

AAC Symbol Combination Abilities in School-Age Children by Working Memory Skills

Sangeun Shin^{1*}

¹ Dept. of Speech-Language Pathology, Graduate School, Chungnam National University, Professor

Purpose: This study investigated the effects of verbal and non-verbal working memory abilities on AAC symbol combination performance in typically developing school-aged children, to provide evidence for effective AAC interventions for children with complex communication needs.

Methods: A total of 32 typically developing school-aged children participated and were divided into two groups based on their verbal and non-verbal working memory abilities. The Symbolic Communication Level Assessment of the AAC-Symbol Assessment Tool (AAC-SAT) was used as the experimental task, measuring accuracy and response time under three conditions: single-symbol selection, semantic symbol combination, and grammatical symbol combination. The task performance was collected and analyzed using the AAC-SAT automatic performance analysis program. Statistical methods included two-way ANOVA and Bonferroni post-hoc tests.

Results: The study found no significant differences in accuracy between the two groups regarding verbal and non-verbal working memory abilities. However, accuracy significantly decreased as the complexity of symbol combinations increased, showing similar trends in both verbal and nonverbal working memory. In terms of response time, both verbal and non-verbal working memory abilities were affected by group differences and the complexity of symbol combinations. Verbal working memory showed significant differences in response time between groups, with the high-working-memory group responding faster. This was also observed in nonverbal working memory. Additionally, both types of working memory revealed significant differences in response times across single-word, semantic symbol combinations, and syntactic symbol combinations, with response times increasing as complexity grew.

Conclusions: As the complexity of symbol combinations significantly impacts both accuracy and response time, the need for AAC intervention strategies to reduce cognitive load for children with relatively lower working memory ability was discussed.

Keywords: Working memory, augmentative and alternative communication (AAC), symbol combination, school-aged children

Correspondence: Sangeun Shin, PhD

E-mail: sashin@cnu.ac.kr

Received: December 15, 2024

Revision revised: December 30, 2024

Accepted: January 31, 2025

This work was supported by research funds of Chungnam National University (2023, 2024).

ORCID

Sangeun Shin

<https://orcid.org/0000-0003-0148-7829>

1. 서론

작업기억(working memory)은 제한된 양의 언어적 또는 비언어적 정보를 일시적으로 저장하고 유지하며 조작하는 정보처리 기제(Baddeley & Hitch, 1974) 특히 언어 이해, 문제 해결, 그리고 추론과 같은 고차원적 기능 수행에 중요한 역할을 한다(Just & Carpenter, 1992). Baddeley(1986, 2000, 2002)가 제안한 작업기억 모델에 따르면 작업기억은 네 가지 주요 하위체계를 갖는다. 첫째, 중앙처리장치(central executive)는 작업기억의 모든 정보를

조정하고 제어하는 역할을 한다. 둘째, 음운회로(phonological loop)는 언어적 정보를 저장하고 처리하는 하위체계로, 말하거나 들을 때 사용된다. 음운회로에서는 음성 리허설(vocal rehearsal) 과정을 통해 언어정보가 소멸되지 않고 저장 및 처리되도록 하는데, 청각적으로 들은 구어 정보뿐만 아니라 그림의 이미지가 가진 의미나 인쇄된 글자 의미 또한 음운 형태로 변환되어 리허설 과정을 거치게 된다(Baddeley, 1997). 셋째, 시공간 메모장(visuospatial sketchpad)은 비언어적 정보를 처리하고 저장하는 하위체계로, 두 가지 구성 요소로 나뉜다. 하나는 시각적 정보에 특화되어 있고, 또 다른 하나는 공간적 정보에 특화되어 있다. 추가적으로, 일화적 완충기(episodic buffer)는 작업기억과 장기기억 간의 상호작용을 조정하는 역할을 하며, 다양한 형태의 정보를 통합하고 장기기억으로의 인출을 촉진한다.

보완대체의사소통(augmentative and alternative communication:

Copyright 2025 © Korean Speech-Language & Hearing Association.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

AAC)을 사용하여 의사소통하는 상황에서도 작업기억은 핵심적인 역할을 한다(Murray & Goldbart, 2009; Shin & Park, 2022; Thistle & Wilkinson, 2013). AAC 사용자가 디스플레이에 배열된 상징의 위치를 기억하여 메시지의 순서에 따라 상징을 선택하고 조합할 때 작업기억은 주의력, 시지각처리능력과 함께 작용하며 목표 메시지와 관련 없는 상징에 대해 선택을 억제할 때에도 관여하게 된다(Garrett & Kimelman, 2000; Light & Lindsay, 1991; Murray & Goldbart, 2009; Robillard et al., 2013; Shin & Park, 2018; Thistle & Wilkinson, 2013). 이와 같이 작업기억이 AAC 상징조합에 관여한다는 이론과 함께, 집단 비교 실험을 통해 복합적인 의사소통 요구를 지닌 취학전 및 학령기 아동의 작업기억 능력이 일반아동보다 낮다는 것을 보여주는 연구가 있기는 하나(Larsson & Sandberg, 2008), 실질적으로 언어적·비언어적 작업기억이 AAC 수행에 영향을 미치는지를 살펴본 실험 연구는 매우 부족한 실정이다.

