답하였으며, 연습문제 후 시력에 불편함을 호소하지 않은 이들만을 대상으로 하였다. 이렇게 실시된 네 과제의 점수를 합제한 후 작업기억용량에 따른 집단(고, 저)을 나누기 위하여 중앙값분리(median split)를 시행하여 두 집단으로 나누었다(Gerrie & Garry, 2007). 전체 대상자의 작업기억과제 총 합계 점수를 오름차순으로 나열한 후 노년집단은 중앙값(20)을 기준으로 작업기억 고 집단 10명, 저 집단 11명으로 나누었으며, 청년집단은 같은 방식으로 중앙값(31)을 기준으로 작업기억 고 집단 12명, 작업기억 저 집단 12명으로 나누었다. 본 연구에 참여한 대상자에 대한 정보는 아래 Table 1과 같다.

**실험자극**

**문장-그림 일치 과제(sentence-picture matching task)**

본 과제는 자극문장을 듣고 제시되는 두 그림 중 내용과 일치하는 그림 하나를 선택하는 방식이다. 자극문장은 모두 3어절인 피동문으로 이루어졌으며, 첫 번째 어절(Noun phrase 1, NP1)은 피동작주인 명사와 주격조사 ‘가’로 이루어졌으며, 두 번째 어절(Noun phrase 2, NP2)은 동작주와 여격조사(dative case marker) ‘에게’가 조합된 형태이다. 마지막 어절은 서술어인 피동사(verb)로 구성되었다. 자극문장은 두 가지 조건으로 구성되었다. 첫 번째 조건은 문장 중 NP2에 위치한 여격조사 ‘에게’가 백색소음으로 대체되었으며, 두 번째 조건은 문장의 마지막 어절에 위치한 피동사가 백색소음으로 대체되었다. 예를 들어 ‘원숭이가 하마에게 쫓기다.’라는 자극문장이 대상자에게 제시될 때, 여격조사가 소음으로 대체된 유

**Table 1.** Demographic information on participants

	Old (N=21)		Young (N=24)	
	High (N=10)	Low (N=11)	High (N=12)	Low (N=12)
Gender				
Male	2	4	0	4
Female	8	7	12	8
Age (yr)	63.80±4.37 (60-73)	68.91±3.53 (62-74)	23.08±3.03 (20-30)	25.67±6.39 (20-38)
Education (yr)	16.20±0.63 (16-18)	13.64±2.50 (12-18)	14.92±2.51 (12-18)	14.17±1.34 (12-16)
WM sum	26±3.97 (21-34)	16.73±1.79 (14-19)	37.67±4.21 (32-45)	24.67±4.03 (18-30)
MMSE	29.8±0.63 (28-30)	28.18±0.98 (27-30)	29.75±0.62 (28-30)	29.75±0.45 (29-30)

Values are presented as number or mean±SD (range).

WM=Working memory; MMSE=Mini Mental State Examination (Kang, Jang, & Na, 2012).

형은 ‘에게’ 대신 백색소음이 들리므로 ‘원숭이가 하마(백색소음) 쫓기다.’만을 듣게 된다. 반면 ‘거북이가 돼지에게 쫓기다.’라는 자극문장이 대상자에게 제시될 때, 피동사가 소음으로 대체된 유형은 피동사인 ‘쫓기다’ 대신 백색소음이 들리므로 ‘거북이가 돼지에게 (백색소음).’만을 듣게 된다. 자극문장의 예시는 Table 2에 제시하였다. 총 문장은 30개로 두 번째 어절의 여격조사가 소음으로 대체된 문장 15개와 마지막 어절의 피동사가 소음으로 대체된 15개의 문장으로 구성되었다. 문장에 사용된 모든 명사는 생물성 명사이면서 최대한 포식관계의 영향을 주지 않는 동물이름으로 선정하였다. 동물이름은 총 15단어로 2음절 6단어, 3음절 9단어로 선정하였다. 동사는 Sung (2015a)의 문장이해검사(sentence comprehension test, SCT)에 있는 동사를 기준으로 피동사 15개를 선정하였으며 자극문장은 노화와 작업기억용량의 차이가 특히 피동문처리에 잘 반영된다는 Choi와 Sung (2019)의 연구결과에 따라 모두 피동문이면서 어순이 전형적인 문장으로 구성하였다.

**자극배열**

자극에 사용된 모든 동물은 소음위치의 한 유형 당 동작주로 1번 그리고 피동작주로 1번 등장하게 되며, 한 번 동작주-피동작주로 짝이 되었던 동물이 다른 문장에서 다시 같은 짝이 되지 않게 조절하였다. 또한, 모든 동사는 각 소음위치 유형 당 1번씩만 사용되

어 총 30문장 중 2문장에 사용되었고 동사와 한 문장을 이뤘던 동물이름이 다른 유형에서 중복되어 문장을 이루지 않게 구성하였다. 또한, 피동 전형 문장에 대한 대상자의 학습효과가 생기는 것을 통제하기 위하여 매꿈문장(filler)을 능동 전형, 능동 비전형, 피동 전형, 피동 비전형 문장으로 각 유형당 8개의 문장으로 총 32개의 문장으로 구성하였다. 문장배치는 문법 및 전형성에서 같은 유형이면서 같은 소음위치 문장이 두 번 연속으로 나오지 않게 하였으며, 같은 동작주 혹은 피동작주가 문장 내 같은 위치에서 두 번 이상 연달아 나오지 않게 구성하였다. 또한, 같은 위치의 그림이 목표그림인 경우를 3번까지만 허용하여 그림자극을 배열하였다. 과제에 사용된 목표문장에 대한 그림은 흑백선화의 그림으로 실험에 사용된 그림을 Figure 1과 Figure 2에 제시하였다.

**연구도구**

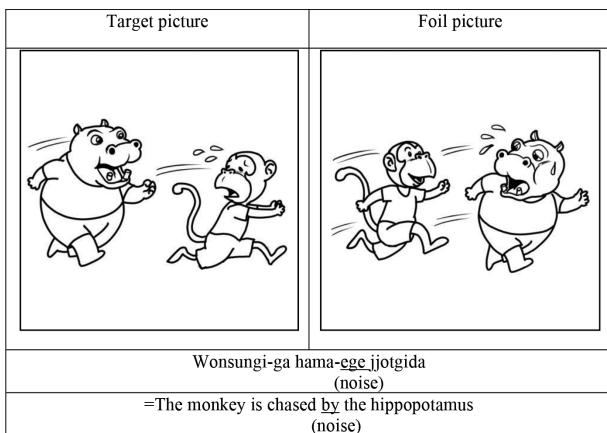
**음성 자극 및 녹음기기**

본 연구에 사용된 음성자극은 직업이 성우인 성인 여성의 목소리로 녹음되었으며 방음시설이 갖춰진 조용한 환경에서 마이크와 입의 거리를 20 cm로 유지하여 녹음하였다. 녹음된 음원에 The Audacity Team사의 컴퓨터소프트웨어인 Audacity 2.3.3버전을 사용하여 문장의 두 번째 어절에 위치한 여격조사 혹은 문장 마지막인 동사 위치에 해당 어휘 대신 백색소음을 합성하여 편집하였다.

