



## 단기종단연구를 통한 아동의 언어능력 예측요인 탐색연구: 작업기억을 중심으로

### A Short-term Longitudinal Study on Exploring Predictors of Children's Language Abilities: Focusing on Working Memory

임동선<sup>1\*</sup>, 한지윤<sup>2</sup>, 강다은<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> 이화여자대학교 언어병리학과 교수
- <sup>2</sup> 이화여자대학교 일반대학원 언어병리학과 박사수료
- <sup>3</sup> 이화여자대학교 일반대학원 언어병리학과 석사과정

Dong Sun Yim<sup>1\*</sup>, Ji Yun Han<sup>2</sup>, Da Eun Kang<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Dept. of Communication Disorders, Ewha Womans University, Professor
- <sup>2</sup> Major in Communication Disorders, Graduate School, Ewha Womans University, Doctor Course Completion
- <sup>3</sup> Major in Communication Disorders, Graduate School, Ewha Womans University, Master's Student

**Purpose:** The purpose of the present study was to investigate the developmental association of working memory (WM) and language in children at the age of four and five. **Methods:** The current study is part of a longitudinal study in which 16 children participated at the ages of four (T1) and five (T2). There was about a ten-month gap between T1 and T2. All children were typically developing children who have performance IQ above 85 with no issues of neurological deficits. In order to measure language abilities, children performed Receptive and Expressive Vocabulary Test (REVT), Preschool Receptive-Expressive Language Scale (PRES), grammaticality judgement task, and phonological awareness task. WM was measured using with non-word repetition (NWR), digit span, and matrix tasks. Before conducting statistical analysis, language composite scores were calculated based on Z-scores of all language skill measures. Correlation analysis and hierarchical regression analysis were conducted to find the association between language and WM at T1 and T2. **Results:** The results showed that T1 language scores correlated with Matrix, and T2 language scores correlated with Matrix and NWR. Different WM tasks predicted T1 and T2 language scores. **Conclusions:** Taking all results together, we concluded that acquired knowledge of language and WM are both significant factors that explain children's language development at 10 month follow up. Thus, speech language pathologists should concern children's WM profile at different ages when planning language intervention.

**Correspondence :** Dongsun Yim, PhD  
**E-mail :** sunyim@ewha.ac.kr

**Received :** February 28, 2020  
**Revision revised :** March 26, 2020  
**Accepted :** April 27, 2020

This work was supported by the Ministry of Science and ICT of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019R1A2C1007488).

This work was previously presented at the annual American Speech-Language Hearing Association convention in 2019.

**Keywords :** Short-term longitudinal study, language ability, working memory, predictors

**목적:** 본 연구는 작업기억과 언어능력 간의 발달적 관계를 살펴보고자 하였다. **방법:** 본 연구는 동일한 연구 대상자에 대하여 총 두 시점에서 자료를 수집하였다. 취학 전 아동 총 16명을 대상으로 하였으며, 첫 번째 데이터(T1)는 대상자가 만 4세 경일 때 수집되었고, 두 번째 데이터(T2)는 첫 번째 데이터 수집 10개월 후 아동이 만 5세에 진입하였을 때 수집하였다. 아동은 동작성 지능 85 이상이고 부모 및 교사 보고에 의해 신경학적 결함이 없는 아동으로 하였으며, 언어능력을 측정하기 위하여 수용·표현어휘력검사(REVT), 취학 전 아동의 수용어 및 표현 언어 척도(PRES), 문법성 판단 과제, 음운 인식 과제를 실시하였다. 그리고 작업기억의 하위요인인 음운루프와 시공간 잡기장을 측정하기 위하여 비단어 따라 말하기 과제, 숫자 폭 기억하기 과제, 그리고 매트릭스 과제를 실시하였다. 통계분석을 실시하기에 앞서, 종합적인 언어능력에 대한 지표를 산출하기 위해 각 언어점수의 Z score를 산출하고 합산하여 시기별 언어 종합점수를 산출하였다. 작업기억과 언어능력이 시간이 지남에 따라 발달하는지 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였으며, 상관분석과 위계적 회귀분석을 통해 T1에 측정된 작업기억 점수와 T1, T2의 언어 종합점수 간 관계를 살펴보았다. **결과:** T1 언어 종합점수는 작업기억의 매트릭스와 유의한 상관이 있었고, T2의 언어 종합점수는 비단어 따라 말하기와 매트릭스와 유의한 상관이 있었다. 위계적 회귀분석 결과 시기별 언어 종합점수를 유의하게 예측해주는 요인이 상이하였다. **결론:** 결과를 종합하면, 내재된 언어지식과 더불어 작업기억이 아동의 언어발달을 유의하게 설명해주며, 아동의 처리능력을 고려하여 중재를 계획할 것을 제안한다.

**교신저자 :** 임동선(이화여자대학교)  
**전자메일 :** sunyim@ewha.ac.kr

**게재신청일 :** 2020. 02. 28  
**수정제출일 :** 2020. 03. 26  
**게재확정일 :** 2020. 04. 27

이 연구는 2019년 대한민국 과학기술정보통신부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019R1A2C1007488).

이 연구는 2019년 미국 American Speech-Language Hearing Association 학회에서 발표한 내용을 바탕으로 함.

**검색어 :** 단기종단연구, 언어능력, 작업기억, 예측요인

## 1. 서 론

아동의 언어발달을 예측하는 것은 정상언어발달을 하는 아동뿐만 아니라 특히 언어장애 아동에게 있어서 매우 중요하다. 언어는 매우 복잡한 체계로 구성되어 있기 때문에(Bel-Enguix & Jiménez-López, 2010) 정상적으로 발달하기 위해서는 끊임없이 유입되는 정보를 처리할 수 있는 능력이 필요하다(Yim et al., 2015a; 2015b). 따라서 언어정보처리에 어떠한 기저의 처리능력들이 작용하는지 이해하고 언어능력 간의 관계를 살펴보는 시도가 계속되고 있으며(Cain et al., 2004; Kapa & Colombo, 2014; Weiland et al., 2014; Yang & Yim, 2018), 이러한 결과는 언어장애 아동의 결핍된 언어능력을 도울 수 있는 방안을 마련하는데 바탕이 될 것이다. 이에 본 연구는 언어 정보처리 기제인 작업기억과 언어능력 간의 발달적 관계를 살펴보기 위해 만 4세의 작업기억이 현재 및 후기 언어능력을 어떻게 예측하는지 탐색하고, 예측정도가 시기별로 다르게 나타나는지 살펴보고자 한다.