이러한 상황에서 Shin과 Park(2018)은 정상 성인을 대상으로 AAC 그림상징의 고정 배열과 비고정 배열 조건에 따라 언어적·비언어적 작업기억 능력이 메시지 구성에 미치는 영향에 대해 보고한 바 있다. 연구 결과 그림상징의 위치가 고정된 상태에서는 비언어적 작업기억이 작용하여 메시지 구성 속도를 빠르게 하는 것으로 나타났으며, 상징의 위치가 자주 바뀌는 비고정배열 상태에서는 비언어적 작업기억 능력에 의존할 수 없게 되기 때문에 언어적 작업기억이 상대적으로 더 크게 메시지 구성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 격자디스플레이에서 그림상징 기반 AAC 의사소통 환경을 제공할 때, 상징을 기급적 가변적이지 않게 위치시키고 비언어적 작업기억을 활용하여 효과적으로 상징선택을 도모할 수 있다는 근거를 제시해 주었다. 후속 연구로 진행된 Shin과 Park(2022)의 연구에서는 비언어적 작업기억에 초점을 두고 정상 성인을 비언어적 작업기억이 높은 집단과 낮은 집단 간에 배치하여 그림상징을 사용한 문장구성과제를 실시하고 상징선택에 소요되는 반응시간을 분석한 바 있다. 그 결과 비언어적 작업기억이 높은 집단이 상징조합을 더 빠르게 하는 것으로 나타났다. 또한 두 그룹 모두 그림상징의 노출정도가 높은 과제의 후반부에서 반응시간이 유의하게 감소하는 것으로 나타나 상징의 노출정도가 작업기억의 시공간 메모장의 처리능력에 영향을 주면서 그림상징의 시각적, 공간적 정보를 효율적으로 기억할 수 있도록 한다는 것을 보여주었다.

비록 작업기억의 영향을 직접적으로 고찰한 것은 아니나, 연령에 따른 상징조합 능력을 살펴본 Trudeau와 동료들의 연구는 AAC 사용에 발달적 요소가 중요한 역할을 한다는 것을 보여주었다는 데에 의의가 있다. Trudeau 등(2007)은 7~8세 아동 30명, 12~13세 청소년 30명, 18세 이상의 성인 30명을 대상으로 문법적 복잡성과 과제 요구(개별 그림 묘사 vs. 4개의 그림 묘사)가 그림상징을 사용한 메시지 산출에 미치는 영향을 조사한 바 있다. 그 결과 복잡성이 높을수록 상징조합에 어려움을 보였으며, 과제요구가 높은 조건에서 문법적 복잡성의 영향은 더 크게 나타났고, 문법적 복잡성과 과제요구의 효과는 아동에게 더 두드러졌다. 이후 Trudeau 등(2014)은 더 어린 연령의 3세부터 6세까지의 정상발달 아동 111명을 대상으로 문장수준으로 배열된 그림상징의 조합을 이해하는 능력과 산출하는 능력을 함께 살펴보았다. 그 결과

어린 연령의 아동일수록 개별 그림상징의 의미는 이해할 수 있다 하더라도 조합된 상징이 뜻하는 문장의 의미를 이해하는 데 어려움을 보였으며, 구어를 듣고 그림상징을 조합하여 목표 문장을 표현하는 데에도 더 큰 어려움을 보였다. 반면에 상징조합의 이해와 표현능력은 아동의 연령이 높아질수록 향상되어 5세와 6세의 경우에는 상징조합에 대한 이해와 표현에서의 어려움이 크게 동반되지 않는 것으로 나타났다. 이와 같이 발달연령이 상징조합에 영향을 주는 것에 대해 Trudeau 등(2014)은 인지처리과정 중에서도 작업기억이 영향을 관여될 수 있음을 추정하였다. 즉 구어로 제시된 목표 문장의 의미를 단순히 구어로 재산출하는 것보다, 그림상징을 통해 순서대로 조합하여 문장구성하는 것이 더 많은 작업기억을 요할 수 있고, 그것이 어린 아동들의 발달과정에서 취약할 수 있다고 본 것이다.

비록 아동의 상징조합 능력에 대한 일부 연구가 있기는 하나 (Trudeau et al., 2007, 2014), 직접적으로 언어적·비언어적 작업기억이 아동의 AAC 상징조합에 미치는 영향을 살펴보는 것은 성공적인 AAC 중재안 마련을 위해 매우 중요한 부분이라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 복합적인 의사소통 요구를 지닌 장애 아동을 위한 효과적인 AAC 중재의 근거를 마련하기 위해 학령기 정상발달 아동을 대상으로 언어적·비언어적 작업기억능력이 AAC 상징조합 능력에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 상징조합과제에서 언어적·비언어적 작업기억 능력이 높은 집단과 낮은 집단은 상징조합의 복잡성에 따라 정확도에 유의한 차이가 있는가?

둘째, 상징조합과제에서 언어적·비언어적 작업기억 능력이 높은 집단과 낮은 집단은 상징조합의 복잡성에 따라 반응시간에 유의한 차이가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구에는 (1)한국어가 모국어이고, (2)일반 초등학교 1~3학년에 해당하며, (3)시청각, 운동, 인지발달의 이상이 없고, (4)언어발달 지연 및 언어발달장애 진단을 받지 않은 아동 총 32명이 참여하였다(남 17명, 여 15명; 평균 연령 98.76개월($SD=9.68$); 평균 교육년수 2.03년($SD=.069$)).