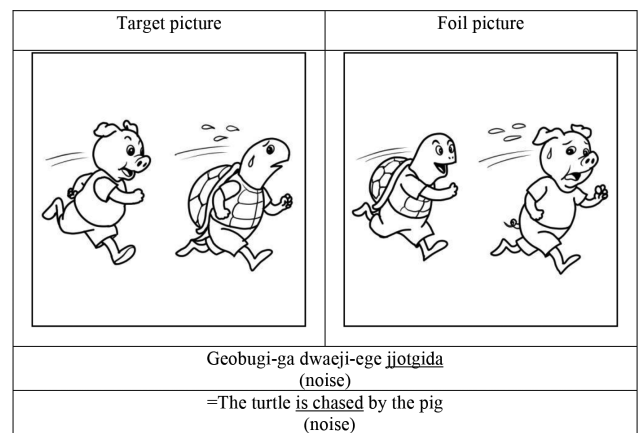
**Table 2.** Example of the sentence stimuli

	Noun Phrase 1 (NP1)	Noun Phrase 2 (NP2)	Verb
Dative case marker	Wonsungi-ga (Nom.)	hama- <u>ege</u> (Dat.) (white noise) =The monkey is chased by the hippopotamus	jjotgida
Verb	Geobugi-ga (Nom.)	dwaeji- <u>ege</u> (Dat.) =The turtle is chased by the pig	<u>Jjotgida</u> (white noise)

Nom. = Nominative case marker; Dat. = Dative case marker.



**Figure 1.** Example of picture stimuli of noise placement on dative case marker.



**Figure 2.** Example of picture stimuli of noise placement on verb.

### 시선추적기(Eye-tracker)

본 연구는 대상자의 안구움직임을 기록하는 시선추적기(Eye-tracker)를 사용하여 자료를 수집하였다. 시선추적기는 SR Research사의 EyeLink Portable duo를 사용하였다. 본 연구에서는 해당 시선추적기를 턱 고정대를 사용한 머리고정방식(head stabilized tracking)으로 사용하였고, 시선추적기를 컴퓨터 모니터 아래에 위치시키는 기존 시선추적연구에서 많이 사용되어져 온 데스크탑마운트방식(desktop mount participant setup)을 사용하여 sampling rate 1,000 Hz로 실험을 진행하였다. 머리고정방식과 데스크탑마운트방식을 선택함으로써 대상자의 시선이 보다 안정적으로 기록될 수 있게 하였다. 본 실험의 설계는 시선추적기와 동일한 SR Research사의 Experiment Builder 2.3.1 프로그램을 사용하였으며 분석 역시 SR Research사의 Data Viewer 3.2.1 프로그램을 사용하였다.

### 연구절차

본 연구는 실험참여에 적합한지를 평가하는 선별검사와 작업기억용량을 측정하는 작업기억용량과제 그리고 문장-그림 일치 과제인 본 실험순서로 실시하였다. 선별검사에서 실험에 적합한 대상으로 판별되면 작업기억용량과제와 본 실험을 실시하였다. 작업기억용량과제에서는 단어 및 숫자는 Microsoft Office PowerPoint 2016으로 제작된 프레젠테이션을 컴퓨터 화면으로 제시하였으며, 한 슬라이드 당 맑은고딕체의 글씨크기 200인 한 개의 단어 혹은 숫자 하나를 1초 빠르기로 제시하였다. 대상자들은 1초마다 보여지는 단어 혹은 숫자를 모두 본 후 “답변해주세요.” 슬라이드가 제시되면 기억하고 있는 단어 혹은 숫자를 바른 순서 또는 거꾸로 말하였다. 본 실험은 대상자가 가진 청력 차이를 최소화하기 위하여 조용한 환경장소인 방음실에서 이루어졌다. 청각적 자극은 대상자의 1 m에 떨어진 스피커를 통하여 제시되었으며 설치된 스피커와 대상자의 각도는 +45°와 -45°이다. 음성자극은 대상자 간의 상이한 청력으로 인한 수행력 차이를 최소화하기 위하여 대상자의 주관적 쾌적역치(MCL)를 고려한 크기로 각 대상자의 청력수준에 맞게 제시되었다. 청년층 집단에 한하여 실험장소로 방문하기 힘든 대상자가 있는 경우 방음실 대신 조용하고 개별적인 공간에서 실험이 진행되었다. 이때 소음을 통제하고 방음실 내 주변소음과 음성자극 음 수준에 맞추기 위하여 안드로이드 소음측정기 어플 Sound Meter (version 5.6)를 사용하여 최대한 방음실과 비슷한 상황에서 실험을 진행하였다.

대상자는 컴퓨터 모니터와 시선추적기가 설치된 책상에 대상자의 앉은키에 맞게 조절된 턱 받침대에 턱을 고정하고 앉는다. 이때

시선추적기와 대상자의 안구 사이의 거리는 약 55-60 cm 사이이다. 연구자는 대상자에게 머리의 움직임을 최소화하고 안구만을 움직일 수 있도록 지시사항을 전달한 후 대상자의 시선이 잘 추적되는지 측정하는 사전보정작업(calibration)을 시행하였다. 보정작업은 시선추적기가 대상자의 시선을 추적할 수 있는 각도범위 안에 있는지 측정하는 작업이다. 동공의 최대편차가 X, Y축 모두 0.5 이하의 범위(Holmqvist et al., 2011) 안에 속하면 확인작업(validation) 단계로 넘어간다. 확인작업은 보정작업 단계에서 측정된 대상자의 시선위치가 잘 유지되고 있는지 다시 한번 확인하는 단계이다. 보정작업과 확인작업이 모두 완료되면 연구자는 등장인물과 문장에 나오는 동사를 대상자에게 소개한 후 연습 문항으로 넘어간다. 대상자는 실험방법과 절차에 대한 안내를 연구자로부터 들은 후 연습문제를 풀게 되고 그 후에 본 문항으로 넘어간다. 본 문항 62문항 중 절반인 31문제가 끝나면 대상자에게 쉬는 시간이 주어지며 시선위치가 잘 유지되고 있는지 확인하는 단계인 점검작업(drift correct)을 매 16문항당 시행하였다.

본 실험은 준비 단계 후 흑백선화의 그림 2개가 제시되는데 Meyer, Mack과 Thompson (2011)의 시선추적연구를 참고하여 그림제시 500 ms 후에 문장자극이 음성으로 제시된다. 문장제시가 끝나면 대상자는 들은 문장의 내용과 일치하는 그림을 버튼박스의 버튼을 눌러 선택한다. 실험의 절차는 Figure 3에 제시하였다.

### 자료분석

본 연구의 종속변수는 문장 속 소음위치에 따른 반응정확도, 반응시간, 목표자극 시선선호비율(TA)이다. 반응정확도, 반응시간, 목표자극 시선선호비율은 Data Viewer 프로그램을 통해 실험에 대한 결과를 추출하였으며 추출한 결과를 Microsoft사의 Excel

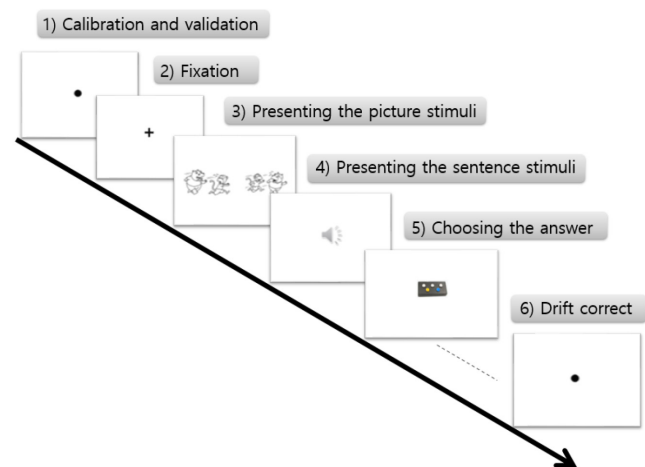


Figure 3. A display of experimental procedures.

2007에서 다시 정리 과정을 거쳤다. 시선고정 결과를 분석할 시에는 시선추적 선행연구인 Dickey와 Tompson (2009)에 따라 100 ms 이상을 시선고정 최소단위로 설정하여 분석하였다. 시선추적은 왼쪽 눈을 기준으로 하였으나 보정작업에서 왼쪽 시선의 보정이 잘 이루어지지 않을 시에는 오른쪽 눈을 기준으로 시선을 추적하였다. 또한, 그림 선택에서 정반응한 문항들만 분석하였으며 표준편차(SD) ± 3 SD 범위를 벗어나는 이상값(outlier)을 제외하여 분석하였다.