현재 언어발달 처리 기제로서 활발히 연구되는 대상으로 작업기억이 있다(Baddeley & Hitch, 1974). 작업기억은 정보처리를 위해 일시적으로 정보를 저장하는 곳으로, 현재 유입되는 정보를 취급하는 작업 공간이다. 정보의 저장과 처리가 동시에 일어나는 능동적인 기억(active memory)이며 이는 정보의 저장에 국한된 수동적인 기억체계인 단기기억과는 구분된다(Daneman & Carpenter, 1980).

이러한 작업기억은 언어의 음운정보를 처리하는 음운루프와 시·공간적 정보를 처리하는 시·공간 잡기장으로 구성되어 있다. 많은 연구들은 언어가 발달하기 위해서는 외부의 말소리를 구성하는 음운정보를 기억하는 것이 중요하다고 보고하며 이것이 새로운 어휘 습득(Baddeley et al., 1998; Oh & Yim, 2013; Yang et al., 2014)에 근간이 되고 더 나아가 구문 습득(Speidel, 1993), 읽기(Gathercole & Baddeley, 1993)와 같은 상위 언어 지식 습득에도 관여한다고 하였다. 이에, 선행연구 결과를 바탕으로 작업기억의 음운정보 처리 기제인 음운루프는 언어영역에서 특정하게 취약함을 보이는 단순언어장애(SLI) 아동의 선정기준으로도 사용되며(Leonard, 1991) 언어발달에서 중요한 기제로 각광받고 있다. 작업기억의 음운루프를 측정하는 과제로는 숫자 폭 기억하기 과제와 비단어 따라 말하기 과제가 주로 사용된다. 숫자 폭 기억하기 과제는 사전지식을 사용할 수 있으며 과제 수행을 위해서 용량에 더 의존해야 하는 반면, 비단어 따라 말하기 과제는 순수하게 음운루프를 측정하는 과제로, 과제 수행 시 사전지식을 사용할 수 없기 때문에 음운부호화 능력과 용량에 모두 의존하여 수행하는 과제이다(Gathercole, 1997).

반면, 언어발달과 관련지어 시·공간적 정보처리를 담당하는 시·공간 잡기장의 역할에 대한 연구는 음운루프와 비교하였을 때 제한적이다. 최적의 언어발달을 위해서는 언어 및 비언어 정보처리 기저의 효율적인 처리 속도, 처리 용량과 같은 인지능력이 필요하다는 점을 고려할 때(Miller et al., 2001), 언어발달에 관여하는 시공간 잡기장의 역할을 살펴보는 것은 매우 중요하다. 특히 아동은 성인이 언급하는 새로운 어휘와 그에 해당하는 참조물 간의 빠른 연결을 통해 아동은 어휘를 자연스럽게 습득하며(Carey & Bartlett, 1978) 책읽기 상황에서 성인이 제공한 언어모델과 그

에 부합하는 책의 삽화 간 연결을 통해 어휘를 습득하고, 이야기 이해에 도움을 받는다(Takacs & Bus, 2018)는 연구 결과가 이러한 주장을 뒷받침하는 것으로 나타났다. 또한 최근 아이트래킹 기기를 도입하여 실시간 시각정보 처리와 언어 간의 관계를 살펴본 연구에서도 삽화의 크기, 한 페이지 내 삽화의 복잡도 등이 아동의 언어 이해능력에 영향을 미치는 요인으로 나타나 언어처리 과정에서 시각정보 처리 기제의 중요성을 뒷받침하는 근거를 제시하였다(Yim et al., 2019). 따라서 어휘습득에 시각정보 처리능력은 필수적일 수 있으며, 아동의 음운정보 처리능력뿐만 아니라 광범위한 시·공간정보 처리능력도 언어능력에 관여할 수 있다는 주장을 뒷받침할 경험적 근거를 마련해야 한다.

아동의 언어능력은 연령이 증가하면서 향상되는데 이는 빨라진 정보처리 속도(Miller & Vernon, 1997)와 장기기억에서 기억을 인출하는 능력의 변화(Kail, 1988)로 설명할 수 있다. 이러한 변화는 연령이 높아지면서 정보처리 연습 경험이 쌓이고, 효율적으로 정보를 처리하는 책략이 생기기 때문이다(Choi, 2007). 이에 연령이 높아지며 수용 및 표현어휘 수는 유의하게 증가하는데(Ganger & Brent, 2004), 어휘를 빠르게 습득할 수 있도록 정보를 조직하는 능력(Jones, 2012), 한 번에 기억할 수 있는 음운정보 용량 등이 연령이 높아지며 가속화된다고 볼 수 있다(Gathercole, 1998). 또한 음운인식 능력 역시 연령이 높아지며 향상되는데, 이는 말소리의 음운정보를 분절하지 못하고 하나의 큰 덩어리로 처리하던 미숙한 정보 처리자에서 연령이 높아질수록 주어진 음운정보의 초분절적 요소까지 기억하고 조작할 수 있는 능숙한 음운정보 처리자로 발전하기 때문이다(Hong et al., 2002; Olofsson & Niedersøe, 1999). 마지막으로 문장의 문법적 요소를 파악하여 문법적 진위 여부를 판단해야 하는 문법성 판단능력 역시 연령이 높아지며 향상된다(Gombert, 1997). 아동이 문법적인 문장과 비문법적인 문장을 구분하기 위해서는 문법 지식과 더불어 아동의 메타언어능력(metalinguistic skills)도 필요한데, 이러한 메타언어능력은 연령이 높을수록 월등하다(Sutter & Johnson, 1990). 그리고 이러한 상위 언어능력을 사용하기 위해서는 작업기억과 같은 처리 기제 및 인지능력의 역할이 매우 중요하다.

만 4세부터 만 14세가 되기까지 기억용량은 계속 증가하는데 만 4세에서 8세까지는 급격한 속도로 증가하지만, 11세 이후부터는 점진적 발달을 보인다(Gathercole & Baddeley, 1993). 이에 빠른 속도로 기억체계가 발달하는 만 4세, 5세 연령대를 목표로 하여 작업기억과 언어능력의 관계를 살펴볼 필요가 있다.