언어적·비언어적 작업기억 능력에 따른 집단의 차이를 살펴보기 위해 한국 웬슬러 아동지능검사 5판(Kwak & Jang, 2019)의 숫자기억 소검사와 그림기억 소검사를 각각의 지표로 활용하기 위해 실시하였다.

언어적·비언어적 작업기억 능력에 따라 집단을 구분하기 위해 각각의 작업기억 점수에 대한 중위수 값을 산출하였다. 이때 보다 명확한 집단 특성을 살펴보기 위해 언어적 작업기억 점수가 중위수 값에 해당하는 연구 참여자 10명은 분석에서 제외하고 언어적 작업기억이 높은 집단 13명과 낮은 집단 9명으로 분류하였다. 비언어적 작업기억에 대해서도 중위수 값을 가진 연구 참여자 7명을 분석에서 제외하고, 비언어적 작업기억이 높은 집단 11명과 낮은 집단 14명이 분석에 포함되었다.

언어적 작업기억이 높은 집단과 낮은 집단 간의 연령, 교육년수, 수용·표현 어휘력 검사(Receptive and Expressive Vocabulary Test: REVT, Kim et al., 2009)의 차이는 유의하지 않았다(Table 1). 마찬가지로 비언어적 작업기억에 대해서도 두 집단 간 인구통계학적 특성 차이도 없는 것으로 나타났다(Table 2).

Table 1. Participants' demographic characteristics in high and low verbal working memory groups

	High verbal WM (n=13)	Low verbal WM (n=9)	x^2 or U	p
Sex (male:female)	4:9	6:3	2.764	.096
Age (month)	97.85 (9.94)	96.78 (10.15)	56.000	.867
Education (year)	2.08 (.64)	1.78 (.83)	45.000	.327
REVT-e	104.00 (14.67)	100.78 (11.40)	52.000	.664
REVT-r	93.69 (11.44)	91.22 (13.14)	46.000	.403
Digit span of K-WISC-V	73.31 (11.18)	19.56 (12.37)	.000***	<.001
Picture span of K-WISC-V	66.69 (20.77)	59.78 (15.25)	42.000	.256

Note. Values are presented as mean (SD). WM=working memory; REVT-e, r=Receptive and Expressive Vocabulary Test-expressive, receptive (Kim et al., 2009); K-WISC-V=Korean Wechsler Intelligence Scale for Children-5th edition (Kwak & Jang, 2019). *** p <.001

Table 2. Participants' demographic characteristics in high and low non-verbal working memory groups

	High non-verbal WM (n=11)	Low non-verbal WM (n=14)	x^2 or U	p
Sex (male:female)	7:4	7:7	.465	.495
Age (month)	99.64 (10.60)	101.36 (7.35)	71.000	.741
Education (year)	2.18 (.60)	2.14 (.66)	75.000	.900
REVT-e	97.64 (11.77)	103.76 (11.75)	51.000	.154
REVT-r	91.73 (11.98)	93.93 (9.69)	65.500	.528
Digit span of K-WISC-V	48.45 (24.99)	56.86 (22.51)	60.000	.343
Picture span of K-WISC-V	34.55 (12.69)	81.93 (9.23)	.000***	<.001

Note. Values are presented as mean (SD). WM=working memory; REVT-e, r=Receptive and Expressive Vocabulary Test-expressive, receptive (Kim et al., 2009); K-WISC-V=Korean Wechsler Intelligence Scale for Children-5th edition (Kwak & Jang, 2019). *** p <.001

2. 실험 과제 및 자극어

실험에 사용된 상징조합과제는 Shin(2022)이 타당도 검사를 거쳐 PC 버전으로 개발한 '보완대체의사소통-상징도구평가 버전 1.0.1(augmentative and alternative communication-symbol assessment tool: AAC-SAT, Shin, 2022)'의 하위검사인 '상징 의사소통 수준 평가'를 사용되었다. 해당 검사는 컴퓨터 스피커를 통해 출력된 목표 메시지를 듣고 화면에 제시된 2×4 (가로×세로) 총 8개의 상징 중에서 적절한 상징(들)을 손가락으로 직접 선택하여 상징조합의 복잡성에 따른 수행을 평가하도록 고안되었다.

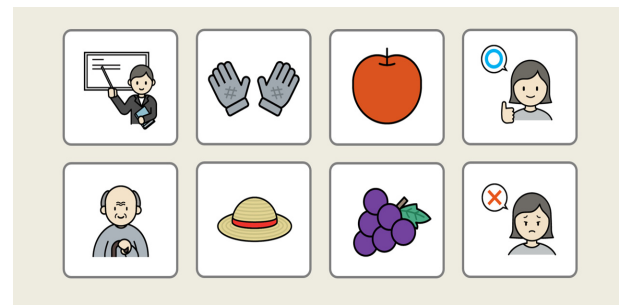
실험에 사용된 자극어는 Appendix 1에 제시된 바와 같이(1)한 단어, (2)2~3어로 구성된 의미적 상징조합, (3)조사를 포함하여 3~6어 이상으로 구성된 문법적 상징조합, 이상 총 3개의 복잡성으로 나뉘어져 있으며 각 수준마다 5개 문항씩, 총 15개 문항으로 구성되어 있다.