**반응정확도(Accuracy)**

해당 연구에서는 대상자가 제시되는 두 개의 그림 중 문장에 일치하는 정답그림을 선택했을 경우에는 1점으로 계산하며, 정답이 아닌 방해그림을 선택할 시에는 0점으로 처리하여 반응정확도를 계산한 후 퍼센트로 다시 산출하였다. 퍼센트로 산출할 시에는 정반응한 문항의 수를 전체 문항 수로 나누어 준 후 100을 곱하였다. 예를 들어, 조사 소음 위치 유형에서 12문제에 정반응하였으면  $(12/15) \times 100 = 80\%$ 가 된다. 각 유형의 총 문항 수는 15개이다.

**반응시간(Response time)**

반응시간은 문장자극 제시가 끝난 후부터 대상자가 정답이라고 생각하는 그림에 해당하는 버튼을 누르기까지의 시간으로 측정하였다. 단위는 밀리세컨드(ms)로 측정되었고 분석은 대상자가 정반응한 문항들만을 대상으로 하였다.

**목표자극 시선선호비율(Target Advantage ratio, TA)**

목표자극 시선선호비율에 대한 분석구간은 첫 번째 어절(NP1)과 두 번째 어절(NP2) 그리고 동사(Verb)로 총 3개로 나뉜다. 제시된 음성자극이 안구운동으로 반영되기까지의 시간을 고려한 Altmann과 Kamide (2004)의 선행연구를 토대로 분석구간에 해당하는 음성이 제시되고 200 ms 후부터 음성제시가 끝난 200 ms 후까지의 시선고정을 분석하였다. 시선고정은 실험의 관심영역(Area Of Interest, AOIs)에 고정된 시선이며, 목표자극 시선선호비율(TA)은 목표그림을 본 시선고정비율에서 방해그림을 본 시선고

정비율을 뺀 값이다. 이 과정에서 자극그림을 최소 100 ms 이상 응시한 시선고정만을 분석대상으로 삼았다. 그 결과, 총 45명의 시선추적 데이터가 분석에 포함되었다.

**자료의 통계적 처리**

소음위치에 따른 나이 집단과 작업기억용량 집단 간 반응정확도, 반응시간의 차이를 통계적으로 알아보기 위하여 SPSS ver.20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 나이 집단 X 작업기억용량 집단(고, 저) X 소음위치 조건(여격조사 vs 동사) 삼원혼합분산분석(three-way mixed ANOVA)을 실시하였고, 목표자극 시선선호비율(TA)의 차이가 유의한지 알아보기 위해 각 소음위치 조건 별로 나이 집단 X 작업기억용량 집단(고, 저) X 구간(NP1 vs NP2 vs Verb) 삼원혼합분산분석(three-way mixed ANOVA)을 실시하였다.

**연구결과**

**반응정확도(Accuracy)**

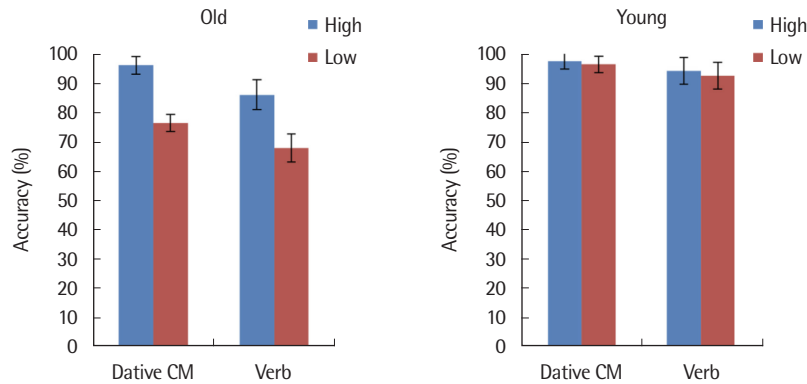
문장-그림 일치 과제에서 소음위치 조건(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 나이 집단 간 반응정확도에서 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 집단 X 소음위치 조건 X 작업기억용량 삼원혼합분산분석(three-way mixed ANOVA)을 실시하였다. 기술통계 결과는 Table 3과 Figure 4와 같다.

분석 결과, 소음위치 조건에 따른 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1, 41)} = 10.887, p = .002$ ). 즉, 여격조사 소음위치에서 보인 평균 반응정확도인 91.70%는 동사 소음위치에서의 평균 반응정확도인 85.28% 보다 유의하게 높은 것으로 드러났다. 다음으로 나이에 따른 집단 간 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1, 41)} = 16.003, p < .001$ ). 즉, 노년층 집단에서 보인 평균 반응정확도인 81.56%는 청년층 집단 평균 반응정확도인 95.42%에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 또한 작업기억용량(고, 저)에 따른 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1, 41)} = 8.560, p = .006$ ). 즉, 작업기억용량 고 집단에서 보인 평균 반응정확도인 93.56%는 작업기억용량 저 집단에서 보인 평균

**Table 3.** Descriptive statistics of accuracy (%) of task trials on sentence processing

	Old (N=21)			Young (N=24)		
	High (N=10)	Low (N=11)	Avg.	High (N=12)	Low (N=12)	Avg.
Dative case marker	96.00 (3.44)	76.36 (17.98)	85.71 (16.37)	97.78 (4.34)	96.67 (5.32)	97.22 (4.78)
Verb	86 (11.95)	67.88 (26.47)	76.51 (22.37)	94.44 (5.57)	92.78 (10.12)	93.61 (10.12)

Values are presented as mean (SD).  
WM=Working memory.

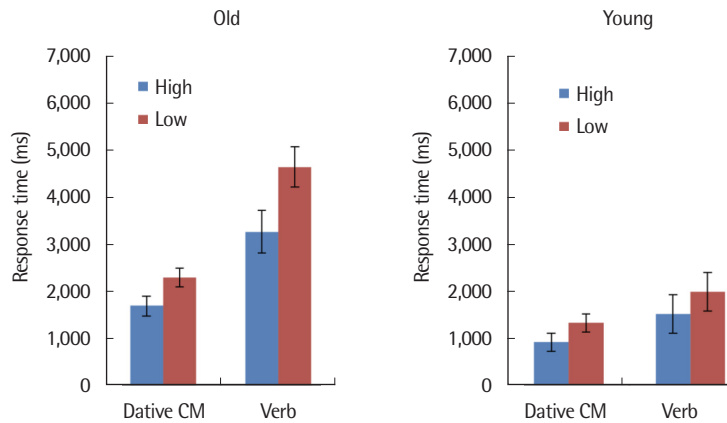


**Figure 4.** Summary of the mean accuracy for each condition in all groups. CM= Case marker; High=High working memory group; Low= Low working memory group.

**Table 4.** Descriptive statistics of response time (ms) of task trials on the sentence processing for age groups and working memory capacity group

	Old (N=21)			Young (N=24)		
	High (N=10)	Low (N=11)	Avg.	High (N=12)	Low (N=12)	Avg.
Dative case marker	1,690.82 (613.77)	2,291.21 (711.43)	2,005.31 (719.024)	910.11 (489.7)	1,316.3 (798.06)	1,113.2 (679.95)
Verb	3,260.4 (1,291.61)	4,629.43 (2,197.31)	3,977.51 (1,911.98)	1,508.64 (567.14)	1,983.92 (1,184.1)	1,746.28 (939.85)

Values are presented as mean (SD).  
WM=Working memory.



**Figure 5.** Summary of the mean response time for each condition in all groups. CM= Case marker; High=High working memory group; Low= Low working memory group.