그러나 현재까지 연령별 언어능력과 작업기억 간의 관계를 횡단적으로 살펴본 연구는 많이 있었던 반면(Adams & Gathercole, 1995; Kim et al., 2019; Yim & Han, 2019), 실제 종단 자료를 통해 작업기억이 언어발달에 기여하는 바를 살펴본 연구는 드물다. 최근 Vugs 등(2017)은 작업기억과 언어능력 간 방향성을 확인하기 위해 만 4~5세 아동의 작업기억과 언어능력이 3년 뒤인 7~8세 때 변화하는 양상을 살펴보는 종단연구를 실시하였다. 그 결과 아동의 연령이 높아짐에 따라 진전된 언어능력을 구사하는 데 있어 아동의 내재화된 언어지식과 경험이 중요하며, 작업기억의 음운 및 시공간 처리 용량이 부가적으로 언어발달을 가능하게 한다는 결과를 도출하였다. 이에 경험적 근거를 더 마련하여 작업기억과 언어

능력의 발달적 관계를 살펴보려는 시도가 더 필요하다.

이에 본 연구에서는 아동의 언어발달과 작업기억 간의 관계를 두 시점에서 살펴보고자 하였다. 10개월 간격으로 동일한 아동을 대상으로 언어 및 작업기억에 대한 자료를 수집하여 시기별 상관을 살펴봄으로써 언어능력과 작업기억 간 관계를 검토하였다. 그리고 아동기의 시기별 언어능력은 상이하며, 처리하는 언어정보 수준에 따라 요구되는 작업기억 용량이 다를 것으로 예상하여 각 시기별 언어능력을 예측하는 작업기억 요인에 대해 검토하고자 하였다. 이를 위한 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

첫째, 연령이 높아짐에 따라 언어능력과 작업기억이 유의하게 향상되는가?

둘째, 시기별(만 4세, 만 5세) 언어능력과 만 4세 작업기억 하위요소 간 상관은 어떠한가?

셋째, 만 4세의 언어를 유의하게 설명해주는 만 4세의 작업기억요인은 무엇인가?

넷째, 만 5세의 언어를 예측할 수 있는 만 4세의 작업기억요인은 무엇인가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 이화여자대학교 생명윤리위원회(institutional review board: IRB)로부터 사전승인을 받은 후 실시되었다(No.: 142-13). 본 연구에서는 동일한 아동을 대상으로 두 시점에 걸쳐 자료를 수집하였다. 첫 번째 시기(T1)에는 서울, 경기 지역의 만 4세 아동 16명을 대상으로 하였고, 동일한 아동이 약 10개월 후 두 번째 시기(T2)에 만 5세에 진입한 시점에서 다시 연구에 참여하였다. 대상 아동은 모두 한국 카우프만 아동용 지능검사(Korean Kaufman Assessment Battery for Children: K-ABC, Moon & Byun, 2003)에서 (1)동작성 지능 표준점수가 85점(-1SD) 이상인 아동으로 (2)부모 및 교사로부터 시각, 청각, 신체, 정서 및 기타 문제가 없다고 보고된 아동이었다. 대상 아동의 평균 연령과 동작성 지능 표준점수는 표 1에 제시하였다.

표 1. 연구대상 정보

Table 1. Participants' information

Category	T1 (N=16)		T2 (N=16)	
	M	SD	M	SD
Age (month)	57.6	8.0	67.1	7.9
K-ABC <sup>a</sup>	103.7	13.3	105.4	13.2

<sup>a</sup> Korean Kaufman Assessment Battery for Children (Moon & Byun, 2003).

표 1에 제시한대로, T1에 참여한 아동 집단의 평균 생활연령은 57.6개월( $SD=8.0$ ), T2에 참여한 아동 집단의 평균 생활연령은 67.1개월( $SD=7.9$ )이었다. T1에 참여한 아동 집단의 동작성 지능 평균 표준점수는 103.7점( $SD=13.3$ ), T2에 참여한 아동 집단의 동작성 지능 평균 표준점수는 105.4점( $SD=13.2$ )이었다.

### 2. 검사도구

#### 1) 작업기억

작업기억은 비단어 따라 말하기 과제, 숫자 폭 기억하기 과제, 그리고 매트릭스 과제로 측정하였다.

##### (1) 비단어 따라 말하기

작업기억의 음운루프를 측정하기 위해 기존 비단어 따라 말하기 과제(Yang et al., 2014)의 20문항 중에서 15개의 문항을 선정하여 재구성한 Yim과 Han(2019)의 과제를 사용하였다. 아동은 음성 파일을 통해 제시된 비단어를 듣고 기억하여 즉시 따라 말해야 한다. 비단어는 2음절부터 6음절까지 음절마다 3문항씩 제시되어 음절의 길이는 점차 증가하며, 총 15문항으로 구성되어 있다.

##### (2) 숫자 폭 기억하기

작업기억의 음운루프를 측정하기 위해 숫자 폭 기억하기 과제(Yim et al., 2015b)를 실시하였다. 음성 파일을 통해 '1'에서 '9'까지의 숫자들이 무작위로 제시되면, 아동은 제시된 숫자의 순서를 기억하여 따라 말해야 한다. 숫자는 2개부터 7개까지 숫자마다 2문항씩 제시되어 기억폭은 점차 증가하며, 총 12문항으로 구성되어 있다.

##### (3) 매트릭스

작업기억의 시·공간 잡기장을 측정하기 위해 매트릭스 과제(Yim et al., 2015a)를 난이도에 맞게 재구성한 Yim과 Han(2019) 과제를 실시하였다. 컴퓨터 화면에 제시된 3×3 검정색 매트릭스에 주황색 불이 500ms 간격으로 한 개씩 점등되면, 아동은 점등되는 순서를 기억하여 손으로 칸을 짚어야 한다. 칸은 2개부터 5개까지 점등되어 기억폭은 점차 증가하며, 2~3개 칸은 각 4문항, 4~5개의 칸은 각 5문항씩 제시되어 총 18문항으로 구성되어 있다.

#### 2) 언어능력

언어능력은 수용·표현어휘력검사(Receptive and Expressive Vocabulary Test: REVT, Kim et al., 2009), 취학 전 아동의 수용언어 및 표현 언어 척도(Preschool Receptive-Expressive Language Scal: PRES, Kim et al., 2003), 문법성 판단 과제, 그리고 음운 인식 과제로 측정하였다.