실험에 사용된 자극어는 내재적 요인(연령, 교육년수, 어휘 친숙도 등)이 과제 수행에 미치는 영향을 최소화하기 위해 취학 전 아동의 고빈도 어휘로만 구성하였으며 의사소통 수준 간 어휘는 중복되지 않았다. 본 실험에 사용된 모든 자극어와 그림상징의 타당도 검사는 Lee와 Shin(2022)의 연구에서 언어재활사 1급 자격증을 소지한 AAC 중재 경험을 포함한 임상 경력자 3년 이상의 언어재활사 21명을 대상으로 실시한 타당도 검사 결과로 같음한다.

A.



B.



Note. A=The test interface, showing task complexity options including a single word level, a semantic word combination level, and a grammatical word combination level; B=Examples of symbol combinations displayed in the AAC-SAT for assessing matching and combination skills.

Figure 1. Examples of the symbol combination test in the AAC-SAT.

3. 실험 절차

본 연구는 충남대학교 생명윤리위원회(Institutional Review Board)의 승인을 거쳐 실시되었다(NO. 202309-SB-157-01). 실험은 1회 방문으로 조용하고 독립된 장소에서 연구 참여자와 제1 연구자가 1:1 대면으로 진행하였다. 연구에 대한 구두 설명과 함께 동의서에 본인 및 보호자의 서명을 득한 후 연구 참여자의 선정조건에 충족하는지를 살펴보기 위한 면담과 인지 및 언어능력에 대한 선별검사를 진행하였다. 본 실험에서는 과제 이해를 위한 연습문항을 실시한 후 본 실험을 진행하였다. 연구 참여자가 해당 과제 문항에서 잘못된 상징을 선택한 경우에는 최대 2회까지 상징선택의 기회가 주어졌다. 검사지침은 다음과 같으며 컴퓨터 내장 스피커를 통해 제공되도록 하였다. “지금부터 들리는 말을 끝까지 잘 듣고 해당하는 그림을 하나 또는 말의 순서에 맞게 여러 개 선택하세요”

4. 자료 분석 및 통계 처리

연구 참여자의 반응은 AAC-SAT의 자동수행분석 기능을 통해 자료 수집과 분석이 이루어졌다. 정반응 점수는 목표단어를 정해진 순서에 따라 정확히 선택한 경우 2점, 1회 오류를 보인 경우이거나 순서를 바뀐 정확하게 선택한 경우 1점, 목표 단어가 최대 선택 횟수 안에 선택되지 않았거나 무반응인 경우는 0점 처리하였다. 정반응 점수는 의사소통 수준에 따라 10점, 22점, 40점 만점 기준으로 자동 산출되며 연구 분석을 위해 수준별 정반응 점수를 백분율로 환산하였다. 반응시간은 청각적 제시어의 종료 시점부터 연구 참여자가 메시지의 마지막 단어에 해당하는 상징을 화면에서 터치하는 시점까지를 초 단위로 측정하되 정반응 1점 이상인 단어들만 포함하였다.

통계분석은 IBM SPSS version 29를 사용하였고 2×3 혼합설계 이원분산분석과 본페로니 사후검정(Bonferroni post-hoc test)을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 언어적 작업기억 능력에 따른 정확도

언어적 작업기억에 대한 두 집단 간 상징조합의 복잡성에 따른 기술통계값이 Table 3에 제시되어 있다.

Table 3. Mean percentages of accuracy scores by the complexity of symbol combination in two verbal WM groups

	High verbal WM		Low verbal WM	
	Mean	SD	Mean	SD
Single word	99.23	(2.77)	100.00	(.00)
Semantic word combination	98.60	(5.04)	100.00	(.00)
Grammatical word combination	94.04	(6.73)	86.67	(9.27)

Note. WM=working memory.

언어적 작업기억의 능력에 따른 정확도의 차이는 집단 간 유의하지 않았으나($F=1.595, p=.221$), 상징조합의 복잡성이 증가할수록 정확도가 유의하게 저하되는 것으로 나타났다($F=22.916, p<.001$). 집단과 상징조합 복잡성의 상호작용 효과도 유의하였다($F=4.957, p=.025$, Table 4, Figure 2). 상징조합 복잡성에 대한 사후검정 결과, 한 단어는 의미적 상징조합과 유의한 차이가 없었으나($p=1.000$), 구문적 상징조합보다 유의하게 높은 정확도를 보였고($p<.001$), 의미적 상징조합이 구문적 상징조합보다 정확도가 높은 것으로 나타났다($p=.001$).

Table 4. Mixed two-way ANOVA result of percentages of accuracy scores by the complexity of symbol combination in two verbal WM groups

Sources	SS	df	MS	F	p
Group	48.010	1	48.010	1.595	.221
Combination complexity	1176.873	1.347	873.724	22.916***	<.001
Group × Combination complexity	254.545	1.347	188.977	4.957*	.025
Error	1027.105	26.939	38.127		

* $p<.05$, *** $p<.001$

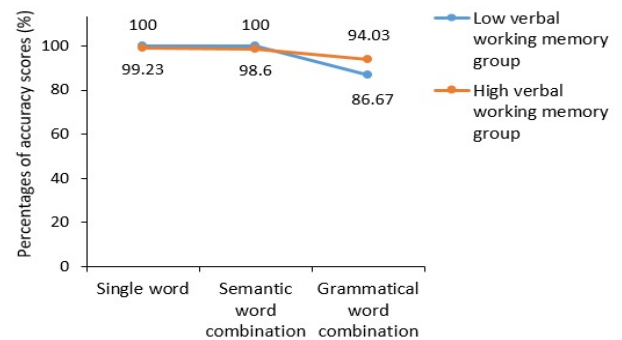


Figure 2. Percentages of accuracy scores in two verbal working memory groups

2. 비언어적 작업기억 능력에 따른 정확도

비언어적 작업기억에 대한 두 집단의 상징조합의 복잡성에 따른 기술통계값은 Table 5에 제시된 바와 같다.