반응정확도인 83.42%에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 다음으로, 나이 집단과 작업기억용량에 대한 이차상호작용 효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1, 41)} = 6.374, p = .016$ ). 즉, 노년층 집단에서의 작업기억용량 간 차이가 청년층에서의 작업기억용량 간 차이에 비해 유의하게 컸다. 다시 말해 노년층 집단에서 작업기억용량 저 집단이 고 집단에 비해 정반응률이 낮아지는 정도가 청년층에서 작업기억용량에 따른 정반응률 저하에 비해 유의하게 컸다. 소음위치 조건 및 작업기억용량에 따른 노년층과 청년층 간의 삼차상호작용 효과는 통계적으로 유의하지 않았다( $F_{(1, 41)} = .071, p = .792$ ).

### 반응시간(Response time)

문장-그림 일치 과제에서 소음위치 조건(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 나이 집단 간 반응시간의 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 집단 X 소음위치 조건 X 작업기억용량 삼원혼합분산분석(three-way mixed ANOVA)을 실시하였다. 기술통계 결과는 Table 4와 Figure 5와 같다.

분석 결과, 소음위치 조건에 따른 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1, 41)} = 45.634, p < .001$ ). 즉, 동사 소음위치에서의 평균 반응시간인 2,845.60 (ms)은 여격조사 소음위치에서 보인 평균 반응시

간인 1,552.11 (ms) 보다 유의하게 오래 걸리는 것으로 나타났다. 다음으로 나이 집단에 따른 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1,41)} = 32.530, p < .001$ ). 즉, 노년층 집단에서 보인 평균 반응시간인 2,967.97 (ms)은 청년층 집단 평균 반응시간인 1,429.75 (ms)에 비해 유의하게 오래 걸리는 것으로 나타났다. 또한, 작업기억용량에 따른 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1,41)} = 6.984, p = .012$ ). 즉, 작업기억용량 저 집단에서 보인 평균 반응시간인 2,555.22 (ms)는 작업기억용량 고 집단에서 보인 평균 반응시간인 1,842.49 (ms)에 비해 유의하게 오래 걸리는 것으로 나타났다. 다음으로 소음위치 조건과 나이 집단 간의 이차상호작용 효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(1,41)} = 11.896, p = .001$ ). 즉, 여격조사 소음위치 조건에서 노년층 집단과 청년층 집단의 반응시간 차이보다 동사 소음위치 조건에서 청년층 집단에 비해 노년층 집단이 유의하게 반응시간이 오래 걸렸다. 그러나 소음위치 조건과 작업기억용량에 따른 이차상호작용 효과가 통계적으로 유의하지 않았으며, 나이 집단과 작업기억용량 집단 간의 이차상호작용 효과도 유의하지 않았다. 또한, 소음위치 조건 및 작업기억용량에 따른 나이 집단 간 삼차상호작용 효과가 통계적으로 유의하지 않았다.

**목표자극 시선선택비율(Target Advantage ratio)**

**여격조사 소음위치**

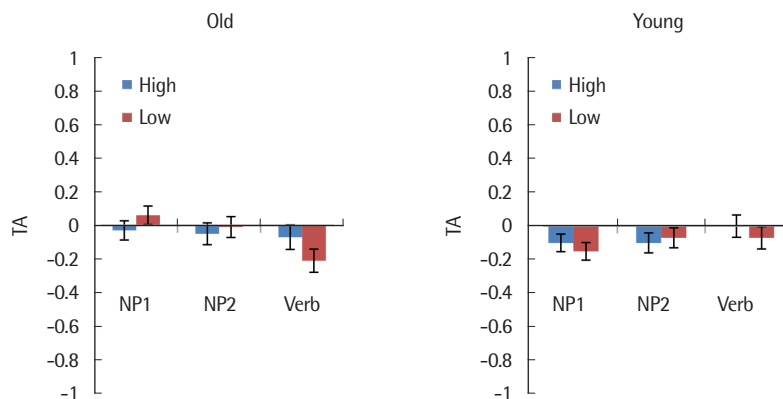
문장-그림 일치 과제의 여격조사 소음위치 조건에서 구간(NP1 vs. NP2 vs. Verb)별 작업기억용량(고, 저)에 따라 나이 집단 간 목표 자극 시선선택비율(TA) 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 집단×구간×작업기억용량 삼원혼합분산분석(three-way mixed ANOVA)을 실시하였다. 기술통계에 대한 결과는 Table 5와 Figure 6과 같다.

분석 결과, 구간과 작업기억용량 집단 그리고 나이 집단의 주효과가 통계적으로 유의하지 않았다. 또한, 작업기억용량 집단과 나이 집단 간의 이차상호작용이 통계적으로 유의하지 않았다. 다음으로 구간과 나이 집단 간의 이차상호작용 효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(2,82)} = 4.043, p = .021$ ). 유의한 이차상호작용에 대한 사후검정으로 각 구간마다 나이 집단 간 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-검정(independent sample t-test)을 실시한 결과, NP1 구간에서 나이 집단 간의 목표자극 시선선택비율(TA) 차이가 유의한 것으로 나타났다( $t(43) = 2.662, p = .011$ ). 즉, 노년층의 NP1 구간에서의 평균 목표자극 시선선택비율(TA)이 .015로 청년층의 해당 구간에 대한 평균 목표자극 시선선택비율(TA)인 -.13에 비해 목표그림을 본 비율이 유의하게 높았다. 그러나 NP2와 동사 구간에서는 나

**Table 5.** Descriptive statistics of target advantage ratio of task trials under dative case marker noise condition for age group and working memory capacity group

	Old (N=21)			Young (N=24)		
	High (N=10)	Low (N=11)	Avg.	High (N=12)	Low (N=12)	Avg.
NP1	-.03 (.24)	.06 (.18)	.015 (.21)	-.10 (.11)	-.15 (.19)	-.13 (.15)
NP2	-.05 (.22)	-.01 (.21)	-.03 (.21)	-.10 (.22)	-.07 (.17)	-.08 (.19)
Verb	-.07 (.26)	-.21 (.25)	-.14 (.26)	.00 (.16)	-.07 (.16)	-.04 (.20)

Values are presented as mean (SD).  
NP = Noun phrase; WM = Working memory.



**Figure 6.** Summary of the mean TA ratio for each region under dative case marker noise condition in all groups. TA = Target advantage ratio; NP = Noun phrase; High = High working memory group; Low = Low working memory group.

이 집단 간의 목표자극 시선선호비율(TA)의 차이가 유의하지 않았다. 또한, 구간 및 작업기억용량 그리고 나이 집단 간의 삼차상호작용이 통계적으로 유의하지 않았다. 이에 대한 분석결과는 Table 6과 Figure 7에 제시하였다.

동사 소음위치

문장-그림 일치 과제의 동사 소음위치 조건에서 구간(NP1 vs NP2 vs Verb)별 작업기억용량(고, 저)에 따라 나이 집단 간 목표자극 시선 선호비율(TA) 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 집단×구간×작업기억용량 삼원혼합분산분석(three-way mixed ANOVA)을 실시하였다. 기술통계 결과는 Table 7과 Figure 8과 같다.

분석 결과, 구간에 대한 주효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(2,82)} = 42.176, p < .001$ ). 이에 따라 Bonferroni를 사용한 사후검정을 실시

**Table 6.** Descriptive statistics of target advantage ratio in each region under dative case marker noise condition for age group

	Old (N=21)	Young (N=24)	t
NP1	.015 (.21)	-.13 (.15)	2.662
NP2	-.03 (.21)	-.08 (.19)	0.975
Verb	-.14 (.26)	-.04 (.20)	-1.564

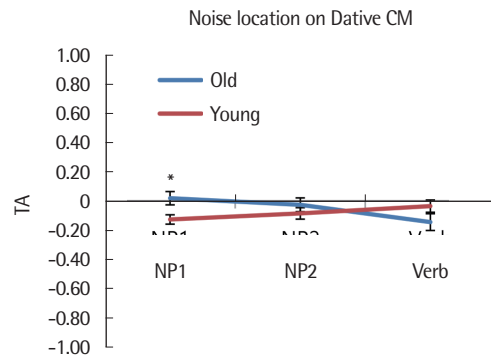
Values are presented as mean (SD).  
NP = Noun phrase.