##### (1) 수용 및 표현 어휘력

어휘력을 측정하기 위해 표준화된 검사도구인 REVT(Kim et al., 2009)를 사용하였다. REVT 점수는 수용 및 표현어휘력 검사의 원점수를 각각 산출하였다. 원점수는 아동이 올바르게 응답한 문항 수이고, 검사 지침에 따라 아동이 연속된 8개의 문항 중 6문항 이상 틀리는 경우 한계선으로 정하여 더 이상 검사를 진행하지 않았으며, 마지막 오반응한 문항에서 전체 틀린 문항을 뺀 점수를 원점수로 하였다.

##### (2) 수용 및 표현 언어능력

언어능력을 측정하기 위해 표준화된 검사도구인 PRES(Kim et al.,

2003)를 사용하였다. PRES 점수는 PRES의 하위 영역인 수용 및 표현 언어 검사의 원점수를 각각 산출하였다. 원점수는 아동이 올바르게 응답한 문항 수이고, 검사 지침에 따라 아동이 각 연령대에 배정된 3문항을 모두 틀릴 때 한계선으로 정하고 더 이상 검사를 진행하지 않았다. 마지막 오반응한 문항에서 전체 틀린 문항수를 뺀 점수를 원점수로 하였으며, 검사 지침대로 30번 문항부터는 정반응한 문항의 점수 배점을 2점씩 하였고, 1~29번 문항까지는 점수 배점을 1점씩 하였다.

### (3) 문법성 판단능력

문법능력을 측정하기 위해 문법성 판단 과제(Yang & Yim, 2017)를 실시하였다. 검사자는 아동에게 파워포인트 슬라이드 형태로 그림을 제시하고 문법적으로 올바른 문장(정문)과 올바르지 않은 문장(비문)을 들려주면, 아동은 해당 문항이 문법적으로 옳은지 틀린지를 판단해야 한다. 본 과제는 문법적으로 옳은 정문 15문항과 조사를 사용하여 문법적으로 옳지 않게 만든 비문 15문항 총 30문항으로 구성되어 있다.

### (4) 음운인식 능력

음운인식 능력을 측정하기 위해 음운인식 과제(Kim et al., 2019)의 음절 과제를 사용하였다. 검사자는 아동에게 각 과제에 따른 지시문을 구어로 제시하고, 아동의 반응을 기록한다. 본 과제는 음절 수 세기 10문항, 음절 합성 10문항, 음절 탈락 과제 10문항 총 30문항으로 구성되어 있다.

## 3. 연구절차

본 연구는 박사과정 2인이 실시하였으며 모든 검사자는 과제 제시 방법 및 지시문을 통일하여 선별검사를 제외한 모든 검사를 실시하였다. 모든 검사는 아동의 교육기관 내 독립적이고, 조용한 공간에서 검사자와 1:1로 진행하였다. 10개월 후에는 동일한 방법으로 선별검사를 포함한 모든 검사를 진행하였다.

## 4. 결과처리

작업기억을 측정하기 위해 실시한 과제들의 점수 산출 방법은 다음과 같다. 비단어 따라 말하기 과제 점수는 바르게 재산출한 비단어의 음절을 1점으로 하여 정반응한 음절의 총점을 산출하였다. 숫자 폭 기억하기 과제 점수는 문항별로 모든 숫자를 기억하여 모두 정확하게 회상한 경우 1점, 한 개의 숫자라도 잘못 회상한 경우 0점으로 하고, 정반응한 문항의 총점을 산출하였다. 매트릭스 과제 점수는 문항별로 점등되는 순서를 완전히 기억하여 칸을 짙은 경우 1점, 한 개의 칸이라도 잘못 기억하여 칸을 잘못 짙은 경우 0점으로 하여, 정반응한 문항의 총점을 산출하였다.

언어능력을 측정하기 위해 실시한 과제들의 점수 산출 방법은 다음과 같다. REVT 점수는 REVT의 하위 영역인 수용 및 표현어휘력 검사의 원점수를 검사지침에 따라 각각 산출하였고 PRES 점수도 수용 및 표현 언어 검사의 원점수를 검사지침에 따라 각각

산출하였다. 문법성 판단 과제와 음운 인식 과제는 문항별로 정반응한 경우 1점, 오반응한 경우 0점으로 하여 정반응한 문항의 총점을 산출하였다.

## 5. 결과분석

시기별(T1, T2) 언어능력 종합점수는 베리맥스 회전방식의 주성분 분석을 실시하여 수용어휘, 표현어휘, 수용언어, 표현 언어, 문법성 판단, 음운 인식 과제 점수를 하나의 요인으로 통합할 수 있는지 확인 후 언어과제 원점수를 Z-score로 변환한 후 합산하여 T1 언어 종합점수, T2 언어 종합점수를 산출하였다.

연령이 높아짐에 따라 언어 종합점수 및 작업기억 점수가 유의하게 향상되는지 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그리고 T1에 측정한 작업기억, 언어능력, 연령과 T2에 측정한 언어능력 간의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson correlation coefficient를 실시하였다. 또한 위계적 회귀분석(Hierarchical multiple regression)을 실시하여 언어발달의 복합적 특성을 예측하는 작업기억 요인을 탐색하고자 하였다. 이에 만 5세 경 T2에 측정한 언어능력의 종합점수를 종속변인으로 하고 만 4세 경 T1에 측정한 비단어 따라 말하기 정반응률, 숫자 폭 기억하기, 매트릭스 과제의 원점수와 언어능력의 종합점수를 독립변인으로 한 위계적 회귀분석과 만 4세 경 T1의 언어종합점수를 종속변인으로 하고, 만 4세 경 T1에 측정한 비단어 따라 말하기 정반응률, 숫자 폭 기억하기, 매트릭스 과제의 원점수와 언어능력의 종합점수를 독립변인으로 하는 위계적 회귀분석을 실시하였다. 모든 통계분석은 SPSS ver. 26.0을 사용하여 실시하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 시기별 작업기억과 언어 종합점수 간 차이

시기별(T1, T2) 언어능력 종합점수를 산출하기 위해, 먼저 베리맥스 회전방식의 주성분 분석을 실시하여 수용어휘, 표현어휘, 수용언어, 표현 언어, 문법성 판단, 음운 인식 과제 점수를 하나의 요인으로 통합할 수 있는지 확인하였다. 주성분 분석 결과 1요인이 추출되었으며, T1의 언어 종합점수의 경우 전체분산의 67.06%를 설명하는 것으로 나타났으며, T2의 언어 종합점수는 전체 분산의 64.03%를 설명해주는 것으로 나타났다. 종합점수 산출을 위해 언어과제 원점수를 Z-score로 변환한 후 합산하였고 각각 T1 언어종합점수, T2 언어종합점수를 산출하였다.