Table 5. Mean percentages of accuracy scores by the complexity of symbol combination in two non-verbal WM groups

	High non-verbal WM		Low non-verbal WM	
	Mean	SD	Mean	SD
Single word	99.29	2.67	100.00	.00
Semantic word combination	98.70	4.86	100.00	.00
Grammatical word combination	91.25	10.27	91.82	6.43

Note. WM=working memory.

비언어적 작업기억의 능력에 따른 정확도의 차이는 집단 간 유의하지 않았으나($F=.428, p=.520$), 상징조합의 복잡성이 증할수록 정확도가 유의하게 저하되는 것으로 나타났다($F=16.542, p<.001$). 집단과 상징조합 복잡성 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다($F=.029, p=.912$, Table 6, Figure 3).

상징조합 복잡성에 대한 사후검정 결과, 한 단어는 의미적 상징조합과 유의한 차이가 없었으나($p=1.000$), 구문적 상징조합보다 유의하게 높았다($p<.001$). 의미적 상징조합은 구문적 상징조합보다 정확도가 유의하게 높은 것으로 나타났다($p=.002$).

Table 6. Mixed two-way ANOVA result of percentages of accuracy scores by the complexity of symbol combination in two non-verbal WM groups

Sources	SS	df	MS	F	p
Group	13.679	1	13.679	.428	.520
Combination complexity	1042.576	1.266	823.772	16.542***	<.001
Group × Combination complexity	1.840	1.266	1.454	.029	.912
Error	1449.589	29.109	49.798		

*** $p<.001$

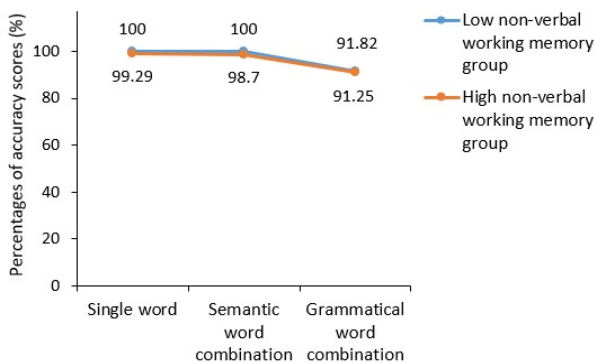


Figure 3. Percentages of accuracy scores in two non-verbal working memory groups

3. 언어적 작업기억 능력에 따른 반응시간

언어적 작업기억에 대한 두 집단 간 상징조합의 복잡성에 따른 반응시간을 살펴본 결과는 Table 7에 제시된 바와 같다.

Table 7. Mean response time (sec.) by the complexity of symbol combination in two verbal WM groups

	High verbal WM		Low verbal WM	
	Mean	SD	Mean	SD
Single word	.77	.72	.88	.58
Semantic word combination	2.19	1.49	2.71	1.57
Grammatical word combination	4.30	2.30	5.48	2.62

Note. WM=working memory.

언어적 작업기억의 능력에 따른 반응시간의 차이는 집단 간 유의한 차이를 보였으며($F=4.797, p=.031$), 상징조합의 복잡성이 증가할수록 반응시간이 유의하게 저하되는 것으로 나타났다($F=146.771, p<.001$). 집단과 상징조합 복잡성 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다($F=2.548, p=.093$, Table 8, Figure 4). 상징조합 복잡성에 대한 사후검정 결과, 한 단어는 의미적 상징조합보다 유의하게 짧은 반응시간을 보였고($p<.001$), 구문적 상징조합보다도 유의하게 짧았으며($p<.001$), 의미적 상징조합은 구문적 상징조합보다 반응시간이 유의하게 짧았다($p<.001$).

Table 8. Mixed two-way ANOVA result of response time by the complexity of symbol combination in two verbal WM groups

Sources	SS	df	MS	F	p
Group	20.697	1	20.697	4.797*	.031
Combination complexity	633.637	1.627	389.455	146.771***	<.001
Group × Combination complexity	10.999	1.627	6.760	2.548	.093
Error	341.058	128.532	2.653		

* $p<.05$, *** $p<.001$

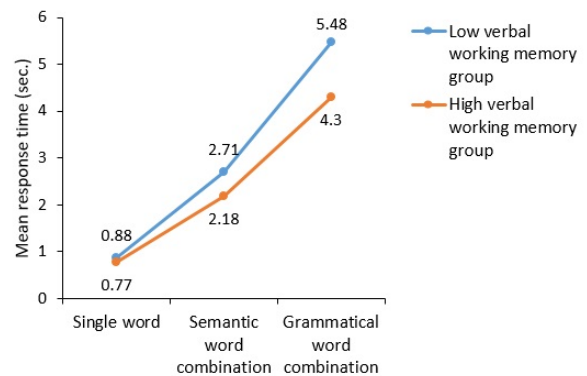


Figure 4. Mean response time in two verbal working memory groups

4. 비언어적 작업기억 능력에 따른 반응시간

비언어적 작업기억에 대한 두 집단 간 상징조합의 복잡성에 따른 반응시간을 살펴본 결과는 Table 9에 제시된 바와 같다.