**Table 7.** Descriptive statistics of target advantage ratio of task trials under verb noise condition for age group and working memory capacity group

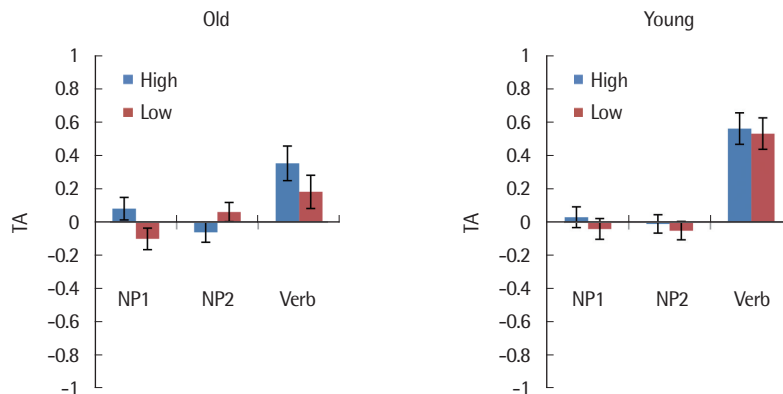
	Old (N=21)			Young (N=24)		
	High (N=10)	Low (N=11)	Avg.	High (N=12)	Low (N=12)	Avg.
NP1	.08 (.19)	-.10 (.14)	-.01 (.19)	.03 (.31)	-.04 (.17)	-.01 (.24)
NP2	-.06 (.22)	.06 (.17)	.01 (.20)	-.01 (.17)	-.05 (.21)	-.03 (.18)
Verb	.35 (.36)	.18 (.25)	.26 (.31)	.56 (.23)	.53 (.42)	.54 (.33)

Values are presented as mean (SD).  
NP = Noun phrase; WM = Working memory.

하였다. 그 결과, NP1과 Verb 차이( $p < .001$ ), NP2와 Verb 차이( $p < .001$ )로 통계적으로 유의하였으나, NP1과 NP2 간의 차이( $p = 1.000$ )는 유의하지 않았다. 또한, 나이 집단에 대한 주효과와 작업기억용량에 따른 주효과가 통계적으로 유의하지 않았다. 또한, 구간과 작업기억용량 집단 간의 이차상호작용과 작업기억용량 집단과 나이 집단 간의 이차상호작용이 통계적으로 유의하지 않았으며, 구간 및 작업기억용량 집단 그리고 나이 집단 간의 삼차상호작용도 통계적으로 유의하지 않았다. 하지만 구간과 나이 집단 간의 이차상호작용 효과가 통계적으로 유의하였다( $F_{(2,82)} = 5.332, p = .007$ ). 유의



**Figure 7.** The two-way interaction between region and age group. CM = Case marker; TA = Target advantage ratio; NP = Noun phrase.



**Figure 8.** Summary of the mean TA ratio for each region under verb noise condition in all groups. TA = Target advantage ratio; NP = Noun phrase; High = High working memory group; Low = Low working memory group.

**Table 8.** Descriptive statistics of target advantage ratio in each region under verb noise condition for age group

	Old (N=21)	Young (N=24)	<i>t</i>
NP1	-.01 (.19)	-.01 (.24)	-0.115
NP2	.01 (.20)	-.03 (.18)	0.623
Verb	.26 (.31)	.54 (.33)	-2.915

Values are presented as mean (SD).

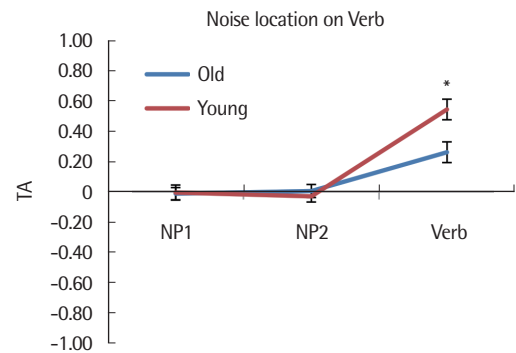
NP = Noun phrase.

한 이차상호작용에 대한 사후검정으로 각 구간마다 연령 집단 간 차이를 알아보기 위해 독립표본 *t*-검정(independent sample *t*-test)을 실시한 결과, 동사 구간에서 연령 집단 간 목표자극 시선선택비율(TA) 차이가 유의한 것으로 나타났다( $t(43) = -2.915, p = .006$ ). 즉, 노년층의 동사 구간에서 평균 목표자극 시선선택비율(TA)이 .26으로 청년층의 해당 구간에 대한 평균 목표자극 시선선택비율(TA)인 .54에 비해 목표자극을 본 비율이 유의하게 낮았다. 그러나 NP1과 NP2 구간에서의 연령 집단 간 차이는 유의하지 않았다. 이에 대한 분석 결과는 Table 8과 Figure 9에 제시하였다.

### 논의 및 결론

노화에 따른 문장처리능력에 대한 연구는 다양하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 (1) 피동문 내 소음위치(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 노년층과 청년층 간 정확도의 차이가 유의한지 알아보고자 하였다. (2) 피동문 내 소음위치(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 노년층과 청년층 간 반응시간의 차이가 유의한지 알아보고자 하였다. (3) 피동문 내 소음위치(여격조사, 동사) 및 작업기억용량(고, 저)에 따라 노년층과 청년층 간 목표자극 시선선택비율(Target Advantage ratio)의 차이가 유의한지 알아보고자 하였다.

본 연구에서 대상자들이 보인 반응정확도 및 반응시간에 대한 결과는 다음과 같다. 반응정확도와 반응시간에서 모두 소음위치, 나이 집단, 작업기억용량에 대한 주효과가 통계적으로 유의하였다. 대상자들은 모두 동사 소음위치에서 더 낮은 수행력을 보인 것으로 드러났다. 이러한 결과는 문장에서 정보전달의 역할을 하는 동사가 생략되었을 때 처리과정이 더 복잡하고 어려울 것이라는 예상과 일치하는 결과이다. 그리고 노년층이 반응정확도와 반응시간에서 청년층에 비해 더 낮은 수행력을 보였다. 노년층이 보인 낮은 반응정확도와 긴 반응시간은 노화로 인하여 낮아진 인지기능이 문장의 의미적 처리와 통사적 처리 시에도 영향을 미친다는 Caplan, Dede, Waters, Michaud와 Tripodis (2011)의 주장에 힘을 실어주는 결과이다. 작업기억용량에 따른 집단에서는 작업기억용량이 낮