만 4세의 T1과 만 5세의 T2의 비단어 따라 말하기, 숫자 폭 기억하기, 매트릭스 및 언어 종합점수에 대한 기술통계 및 분산분석 결과는 표 2에 제시하였다.

만 4세 경 T1에 실시한 비단어 따라 말하기 과제의 정반응률 평균은 36.75( $SD=19.54$ ), 숫자 폭 기억하기 과제의 평균은 0.94( $SD=1.18$ ), 매트릭스 과제의 평균은 4.88( $SD=4.43$ )이었다. 10개월 후 만 5세 경 T2에 실시한 비단어 따라 말하기 과제의 정반응

를 평균은 48.81( $SD=6.40$ ), 숫자 폭 기억하기 과제의 평균은 5.19( $SD=1.52$ ), 매트릭스 과제의 평균은 7.80( $SD=5.47$ )이었다. 만 4세 및 5세의 비단어 따라 말하기 정반응률( $r_{(1, 15)}=232.167, p=.000$ ), 숫자 폭 기억하기 점수 ( $r_{(1, 15)}=110.138, p=.000$ ), 매트릭스 점수( $r_{(1, 15)}=26.663, p=.000$ ) 간 수행에 모두 유의한 차이가 있었다.

표 2. T1, T2 시기별 과제 수행에 대한 기술통계

Table 2. Descriptive statistics for task performance at T1 and T2

Variables	T1 (N=16)		T2 (N=16)		F
	M	SD	M	SD	
Working memory					
NWR	36.75	19.54	48.81	6.40	232.17**
Digit span	.94	1.18	5.19	1.52	110.14**
Matrix	4.88	4.43	7.80	5.47	26.66**
Language <sup>a</sup>	.00	5.06	.00	4.78	-

NWR=nonword repetition.

<sup>a</sup> Language composite scores.

\*\* $p<.01$

## 2. 시기별 언어능력과 만 4세 작업기억 간 상관관계

만 4세 T1 시기의 언어 종합점수는 매트릭스( $r=.848, p=.000$ )와 유의한 정적 상관이 나타났다. 그리고 만 5세 T2 언어 종합점수와도 유의한 상관을 이루었다( $r=.915, p=.000$ ). 그러나 다른 작업기억 변인과는 유의한 상관이 나타나지 않았다.

반면, 만 5세 T2의 언어 종합점수는 매트릭스( $r=.813, p=.002$ )와 비단어 따라 말하기( $r=.613, p=.045$ )와 상관이 유의했다. 그러나 만 4~5세에 걸쳐 언어 종합점수와 숫자 폭 기억하기 간 상관은 유의하지 않았다. 본 결과는 아래 표 3에 제시하였다.

표 3. 만 4세 T1의 작업기억과 언어능력 변인 간 상관관계

Table 3. Correlations among working memory and language variables at T1

	T1 Language	T1 NWR	T1 Digit span	T1 Matrix	T2 Language
T1 Language		.202	.516	.848**	.915**
T1 NWR			.360	.530*	.613*
T1 Digit span				.661**	.371
T1 Matrix					.813**
T2 Language					

T1 Language=T1 language composite score; T1 NWR=T1 nonword repetition; T2 Language=T2 language composite scores.

\*\* $p<.01$  \* $p<.05$

## 3. 만 4세 언어능력 예측요인

만 4세 T1에 측정된 언어능력의 예측요인을 알아보기 위해 종속변인을 T1 언어 종합점수로 하고 1단계에 T1 비단어 따라 말하기, 2단계에 T1 숫자 폭 기억하기, 3단계에 T1 매트릭스 수를 차례로 투입한 위계적 회귀분석을 실시하였다. 그 결과, 작업기억의 시·공간 잡기장을 측정하는 매트릭스 과제의 점수가 유일하게 만 4세의 T1 언어 종합점수의 45% 설명하는 변인인 것으로 나타났다. 비단어 따라 말하기와 숫자 폭 기억하기는 유의한 변인으로 나타나지 않았다. 결과는 아래의 표 4에 제시하였다.

표 4. 위계적 회귀분석을 통한 만 4세 T1 언어 종합점수 예측요인

Table 4. Hierarchical multiple regression analysis predicting language composite scores at T1 using working memory variables at age 4

Step	Predictors	B	$\beta$	t	$R^2$ (adj $R^2$ )	$\Delta R^2$	F
1	NWR	.012	.202	.713	-.039	.041	.509
2	NWR	.006	.100	.380	.144	.235	2.098
	Digit span	.351	.496	1.891			
3	NWR	-.006	-.108	-.614	.647	.453	8.957
	Digit span	-.007	-.010	-.049			
	Matrix	.178	.892	4.086*			

NWR=nonword repetition.

\* $p<.05$

## 4. 만 5세의 언어능력 예측요인

만 5세가 되었을 때 측정된 T2 언어능력의 예측요인으로서 작업기억 하위요인을 살펴보기 위해서는 T2의 언어 종합점수와 유의한 상관관계를 나타내는 T1의 언어 종합점수의 영향을 통제된 후에도 여전히 T1 작업기억이 유의미한 설명력을 가지고 있는지 살펴봐야 한다. 따라서 모형 1에서는 통제변인으로 T1의 언어 종합점수를 투입하였다. 그리고 모형 2에서 T1의 비단어 따라 말하기, 모형 3에서 T1의 숫자 폭 기억하기, 모형 4에서 T1의 매트릭스 점수를 차례로 투입하였다. 모형의 다중공선 여부를 검토한 결과, 네 모형 모두 공차한계 0.1 이상, VIF는 10 이하로 나타나 다중공선성 문제가 없었다.