Table 9. Mean response time (sec.) by the complexity of symbol combination in two non-verbal WM groups

	High verbal WM		Low verbal WM	
	Mean	SD	Mean	SD
Single word	.70	.48	1.00	1.05
Semantic word combination	2.08	1.40	2.65	1.46
Grammatical word combination	4.28	2.30	5.43	2.64

Note. WM=working memory.

비언어적 작업기억의 능력에 따른 반응시간의 차이는 집단 간 유의하였고($F=7.675, p=.007$), 상징조합의 복잡성이 증가할수록 반응시간이 유의하게 저하되는 것으로 나타났다($F=157.649, p<.001$). 집단과 상징조합 복잡성 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다($F=1.839, p=.171$, Table 10, Figure 5). 상징조합 복잡성에 대한 사후검정 결과, 한 단어는 의미적 상징조합보다 유의하게 짧은 반응시간을 보였고($p<.001$), 구문적 상징조합보다도 유의하게 짧았으며($p<.001$), 의미적 상징조합은 구문적 상징조합보다 반응시간이 유의하게 짧았다($p<.001$).

Table 10. Mixed two-way ANOVA result of response time by the complexity of symbol combination in two non-verbal WM groups

Sources	SS	df	MS	F	p
Group	30.800	1	30.800	7.675**	.007
Combination complexity	733.441	1.551	472.980	157.649***	<.001
Group × Combination complexity	8.554	1.551	5.516	1.839	.171
Error	414.061	138.011	3.000		

** $p<.01$, *** $p<.001$

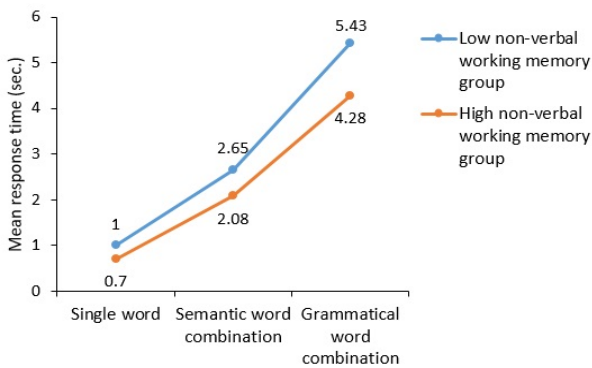


Figure 5. Mean response time in two non-verbal working memory groups

IV. 논의 및 결론

본 연구는 작업기억이 효과적이고 효율적인 의사소통의 핵심 요소임에 주목하여, AAC에 의존하는 복합적인 의사소통 요구를 지닌 학령기 아동을 위해 언어적 및 비언어적 작업기억의 영향을 탐구하였다. 전반적으로 언어적·비언어적 작업기억이 아동의 상징조합 능력에 영향을 주는 것으로 확인됨에 따라 AAC 선행 연구에서 이론으로 설명한 작업기억의 영향을 실험적으로 규명하여 뒷받침하였다는 데 큰 의의가 있다(Garrett & Kimelman, 2000; Light & Lindsay, 1991; Murray & Goldbart, 2009). 연구 결과에 대한 논의점을 각각의 작업기억 유형별로 논의하면 다음과 같다.

우선 언어적 작업기억의 경우 집단 간 정확도의 차이는 없었으나, 상징조합의 복잡성이 증가할수록 정확도가 유의하게 감소하는

경향이 확인되었다. 특히, 상징조합의 복잡성과 집단 간 상호작용이 유의한 것으로 나타나, 문법적 상징조합 수준에서 언어적 작업기억이 낮은 집단의 정확도가 언어적 작업기억이 높은 집단보다 낮게 나타났다. 이러한 결과는 동일한 구문 수준이라 하더라도 의미적 관계로만 연결된 제시어보다는 문법적인 요소를 필요로 하는 제시어에 대하여 언어적 작업기억 능력을 더 많이 필요로 하게 되고, 그것이 정확하게 상징을 선택하는 데에 영향을 끼친다는 것을 보여준다 하겠다. 반응시간에 대해서는 집단과 상징조합의 복잡성 간의 상호작용 효과는 없었으나 언어적 작업기억 능력이 낮은 아동들이 높은 아동들보다 의미적, 문법적 상징조합에서 더 긴 반응시간을 보이는 것으로 나타나 상징조합의 복잡성이 증가할수록 인지적 부담이 작용하였을 보여주었다. 특히 반응시간의 차이는 문법적 상징조합 수준에서 큰 것으로 나타났는데, 이는 내용어뿐만 아니라 기능어인 조사의 의미 해석과 함께 문장에 놓여진 단어들 간의 의미적 문법적 관계를 이해하고, 상징을 순차적으로 선택해야 하는 과제에서 언어적 작업기억이 영향을 준다는 것을 시사한다. 즉, 의미적, 문법적으로 복잡성이 증가한 제시어를 듣고, 과제를 수행하는 동안 이를 일시적으로 기억해내기 위한 음운회로의 음성 리허설 과정을 더 많이 필요로 했을 가능성을 시사한다(Baddeley, 1997, 2002).