**Figure 9.** The two-way interaction between region and age group. TA = Target advantage ratio; NP = Noun phrase.

은 집단이 더 낮은 반응정확도를 보였으며 반응하기까지도 더 오래 걸렸던 것으로 나타났다. 이러한 결과는 작업기억용량이 문장처리 능력과 관계가 있다는 기존의 연구(Just & Carpenter, 1992; Sung, 2015b)와 일치하는 결과이다. 즉, 문장정보를 유지하면서 명사구의 위치 그리고 의미역에 대한 처리를 해야 하는 과정에서 작업기억용량의 차이가 반영된다는 것을 의미한다. 또한, 작업기억용량의 차이가 오프라인 과제에서 보인 것은 작업기억용량이 오프라인 과제 처리과정에 관여한다는 것을 증명하는 결과이다. 또한, 이차상호작용에 대한 결과로는 반응정확도에서 나이 집단과 작업기억용량 집단 간의 이차상호작용이 통계적으로 유의하였다. 이것은 노년층이면서 작업기억용량이 낮은 집단에서 현저히 낮은 수행력을 보인 것에서 기인한 결과이다. 이러한 결과는 노화와 작업기억용량이 문장처리능력에 연관이 있다는 것을 의미한다. 즉, 작업기억용량이 낮지만 노화가 본격적으로 진행되지 않은 청년층 집단에서는 노년층의 낮은 작업기억용량 집단에서 보였던 만큼의 수행력 저하는 보이지 않았다. 이것은 피동문 처리능력에 있어 작업기억용량과 노화 간의 유의한 상관관계를 밝힌 Sung, Yoo, Lee와 Eom (2017)의 연구와도 일치하는 결과였는데, 해당 연구에서는 이러한 결과를 노화로 인하여 감소될 수 있는 피동문 처리능력이 작업기억용량에 의해 영향을 받는 것이라고 보았다. 즉, 이들은 나이가 들수록 작업기억용량이 피동문 처리능력에 미치는 영향이 커지는 것이라고 밝혔다. 또한, 노년층이 생략된 정보가 있는 문장을 듣고 일치하는 그림을 선택하는 과제에서 낮은 정반응률을 보인 것은 의미통합 전략을 효율적으로 사용하지 못하였다는 뜻인데 이러한 수행력 저하가 노화로 인해 감소된 처리자원 때문이라는 Salthouse와 Babcock (1991)의 주장과 일치하는 결과이다. 반응시간에서는 소음위치와 나이 집단 간의 이차상호작용이 유의하였는데, 여격조사 조건에서의 나이 집단 간 반응시간 차이보다 동사 조건에서의 반응시간 차이가 더 컸다. 이것은 더 복잡한 조건일 때 노년층의 저하된 문장처

리능력이 더 두드러짐을 의미한다. 이것은 처리과정이 복잡한 문장에서 청년층이 보이는 수행력 저하보다 노년층의 수행력이 유의하게 낮아진다는 Stine-Morrow, Ryan과 Leonard (2000)의 주장과 일치하는 결과이다.

목표자극 시선선호비율(TA)은 두 소음위치 조건을 구간에 따라 나눠 분석한 결과, 첫 번째로는 조사소음 위치에서 구간과 나이 집단 간의 차이가 통계적으로 유의하였다. 특히, NP1 구간에서 나이 집단 간 차이가 뚜렷하였는데, 청년층의 TA인 .13보다 노년층의 TA가 .02로 집단 간 차이가 유의하게 컸다. TA가 0에 가깝다는 것은 목표그림과 방해그림 중 어느 하나를 집중적으로 본 것이 아니고 두 그림을 무작위로 응시하였다는 것을 의미한다. 이것은 명사구를 주격으로 처리하는 전략이 노화에 따라 약화됨을 밝힌 Sung 등(2019)의 연구결과와 같은 맥락이다. 실험의 매꿈문장(filler)으로 사용된 문장유형이 능동문과 피동문으로 섞여있다는 점에서 NP1 구간만을 들었을 때 대상자들은 해당 문장이 능동문인지 피동문인지 알 수 없다. 그러나 청년층이 방해그림을 목표그림보다 더 많이 응시했다는 것은 처음에 나온 주격을 동작주로 처리한 것을 뜻한다. 하지만 노년층은 두 그림을 번갈아 응시하며 NP1을 동작주로 확실하게 상정하지 않았다. 앞서 설명하였듯이 능동문이 더 익숙한 한국어 화자는 주격까지만 들었을 때 주격을 동작주로 상정하는 것이 일반적인 반응이지만 노년층은 이러한 자연스러운 반응을 보이지 않았음을 의미한다. 이것은 노화로 인하여 주격을 동작주로 처리하는 전략이 약화된 것으로 해석될 수 있는데 이러한 전략의 약화는 문장처리 시 영향을 주는 인지용량이 노화로 인하여 줄어든 것에 대한 결과이다(Caplan & Waters, 2005; Caplan et al., 2011; Waters & Caplan, 2001). 실제로 Figure 7을 보면 알 수 있듯이 청년층은 NP1 구간 이후로 안정적으로 목표그림으로 시선 응시가 옮겨간다. 하지만 노년층은 동사구간으로 갈수록 방해그림을 더 응시하는 결과를 보여주었다. 이것은 모호한 문장에서 노년층이 청년층에 비해 더 혼동을 겪는다는 Sung 등(2019)의 주장과 일치하는 결과이다. 두 번째로 동사 소음위치 조건에서는 구간의 주효과가 통계적으로 유의하였다. Verb 구간에서의 TA가 NP1과 NP2 구간에서의 TA와 유의하게 차이가 났는데, 두 집단 모두 앞의 두 구간에서 보다 Verb 구간에서 목표그림을 더 많이 응시한 것으로부터 기인한 결과였다. 또한, 구간과 나이 집단 사이의 이차상호작용이 통계적으로 유의하였는데 Verb 구간에서 청년층이 노년층보다 목표그림을 유의하게 더 응시하였다. 한국어에서 동사 구간은 앞에 나온 문장성분들을 의미적으로 통합하고 문장을 완성시키는 구간이다(Nam, 2004). 이러한 구간에서 노년층이 청년층보다 목표그림을 유의하게 덜 보았다는 것은 문장처리 시 성분 간의 의미를

통합하고 처리하는 능력이 청년층에 비해 약화되었음을 의미한다. 이것은 Salthouse (1990)의 관점에서 보면 노년층의 제한된 처리자원의 용량으로 인하여 문장을 처리하는 과정에서 청년층에 비해 비효율적인 의미통합 전략을 사용한 것에 대한 결과로 해석될 수 있다.

본 연구에 대한 종합적 논의는 다음과 같다. 피동문 내 소음위치 및 작업기억용량에 따른 나이 집단 간의 문장처리능력을 오프라인(offline) 과제와 실시간 처리로 알아본 결과, 오프라인 과제인 반응 정확도와 반응시간에서의 결과와 실시간 처리에서 보여준 결과가 달랐다. 오프라인 과제에서는 작업기억용량과 노화에 따른 영향이 확연하게 드러났지만 실시간 처리에서는 작업기억용량에 따른 수행력 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 앞에서 언급한 Waters와 Caplan (2001)의 문장의 실시간 처리에서는 오프라인 과제에서 필요한 작업기억능력의 개입이 최소화된다는 개별자원이론(separate resource theory)과 일치한다. 문장을 실시간으로 처리할 때는 고차원적인 인지기능에 관여하는 작업기억능력이 사용되지 않고 자동처리(automatic processing)에 기반하는 것으로 이해될 수 있다. 작업기억용량이 실시간 처리에 영향을 주지 않은 반면, 노화에 따른 영향은 분명하게 관찰되었는데 특히 문장의 정보들을 통합하는 구간(Nam, 2004)이 소음으로 대체될 때, 노년층이 청년층에 비해 유의하게 목표그림 응시비율이 감소하였다. 반응정확도와 반응시간의 결과를 보면 조사 소음위치 문장보다 동사 소음위치 문장이 더 난이도가 높은 조건임을 알 수 있는데, 노년층은 처리과정이 더 어렵고 복잡한 동사 소음위치 조건에서 목표그림에 더 집중하지 못하였다.