만 5세 T2 언어 종합점수는 만 4세 T1 언어 종합점수가 거의 대부분의 분산을 설명하는 것으로 나타났다( $R^2=.818$ ). 그리고 T1의 언어능력을 제외하고, 작업기억의 음운루프 용량을 측정하는 T1 비단어 따라 말하기가 부가적으로 약 7% 더 설명하는 변인으로 나타났다. 마지막 단계에서 매트릭스를 포함하여 작업기억 변인을 모두 투입하였을 때 비단어 따라 말하기는 만 5세의 언어능력을 유의미하게 설명하는 변인이 아닌 것으로 나타났다. 본 결과는 표 5에 요약하여 제시하였다.

표 5. 위계적 회귀분석을 통한 만 5세 T2 언어 종합점수 예측요인

Table 5. Hierarchical multiple regression analysis predicting language composite scores at T2 using working memory variables at age 4 and language composite score at age 4

Step	Predictors	B	$\beta$	t	$R^2$ (adj $R^2$ )	$\Delta R^2$	F
1	T1 LC	.812	.915	6.433**	.818	.838	41.384
2	T1 LC	.734	.828	7.146**	.890	.077	37.508
	NWR	.013	.290	2.507*			
3	T1 LC	.765	.862	7.065**	.889	.011	24.985
	NWR	.014	.317	2.644*			
	Digit span	-.071	-.117	-.954			
4	T1 LC	.755	.851	4.125**	.867	.000	15.632
	NWR	.014	.314	2.253			
	Digit span	-.073	-.120	-.845			
	Matrix	.003	.016	.070			

T1 LC=language composite score at T1.

\* $p<.05$  \*\* $p<.01$

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 언어발달을 예측하는 작업기억 요인을 탐색하고자 하였다. 특히, 만 4세에서 만 5세로 넘어가며 연령이 높아짐에 따라 더 높은 수준의 언어를 구사하며, 언어정보 처리에 관여하는 작업기억도 다른지 탐색하고자 하였다.

첫 번째 연구 질문을 통해 연령이 높아지며 언어능력과 작업기억이 유의하게 향상되는지 살펴보았다. 그 결과 만 4세의 종합적인 언어능력 및 음운루프를 측정하는 비단어 따라 말하기, 숫자 폭 기억하기와 시공간 잡기장을 측정하는 매트릭스 점수는 만 5세가 되었을 때 모두 유의하게 향상되었다. 이러한 결과를 통해 아동의 언어능력 및 작업기억은 연령이 높아지면서 발달한다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 기존의 횡단적 연구와 달리 아동을 대상으로 종단적 성격을 지닌 자료를 통해 작업기억과 연령 간의 관계를 살펴본 거의 새로운 시도라는 점에서 의의가 있다(Vugs et al., 2017).

두 번째와 세 번째 연구 질문을 통해 본 연구에서는 시기별로 아동의 언어능력과 상관관계를 나타내는 작업기억 요인이 다르게 나타나는지 탐색하고자 하였다. 만 4세경 언어능력은 시공간 잡기장을 측정하는 매트릭스 점수와 유의한 상관이 있었다. 그리고 위계적 회귀분석을 통해 음운루프의 영향을 배제하고도 시공간 잡기장이 만 4세 아동의 종합적인 언어능력을 유의하게 설명해주는 요인으로 나타났다. 이는 작업기억의 시공간 잡기장이 만 4세에 전반적으로 언어발달과 관련이 있다는 것을 의미하며 아동이 시각정보를 통해 언어를 습득한다는 주장을 지지하는 결과이다(Kamhi et al., 1984). 시공간 잡기장과 언어능력 간의 관련성은 조금씩 보고되고 있다(Bavin et al., 2005; Hick et al., 2005; Marton, 2008; Vugs et al., 2017). 단순언어장애 아동의 경우 일반아동보다 유의하게 제한적인 시공간 잡기장 용량을 지니고 있으며, 시공간 정보처리와 같은 일반적인 정보처리 기제가 제한되어 일반아동과는 다른 양상의 언어 및 인지발달을 경험한다고 주장한다. 본 연구의 결과는 단순언어장애 아동을 포함하지 않았으나, 언어발달에 있어서 시공간 잡기장의 관련성을 보고하였다. 종합하면, 아동의 언어발달은 언어 특정적인 정보처리에 가담하는 기제뿐만 아니라 일반적인 시공간 정보처리에 가담하는 기제가 함께 작용하여 발달한다는 주장을 지지한다(Marton, 2008).

반면, 만 5세경에는 매트릭스와 더불어 비단어 따라 말하기 점수가 추가로 만 5세의 언어능력과 유의한 상관관계가 나타났다. 만 4세경 음운정보를 기억하는 능력이 좋았던 아동은 만 5세가 되었을 때 음운인식 능력을 포함한 전반적인 언어능력이 높았음을 의미한다. 그리고 만 4세 때와 비교하여 더 향상된 언어능력을 구사하게 된 만 5세경에 시공간 잡기장과 음운루프가 모두 아동의 종합적인 언어능력과 관련이 있음을 의미한다.

마지막으로 네 번째 연구 질문에 대한 답을 하기 위해 실시된 위계적 회귀분석을 통해 만 4세경의 언어능력을 통제된 뒤 만 4세의 작업기억 요인들이 추가적으로 만 5세경의 언어능력을 설명해주는지 살펴보았다. 그 결과, 만 4세의 언어능력과 음운루프를

측정하는 비단어 따라 말하기가 만 5세 아동의 언어능력을 유의하게 설명해주는 요인으로 나타났고, 시공간 잡기장을 측정하는 매트릭스는 언어발달의 유의한 예측인자로 나타나지 않았다. 이는 만 4~5세의 작업기억 요인이 3년 뒤 만 7~8세의 단순언어장애 아동과 일반아동의 언어능력을 유의하게 설명하는지 살펴본 선행 연구 결과와 일치한다(Vugs et al., 2017). 연령이 높아지면서 일 상에서 만 4세 때보다 언어정보를 처리하는 경험이 많아지고, 이는 즉 음운루프와 같은 정보처리 기제가 다양한 언어능력이 향상 되는 과정에 지속적으로 큰 역할을 하게 됨을 의미한다.