반면에 비언어적 작업기억의 경우 정확도에 있어서 집단과 상징조합의 복잡성 간의 상호작용 효과가 없는 것으로 나타나 집단 간 비언어적 작업기억 능력의 차이가 수행에 별다른 영향을 주지는 않는 것으로 확인되었다. 그러나 언어적 작업기억과 마찬가지로 상징조합의 복잡성이 증가할수록 정확도가 감소하고, 반응시간이 증가하는 것으로 나타나 상징조합이 의미적, 구문적으로 복잡해질수록 작업기억의 주요 요소인 시공간 메모장을 통해 상징의 시각적, 공간적 정보를 처리해야 하는 부담 또한 가중됨을 알 수 있었다(Baddeley, 2000, 2002; Shin & Park, 2022; Yim et al., 2016). 비언어적 작업기억이 낮은 아동은 상징조합의 복잡성이 증가하여 더 많은 시공간적 정보처리 능력을 요구하는 상황에서 인지적 부담이 커지게 되고, 이것이 수행에 부정 영향을 주게 되는데, 이러한 결과는 정상 성인을 대상으로 실시한 Shin과 Park(2022)의 연구 결과와 맥을 같이 한다. 이들의 연구에서도 비언어적 작업기억이 낮은 집단이 높은 집단보다 더 느린 상징조합 속도를 보였는데, 이는 시공간 메모장에서의 효율적인 정보처리가 집단별로 서로 다르게 작용했기 때문으로 보았다.

본 연구는 정상발달 아동을 대상으로 실험을 진행했기 때문에 작업기억의 능력 차가 개인 간 크지 않은 편이었다. 그러나 AAC를 필요로 하는 주 대상자인 발달장애 아동의 경우에는 또래보다 작업기억의 발달이 지연되며, 그 격차도 발달장애 아동 간 클 수 있기 때문에(Hughes et al., 1994; Ozonoff & Strayer, 2001), 아동의 작업기억 발달의 이질적이고 독특한 특성을 이해하여 AAC 중재를 계획하는 것이 필요하다(O'Neill & Wilkinson, 2019). 더욱이 자폐범주성장애 아동은 작업기억이 사회적 의사소통 능력의 결핍과 상동행동 등 장애의 내재적 특성과 긴밀하게 관련되어 있으며, 주의집중력, 문제해결, 계획, 조직화, 사고의 융통성, 읽기, 언어이해 및 표현, 계산과 같은 인지적 처리과정과 행동 조절에 중요한 역할을 하기 때문에 이들의 작업기억 능력의 결함을 고려

한 증재접근이 더욱 요구된다(Kercood et al., 2014; Otero et al., 2014; Ozonoff & McEvoy, 1994).

AAC 증재 전 아동의 언어적·비언어적 작업기억의 특성을 세밀하게 평가한다면, 결함을 보이는 작업기억 능력을 보완하는 맞춤형 AAC 증재 방안을 마련할 수 있을 것이다. 만약 언어적 작업기억이 저하된 경우라면, 음운적 단서 제공, 청각적인 구어지원, 명확하고 반복적인 지시, 체계적으로 구조화된 증재 접근을 통해 언어 정보를 점진적으로 쉽게 처리하고 기억할 수 있도록 도모할 수 있을 것이다. 이때 입력지원 체계를 사용하여 구어로 제시되는 언어 정보를 시각적으로 보조하고 기억을 촉진시키는 것도 고려할 수 있겠다(Na et al., 2021).

비언어적 작업기억이 저하되었다면, 시각적 및 공간적 지원방법에 대해 집중해 볼 필요가 있다. 아동이 시공간적 정보를 효과적으로 처리하고 기억할 수 있도록, 상징의 위치를 가변적이지 않게 특정 페이지에 고정하는 것이 상징 탐색과정에서 인지적 부담을 줄이는 효과적인 방법일 수 있다(Shin & Park, 2018). 또한 처음부터 모든 상징을 화면에 제시하기보다는 목표 상징의 수를 점진적으로 제시함으로써 상징의 위치를 탐색할 때 인지적 부담을 경감시킬 수도 있을 것이다. 마지막으로 치료실 밖의 자연스러운 일상에서 아동이 AAC 상징을 충분히 접하며 그 내포된 개념과 의미를 이해하도록 하여, 실제 상징조합을 할 때에는 친숙해진 상징들을 사용하여 보다 효율적으로 의사소통할 수 있도록 도울 수 있을 것이다.

본 연구는 기초 연구로서 학령기 정상발달 아동을 대상으로 작업기억의 영향을 살펴보고 있기 때문에 복합적인 의사소통 요구가 있는 장애 아동의 특성을 직접적으로 설명하기 위해서는 후속 연구를 필요로 한다. 또한 문법적 상징조합 조건에서 주격조사 '가', 여격조사 '에게', 목적격 조사 '를'이 그림과 함께 글자로 제시되었는데 본 연구에 참여한 정상발달의 학령기 아동들은 그림에 의존하기보다는 글자를 읽고 과제를 수행했을 가능성이 높다. 반면에 문해력이 없는 장애 아동들은 그림 정보에 의존하여 조사의 의미를 추론해야 하기 때문에 정상발달 아동들보다 문법적 상징조합 조건에서의 어려움이 두드러질 것으로 보인다. 따라서 동일한 문법적 상징조합 조건에서 정상발달 아동과 문해력이 있는 장애 아동 그리고 문해력이 없는 장애 아동 간의 수행 차이를 비교해 보는 연구도 진행하여야 하겠다.