본 연구는 동사 후 치어이면서 조사 기능이 발달한 한국어 특징에 기반하여 문장성분이 생략된 모호한 문장을 처리할 때 노년층이 작업기억용량에 따라 보이는 수행력에 대하여 알아보았다. 노년층이 본 연구에서 보인 문장처리능력의 저하는 문장처리 과정을 통하여 노화에 따른 인지기능 저하가 있는지 판별 및 진단하는 데 기준으로 삼을 수 있는 자료를 마련하였다는 점에서 의의가 있다. 더불어 단순히 노년층의 문장처리능력에 대하여 알아본 것에서 그치지 않고 문장처리능력과 작업기억용량과의 관계에 대하여 살펴 보았으므로 언어와 인지기능의 연관성을 밝히는 데 기여가 될 수 있다. 또한, 시선추적이라는 실시간처리 기법을 사용하여 오프라인 과제로는 관찰할 수 없는 문장처리 과정에 대하여 알아본 것의 의의가 있다. 나아가 경도인지장애(mild cognitive impairment) 혹은 치매(dementia)와 같은 인지기능에 장애를 겪고 있는 환자군과 정상 인지기능을 가진 노년층 간의 문장처리 과정을 살펴보는 연구에 대한 선행연구가 될 수 있다는 점에서도 의의가 있다. 하지만 본

연구는 서울 및 경기도 지방에 거주하는 대상자만을 모집하여 실험을 진행하였다. 그리하여 다양한 지역별 모집단 특징을 반영하는 데는 한계가 있었으며, 노년층의 연령이 비교적 낮은 편(평균 63세)인 점과 청년층과의 비교를 위해 교육년수 통제로 인해 비교적 높은 교육년수를 지닌 노년층이 본 연구에 참여하였다는 점을 한계점으로 지적할 수 있다. 또한, 총 45명의 대상자 중 남자 대상자가 10명으로 성비를 균등하게 맞추지 못하였으므로 연구결과를 남녀 모두에게 일반화하기에는 한계가 있다. 마지막으로, 작업기억용량에 따른 집단을 구분하는 데 보다 다양한 과제가 시도될 필요가 있으며, 집단 구분에 대한 기준 또한 노년층 및 청각적 문장처리 관련 요인을 반영한 다양한 후속연구가 필요한 실정이다. 따라서, 후속 연구에서는 작업기억용량과제 다양화, 노년층의 연령 및 교육년수 다양화 등을 고려하여 연구를 확장할 필요가 있으며, 정반응만을 분석한 본 연구에서 더 나아가 오반응에 대해 연구한다면 임상적 의미를 더 가질 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- Altmann, G. T. M., & Kamide, Y. (2004). *Now you see it, now you don't: mediating the mapping between language and the visual world*. In J. M. Henderson & F. Ferreira (Eds.), *The interface of language, vision, and action: Eye movements and the visual world* (pp. 347-386). New York: Psychology Press.
- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders, 41*(6), 675-693.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory. *Trends in Cognitive Sciences, 4*(11), 417-423.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). *Working memory*. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Bader, M. (1997). Syntactic and morphological contributions to processing subject-object ambiguities. *Manuscript submitted for publication*.
- Bavin, E. L., Wilson, P. H., Maruff, P., & Sleeman, F. (2005). Spatio-visual memory of children with specific language impairment: evidence for generalized processing problems. *International Journal of Language & Communication Disorders, 40*(3), 319-332.
- Caplan D., Dede, G., Waters, G., Michaud, J., & Tripodis, Y. (2011). Effects of age, speed of processing, and working memory comprehension of sentences with relative clauses. *Psychology and Aging, 26*(2), 439-450.
- Caplan, D., & Waters, G. (2005). The relationship between age, processing speed, working memory capacity, and language comprehension. *Memory, 13*(3-4), 403-413.
- Choi, S. K., & Sung, J. E. (2019). Age-related decline in storage and processing components of working memory: an eye-tracking study. *Communication Sciences & Disorders, 24*(1), 205-219.
- Choy, J. J., & Thompson, C. K. (2005). Online comprehension of anaphor and pronoun constructions in Broca's aphasia: evidence from eyetracking. *Brain and Language, 95*(1), 119-120.
- Christensen, K. J., Multhaup, K. S., Nordstrom, S., & Voss, K. (1991). A cognitive battery for dementia: development and measurement characteristics. *Psychological Assessment: A Journal of Consulting and Clinical Psychology, 3*(2), 168.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., ... & Morse, P. A. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: recommendations for clinical practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 81*(12), 1596-1615.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review, 3*(4), 422-433.
- Dickey, M. W., Choy, J. J., & Thompson, C. K. (2007). Real-time comprehension of wh-movement in aphasia: evidence from eyetracking while listening. *Brain and Language, 100*(1), 1-22.
- Dickey, M. W., & Thompson, C. K. (2009). Automatic processing of wh-and NP-movement in agrammatic aphasia: evidence from eyetracking. *Journal of Neurolinguistics, 22*(6), 563-583.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). Phonological working memory: a critical building block for reading development and vocabulary acquisition?. *European Journal of Psychology of Education, 8*(3), 259-272.
- Gerrie, M. P., & Garry, M. (2007). Individual differences in working memory capacity affect false memories for missing aspects of events. *Memory, 15*(5), 561-571.
- Griffin, Z. M. (2004). The eyes are right when the mouth is wrong. *Psychological Science, 15*(12), 814-821.
- Grober, E., & Bang, S. (1995). Sentence comprehension in Alzheimer's disease. *Developmental Neuropsychology, 11*(1), 95-107.
- Hallowell, B., Wertz, R. T., & Kruse, H. (2002). Using eye movement responses to index auditory comprehension: an adaptation of the Revised Token Test. *Aphasiology, 16*(4-6), 587-594.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., &

- Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: a comprehensive guide to methods and measures*. OUP Oxford, Croydon, UK.
- Humes, L. (2020). What is “normal hearing” for older adults and can “normal-hearing older adults” benefit from hearing care intervention? The complexity surrounding definitions of hearing loss and accessibility. *Hearing Review*, 27(7), 12-18.
- Hwang, S. H., & Sung, J. E. (2019). Age-related differences in the predictable of verb-thematic roles: an eye-tracking study. *Communication Sciences & Disorders*, 24(3), 447-459.
- Joo, Y., & Jang, H. (2009). Effects of frequency range and degree of hearing loss on word recognition in elderly listeners. *Audiology and Speech Research*, 5(1), 36-41.
- Jung, I. K., Kwak, D. I., Joe, S. H., & Lee, H. S. (1997). A study of standardization of Korean form of geriatric depression scale (KGDS). *Journal of Korean Geriatric Psychiatry*, 1(1), 61-72.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- Kang, Y. W. (2006). A normative study of the Korean-Mini Mental State Examination (K-MMSE) in the elderly. *Journal of Korean Psychology*, 25(2), 1-12.
- Kang, Y. U., Jang, S. M., & Na, D. L. (2012). *Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB-II)*. Seoul: Human Brain Research & Consulting Co.
- Kim, S., Jung, J., Park, J., & Nam, K. (2019). A study on the influence exerted on subtitle locations in videos by the deterioration of working memory ability due to aging. *Science of Emotion and Sensibility*, 22(4), 31-44.
- Kwon, J. (2009). *The Korean syntax*. Seoul: Mineumsa.
- Kwon, N., & Polinsky, M. (2006). Subject preference in Korean. *Proceedings of the 25th West Coast Conference on Formal Linguistics*, 1-14.
- Lee, H. W., Kim, S. K., Lee, K. E., Chung, E. J., & Park, J. Y. (2012). The age-related changes in cognitive function. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 24(2), 127-148.
- Meyer, A. (2004). *The use of eye tracking in studies of sentence generation*. In J. M. Henderson & F. Ferreira (Eds.), *The interface of language, vision, and action* (pp. 191-211). New York: Psychology Press.
- Meyer, A. M., Mack, J. E., & Thompson, C. K. (2011). Tracking passive sentence comprehension in agrammatic aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 25(1), 31-43.
- Nam, K. (2004). *The modern Korean syntax*. Seoul: Taehaksa.
- Rochon, E., Waters, G. S., & Caplan, D. (1994). Sentence comprehension in patients with Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 46(2), 329-349.
- Salthouse, T. A., & Babcock, R. L. (1991). Decomposing adult age differences in working memory. *Developmental Psychology*, 27(5), 763.
- Salthouse, T. A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 10(1), 101-124.
- Small, J. A., Kemper, S., & Lyons, K. (1997). Sentence comprehension in Alzheimer's disease: effects of grammatical complexity, speech rate, and repetition. *Psychology and Aging*, 12(1), 3-11.
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1996). The relationship between articulation time and memory performance in verbal and visuospatial tasks. *British Journal of Psychology*, 87(2), 179-191.
- Sohn, H. M. (2001). *The Korean language*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Stine-Morrow, E. A. L., Ryan, S., & Leonard, J. S. (2000). Age differences in on-line syntactic processing. *Experimental Aging Research*, 26(4), 315-322.
- Sung, J. E. (2011). The reliability and validity of short-term and working memory pointing tasks developed for clinical populations with speech and language disorders. *Korean Journal of Communication Disorders*, 16(2), 185-201.
- Sung, J. E. (2015a). Age-related changes in sentence production abilities and their relation to working-memory capacity: evidence from a verb-final language. *PloS One*, 10(4), e0119424.
- Sung, J. E. (2015b). Effects of syntactic structure on sentence comprehension ability as a function of the canonicity of word-order and its relation to working memory capacity in Korean-speaking elderly adults. *Communication Sciences & Disorders*, 20(1), 24-33.
- Sung, J. E. (2017). Age-related decline in case-marker processing and its relation to working memory capacity. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 72(5), 813-820.
- Sung, J. E., Choi, S., Eom, B., Yoo, J. K., & Jeong, J. H. (2020). Syntactic complexity as a linguistic marker to differentiate mild cognitive impairment from normal aging. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(5), 1416-1429.
- Sung, J. E., Lee, S., & Eom, B. (2019). Aging-related differences in the resolution of ambiguity from case marker deletions in a verb-final language. *Communication Sciences & Disorders*, 24(3), 695-706.
- Sung, J. E., Yoo, J. K., Lee, S. E., & Eom, B. (2017). Effects of age, working memory, and word order on passive-sentence comprehension: evidence from a verb-final language. *International Psychogeriatrics*, 29(6), 939-948.
- Tanenhaus, M. K., Magnuson, J. S., Dahan, D., & Chambers, C. (2000). Eye