본 연구는 위계적 회귀분석 모형에 만 4세의 언어능력을 포함하여 분석함으로써 언어능력과 작업기억의 발달적 관계를 탐색하는데 있어서 두 변인 간 호혜적 상호작용이 존재한다는 것을 확인하였다. 언어발달에 있어 내재적인 언어지식이 큰 설명력을 지녔다는 점을 고려할 때, 후속연구에서는 작업기억과 언어발달의 방향성을 파악하기 위한 시도로 중재설계를 실시할 것을 권고한다.

본 연구 결과에 따르면 만 4세 아동의 어휘력, 음운 인식 능력, 문법성 판단능력을 포함한 전반적인 언어능력을 증진시키기 위해서는 시공간 정보처리 능력의 효율성이 필요하며, 만 5세가 되면 처리하는 언어정보 단위가 커지며 이에 관여하는 음운 및 시공간 정보처리 능력의 효율성이 중요함을 알 수 있다. 본 연구 결과를 바탕으로 만 4, 5세 아동의 정보처리 능력을 고려한 적절한 중재 전략을 세워 전반적인 언어능력을 증진을 도모해야 한다.

본 연구에서는 연령이 올라가며 언어능력이 향상됨에 따라 작업기억 능력도 향상되며, 복잡한 언어능력을 설명하는 정보처리 기제가 연령에 따라 조금씩 상이한 것을 종단적 성격을 지닌 자료를 통해 살펴보았다. 본 연구의 자료가 16명의 아동을 대상으로 하여 통계적으로 약화될 수 있는 자료이지만, 동일한 아동을 대상으로 시간 간격을 두고 같은 작업기억 과제 및 언어능력 과제를 실시하여 아동의 발달을 연구하고자 하였다. 이 점에서 다른 피험자 간 연구보다 더 신뢰도 높은 결과가 도출되었다고 볼 수 있다. 후속 연구에서는 본 연구의 결과를 확장하기 위해서 부족한 피험자 수를 보충하고, 데이터 수집을 한 차례 더 실시하여 종단자료 모형을 갖춘 분석을 실시할 것을 제언한다.

#### 참 고 문 헌

- Adams, A. M., & Gathercole, S. E. (1995). Phonological working memory and speech production in preschool children. *Journal of Speech and Hearing Research, 38*(2), 403-414. doi:10.1044/jshr.3802.403
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review, 105*, 158-173. doi:10.1037/0033-295X.105.1.158
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 47-89). New York: Academic Press. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1

- 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 and Communication Disorders, 40*(3), 319-332. doi:10.1080/13682820400027750
- Bel-Enguix, G., & Jiménez-López, M. D. (2010). *Language as a complex system: Interdisciplinary approaches*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology, 96*(1), 31-42. doi:10.1037/0022-0663.96.1.31
- Carey, S., & Bartlett, E. (1978). Acquiring a single new word. *Proceedings of the Stanford Child Language Conference, 15*, 17-29.
- Choi, G. S. (2007). *Memory development in children*. Seoul: Gyomunsa.  
[최경숙 (2007). 아동의 기억발달. 서울: 교문사.]
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 19*(4), 450-466. doi:10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- Ganger, J., & Brent, M. R. (2004). Reexamining the vocabulary spurt. *Developmental Psychology, 40*(4), 621-632. doi:10.1037/0012-1649.40.4.621
- Gathercole, S. E. (1997). Models of verbal short-term memory. In M. A. Conway (Ed.), *Cognitive models of memory* (pp. 13-45). Cambridge: The MIT Press.
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *Journal of Child Psychology, 39*(1), 3-27. doi:10.1111/1469-7610.00301
- 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. doi:10.1007/BF03174081
- Gombert, J. E. (1997). Metalinguistic development in first-language acquisition. In L. Van Lier & D. Corson (Eds.), *Encyclopedia of language and education* (pp. 43-51). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-011-4533-6\_5
- Hick, R., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2005). Cognitive abilities in children with specific language impairment: Consideration of visuo-spatial skills. *International Journal of Communication Disorders, 40*(2), 137-149. doi:10.1080/13682820400011507
- Hong, S. I., Jeon, S. I., Pae, S., & Lee, I. (2002). Development of phonological awareness in Korean children. *Korean Journal of Communication Disorders, 7*(1), 49-64.  
[홍성인, 전세일, 배소영, 이익환 (2002). 한국 아동의 음운인식 발달. 언어척각장애연구, 7(1), 49-64.]
- Jones, G. (2012). Why chunking should be considered as an explanation for developmental change before short-term memory capacity and processing speed. *Frontiers in Psychology, 3*, 167. doi:10.3389/fpsyg.2012.00167
- Kail, R. (1988). Developmental functions for speeds of cognitive processes. *Journal of Experimental Child Psychology, 45*(3), 339-364. doi:10.1016/0022-0965(88)90036-7
- Kamhi, A. G., Catts, H. W., Koenig, L. A., & Lewis, B. A. (1984). Hypothesis-testing and nonlinguistic symbolic abilities in language-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 49*(2), 169-176. doi:10.1044/jshd.4902.169
- Kapa, L. L., & Colombo, J. (2014). Executive function predicts artificial language learning. *Journal of Memory and Language, 76*, 237-252. doi:10.1016/j.jml.2014.07.004
- Kim, S., Park, W., Son, J., Kang, D., Choi, H., & Yim, D. (2019). *Crosslinguistic approach for finding differences between Korean and English phonological awareness*. The Annual ASHA Convention, Orlando.
- Kim, Y. T., Sung, T. J., & Lee, Y. K. (2003). *Preschool Receptive-Expressive Language Scale (PRES)*. Seoul: Seoul Community Rehabilitation Center.  
[김영태, 성태제, 이윤경 (2003). 취학 전 아동의 수용언어 및 표현 언어 발달 척도. 서울: 서울장애인종합복지관.]
- Kim, Y. T., Hong, K. H., Kim, K. H., Jang, H. S., & Lee, J. Y. (2009). *Receptive & Expressive Vocabulary Test (REVT)*. Seoul: Seoul Community Rehabilitation Center.  
[김영태, 홍경훈, 김경희, 장혜성, 이주연 (2009). 수용·표현 어휘력 검사. 서울: 서울장애인종합복지관.]
- Leonard, L. B. (1991). Specific language impairment as a clinical category. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 22*(2), 66-68. doi:10.1044/0161-1461.2202.66
- Marion, K. (2008). Visuo-spatial processing and executive functions in children with specific language impairment. *International Journal of Language and Communication Disorders, 43*(2), 181-200. doi:10.1080/16066350701340719
- Miller, C. A., Kail, R., Leonard, L. B., & Tomblin, J. B. (2001). Speed of processing in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*(2), 416-433. doi:10.1044/1092-4388(2001/034)
- Miller, L. T., & Vernon, P. A. (1997). Developmental changes in speed of information processing in young children. *Developmental Psychology, 33*(3), 549-554. doi:10.1037/0012-1649.33.3.549
- Moon, S. B., & Byun, C. J. (2003). *Korean-Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC)*. Seoul: Hakjisa.  
[문수백, 변창진 (2003). 한국 카우프만 아동용 지능검사. 서울: 학지사.]
- Oh, D. Y., & Yim, D. S. (2013). Non-word repetition and