- movements and lexical access in spoken-language comprehension: evaluating a linking hypothesis between fixations and linguistic processing. *Journal of Psycholinguistic Research*, 29(6), 557-580.
- Waters, G. S., & Caplan, D. (1996). The capacity theory of sentence comprehension: Critique of Just and Carpenter (1992). *Psychological Review*, 103, 761-772.
- Waters, G. S., & Caplan, D. (2001). Age, working memory, and on-line syntactic processing in sentence comprehension. *Psychology and Aging*, 16(1), 128.
- Yeom, T. H., Park, Y. S., Oh, K. J., Kim, J. K., & Lee, Y. H. (2000). *Korean Wechsler Adult Intelligence Scale (K-WAIS)*. Seoul: Guidance Korea.

## 국문초록

### 작업기억용량 및 피동문 내 소음위치가 노년층 청각적 문장처리에 미치는 영향: 시선추적연구

손민정<sup>1</sup> · 오승하<sup>2</sup> · 경정숙<sup>3</sup> · 성지은<sup>1</sup>

<sup>1</sup>이화여자대학교 대학원 언어병리학과, <sup>2</sup>서울대학교 의과대학 이비인후과, <sup>3</sup>한림국제대학원대학교 청각언어치료학과

**배경 및 목적:** 본 연구는 시선추적을 통하여 노화와 작업기억용량에 따른 불완전 피동문 처리 능력을 알아보고자 한다. **방법:** 노년층 21명과 청년층 24명으로 총 45명이 연구에 참여하였다. 피동문 처리과제는 제시되는 두 그림 중 여격조사 혹은 동사가 백색소음으로 대체된 문장을 듣고 문장과 일치하는 그림을 선택하는 것이며 문제를 푸는 동안 시선추적이 이뤄진다. 분석은 반응정확도, 반응시간, 목표자극 시선선호비율(TA)을 사용하였다. **결과:** 반응정확도와 반응시간에서 모두 노년층과 낮은 작업기억용량 집단이 더 낮은 수행력을 보였으며, 동사 소음위치 조건에서 모든 대상자의 수행력이 더 낮았다. 반응정확도에서 노년층이면서 작업기억용량이 낮은 집단의 수행력이 유의하게 낮았으며, 반응시간에서는 동사 소음위치 조건에서 노년층의 수행력이 유의하게 낮았다. 구간에 따른 TA 결과, 여격조사 소음위치 조건의 첫 어절에서 노년층의 TA가 유의하게 높았으며, 동사 소음위치 조건에서는 마지막 어절에서 청년층의 TA가 유의하게 높았다. **논의 및 결론:** 반응정확도와 반응시간에서 노화와 작업기억용량에 따른 피동문 처리능력 저하 양상이 뚜렷하였으며, 노년층은 청년층에 비하여 더 어려운 조건에서 문장처리능력이 더 감소하였으며, 노화로 인한 문장처리능력 저하가 작업기억용량에 많은 영향을 받았다. 하지만 실시간 처리에서는 노화에 따른 차이점만을 보였고 작업기억용량에 따른 차이는 반영되지 않았다. 이는 실시간 처리는 반응정확도와 반응시간과 같은 오프라인 처리와는 달리 작업기억의 개입이 적다는 것을 의미한다.

**핵심어:** 노화, 피동문 처리, 작업기억, 시선추적, 소음 위치

본 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 창의형 융합연구사업(No. CAP21051-000)의 지원을 받아 수행되었음.

## 참고문헌

- 강연옥 (2006). K-MMSE (Korean-mini mental state examination)의 노인 기준 연구. *한국심리학회지: 일반*, 25(2), 1-12.
- 강연옥, 장승민, 나덕렬 (2012). *서울신경심리검사 2판*. 서울: 휴브알엔씨.
- 권재일 (2009). *한국어 통사론*. 서울: 민음사.
- 김상엽, 정재범, 박장호, 남기춘 (2019). 노화에 따른 작업기억능력의 저하에 영향을 받는 영상 속 자막인식위치 연구. *감성과학*, 22(4), 31-44.
- 남기심 (2004). *현대국어통사론*. 서울: 태학사.
- 성지은 (2015b). 한국어 어순 구법성과문장유형이 노년층 문장이해능력에 미치는 영향 및 작업기억용량과의 관계. *Communication Sciences & Disorders*, 20(1), 24-33.
- 성지은 (2011). 말언어장애군의 단기기억 및 작업기억용량 측정을 위한 지시하기과제 개발 예비 연구: 재검사 신뢰도 및 타당도. *언어청각장애연구*, 16(2), 185-201.
- 성지은, 이승훈, 엄보라 (2019). 동사후치어에서 형태론적 중의문 해결 과정이 노화에 미치는 영향. *Communication Sciences & Disorders*, 24(3), 695-706.
- 염태호, 박영숙, 오경자, 김정규, 이영호 (2000). *한국판 성인용 웨슬러 지능검사(K-WAIS)*. 서울: 한국가이던스.
- 이혜원, 김선경, 이고은, 정유진, 박지운 (2012). 연령에 따른 인지 변화 양상. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 24(2), 127-148.
- 정인교, 광동일, 조숙행, 이현수 (1997). 한국형 노인우울검사 (Korean form of Geriatric Depression Scale; KGDS) 표준화 연구. *노인정신의학*, 1(1), 61-72.
- 주연미, 장현숙 (2009). 노인성 난청의 청력손실 정도에 따른 어음인지능력. *Audiology and Speech Research*, 5(1), 36-41.

최서경, 성지은 (2019). 시선추적을 활용한 청년층과 노년층의 작업기억의 저장 및 처리기능 연구. *Communication Sciences & Disorders*, 24(1), 205-219.

황상흠, 성지은 (2019). 시선추적을 활용한 동사의 의미역 예측 정도가 노년층 의미역 처리에 미치는 영향. *Communication Sciences & Disorders*, 24(2), 447-459.

---

## ORCID

손민정(제1저자, 대학원생 <https://orcid.org/0000-0003-3472-8633>); 오승하(공동저자, 교수 <https://orcid.org/0000-0003-1284-5070>);  
경정숙(공동저자, 교수 <https://orcid.org/0000-0003-0798-0059>); 성지은(교신저자, 교수 <https://orcid.org/0000-0002-1734-0058>)