- sentence repetition performance in 2-3 years old late talkers and normal children. *Communication Sciences & Disorders*, 18(3), 277-287. doi:10.12963/csd.13053
- [오다연, 임동선 (2015). 2-3세 말 늦은 아동과 정상 아동의 비단어 따라말하기와 문장 따라말하기 수행 능력. *Communication Sciences & Disorders*, 18(3), 277-287.]
- Olofsson, A., & Niedersøe, J. (1999). Early language development and kindergarten phonological awareness as predictors of reading problems: From 3 to 11 years of age. *Journal of Learning Disabilities*, 32(5), 464-472. doi:10.1177/002221949903200512
- Speidel, G. E. (1993). Phonological short-term memory and individual differences in learning to speak: A bilingual case study. *First Language*, 13(37), 69-91. doi:10.1177/014272379301303705
- Sutter, J. C., & Johnson, C. J. (1990). School-age children's metalinguistic awareness of grammaticality in verb form. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33(1), 84-95. doi:10.1044/jshr.3301.84
- Takacs, Z. K., & Bus, A. G. (2018). How pictures in picture storybooks support young children's story comprehension: An eye-tracking experiment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 174, 1-12. doi:10.1016/j.jecp.2018.04.013
- Vugs, B., Hendriks, M., Cuperus, J., Knoors, H., & Verhoeven, L. (2017). Developmental associations between working memory and language in children with specific language impairment: A longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(11), 3284-3294. doi:10.1044/2017\_JSLHR-L-17-0042
- Weiland, C., Barata, M. C., & Yoshikawa, H. (2014). The co-occurring development of executive function skills and receptive vocabulary in preschool-aged children: A look at the direction of the developmental pathways. *Infant and Child Development*, 23(1), 4-21. doi:10.1002/icd.1829
- Yang, Y. H., & Yim, D. S. (2018). The role of executive function for vocabulary acquisition and word learning in preschool-age children with and without vocabulary delay. *Communication Sciences & Disorders*, 23(1), 43-59. doi:10.12963/csd.18469
- [양윤희, 임동선 (2018). 학령전기 어휘발달 지연 및 또래 아동의 어휘습득을 위한 집행기능의 역할. *Communication Sciences & Disorders*, 23(1), 43-59.]
- Yang, Y. H., & Yim, D. S. (2017). The relationship of grammatical judgment and implicit learning in 4- to 6-year-old children with and without specific language impairment. *Communication Sciences & Disorders*, 22(1), 35-46. doi:10.12963/csd.17362
- [양윤희, 임동선 (2017). 4-6세 단순언어장애 및 일반아동의 암묵적 학습 및 문법성 판단 능력의 관계. *Communication Sciences & Disorders*, 22(1), 35-46.]
- Yang, Y. H., Yim, D. S., Kim, S. Y., & Han, J. Y. (2014). The relationship among receptive vocabulary, non-word repetition, and quick incidental learning in preschoolers with and without delay in vocabulary development. *Communication Sciences & Disorders*, 18(4), 379-391. doi:10.12963/csd.13079
- [양윤희, 임동선, 김신영, 한지윤 (2014). 학령 전 어휘발달지체 및 일반 아동의 비단어 따라 말하기, 빠른 우연학습(quick incidental learning)과 수용어휘와의 관계. *Communication Sciences & Disorders*, 18(4), 379-391.]
- Yim, D. S., & Han, J. Y. (2019). Phonological loops, visuospatial sketchpad, episodic buffers, and inhibition: The relationship with grammar skills in children with a language delay. *Korean Journal of Special Education*, 54(2), 183-204. doi:10.15861/kjse.2019.54.2.183
- [임동선, 한지윤 (2019). 언어발달지체 아동의 음운루프, 시·공간 잡기장, 일화적 완충기, 억제기능과 문법 능력 간의 관계. *특수교육학연구*, 54(2), 183-204.]
- Yim, D. S., Kim, S. Y., & Yang, Y. H. (2015a). Factor analysis of working memory tasks based on information processing characteristics: predictive factors of receptive vocabulary and quick incidental learning in children with typically developing and receptive vocabulary delay. *Communication Sciences & Disorders*, 20(2), 304-318. doi:10.12963/csd.15241
- [임동선, 김신영, 양윤희 (2015). 정보처리 특성에 따른 작업기억 과제의 탐색적 요인분석: 일반아동 및 수용어휘지체 아동의 수용어휘력 및 빠른우연학습 예측요인. *Communication Sciences & Disorders*, 20(2), 304-318.]
- Yim, D. S., Park, W. J., Kim, S. Y., Han, J. Y., Song, E., & Son, J. K. (2019). An eye-tracking study of picture book reading in preschool children with and without language delay. *Communication Sciences & Disorders*, 24(2), 299-316. doi:10.12963/csd.19621
- [임동선, 박원정, 김신영, 한지윤, 송은, 손진경 (2019). 그림책 읽기에서 일반아동 및 어휘발달지연 아동의 이야기 이해 능력 및 안구 운동 패턴 분석: 시선추적기 연구. *Communication Sciences & Disorders*, 24(2), 299-316.]
- Yim, D. S., Yang, Y. H., & Kim, S. Y. (2015b). Domain-specific working memory performance in children with and without specific language impairment. *Communication Sciences & Disorders*, 20(1), 13-23. doi:10.12963/csd.15230
- [임동선, 양윤희, 김신영 (2015). 단순언어장애 아동과 일반 아동의 작업기억 제시방식 및 과제유형에 따른 수행능력 비교. *Communication Sciences & Disorders*, 20(1), 13-23.]