Reference

Baddeley, A. D. (1997). *Human memory: Theory and practice*. Hove, UK: Psychology Press.

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Clarendon Press/Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer. A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European*

Psychologist, 7(2), 85-97. doi:10.1037/0003-066X.56.11.851

Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4

Baddeley, A. D., & Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 126-145. doi:10.1037/0096-3445.129.1.126

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1

Beukelman, D. R., & Mirenda, P. (2013). *Augmentative and alternative communication: Supporting children and adults with complex communication needs* (4th ed.). Baltimore, MD: Paul H. Brookes.

Garrett, K. L., & Kimelman, M. (2000). AAC and aphasia: Cognitive linguistic considerations. In D. Beukelman, K. Yorkston, & J. Reichle (Eds.), *Augmentative communication for adults with neurogenic and neuromuscular disabilities* (pp. 339-374). Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing Co.

Hitch, G. J., Woodin, M. E., & Baker, S. (1989). Visual and phonological components of working memory in children. *Memory & Cognition*, 17(2), 175-185. doi:10.3758/bf03197067

Hughes, C., Russell, J., & Robbins, T. W. (1994). Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*, 32(4), 477-492. doi:10.1016/0028-3932(94)90092-2

Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149. doi:10.1037/0033-295X.99.1.122

Kercood, S., Grskovic, J. A., Banda, D., & Begeske, J. (2014). Working memory and autism: A review of literature. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(10), 1316-1332. doi:10.1016/j.rasd.2014.06.011

Kim, Y. T., Hong, G. H., Kim, K. H., Jang, H. S., & Lee, J. Y. (2009). *Receptive & Expressive Vocabulary Test (REVT)*. Seoul: Seoul Community Rehabilitation Center.

Kwak, K. J., & Jang, S. M. (2019). *Korean Wechsler Intelligence Scale for Children-fifth edition (K-WISC-V)*. Seoul: Inpsyt.

Lanfranchi, S., Carretti, B., Spanò, G., & Cornoldi, C. (2009). A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(5), 474-483. doi:10.1111/j.1365-2788.2009.01165.x

Larsson, M., & Sandberg, A. D. (2008). Memory ability of children with complex communication needs. *Augmentative and Alternative Communication*, 24(2), 139-148. doi:10.1080/07434610801897239

Lee, S.-N., & Shin, S. (2022). Validity of test items and graphic symbols for development of an AAC Symbol Assessment Tool (AAC-SAT). *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 31(1), 103-112. doi:10.15724/jslhd.2022.31.1.103

Light, J., & Lindsay, P. (1991). Cognitive science and augmentative

- and alternative communication. *Augmentative and Alternative Communication*, 7(3), 186-203. doi:10.1080/07434619112331275893
- Murray, J., & Goldbart, J. (2009). Cognitive and language acquisition in typical and aided language learning: A review of recent evidence from an aided communication perspective. *Child Language Teaching and Therapy*, 25(1), 31-58. doi:10.1177/0265659008098660
- Na, J. Y., Yang, H. J., & Yi, R. D. (2021). SLP's experiences and needs on AAC display design: Focus group interviews. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 30(4), 129-139. doi:10.15724/jslhd.2021.30.4.129
- O'Neill, T., & Wilkinson, K. M. (2019). Designing developmentally sensitive AAC technologies for young children with complex communication needs: Considerations of communication, working memory, attention, motor skills, and sensory-perception. *Seminars in Speech and Language*, 40(4), 320-332. doi:10.1055/s-0039-1692966
- Otero, T. M., Barker, L. A., & Naglieri, J. A. (2014). Executive function treatment and intervention in schools. *Applied Neuropsychology: Child*, 3(3), 205-214.
- Ozonoff, S., & McEvoy, R. E. (1994). A longitudinal study of executive function and theory of mind development in autism. *Development and Psychopathology*, 6(3), 415-431. doi:10.1017/S0954579400006027
- Ozonoff, S., & Strayer, D. L. (2001). Further evidence of intact working memory in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(3), 257-263. doi:10.1023/a:1010794902139.
- Robillard, M., Mayer-Crittenden, C., Roy-Charland, A., Minor-Corriveau, M., & Bélanger, R. (2013). Exploring the impact of cognition on young children's ability to navigate a speech-generating device. *Augmentative and Alternative Communication*, 29(4), 347-359. doi:10.3109/07434618.2013.849754
- Sandberg, A. D., Smith, M., & Larsson, M. (2010). An analysis of reading and spelling abilities of children using AAC: Understanding a continuum of competence. *Augmentative and Alternative Communication*, 26(3), 191-202. doi:10.3109/07434618.2010.505607
- Shin, S. (2022). Augmentative and Alternative Communication-Symbol Assessment Tool (AAC-SAT) (Version 1.0.1) [Computer Software]. Communication and Assistive Technology Laboratory (CAAT Lab) at Chungnam National University. Retrieved from <https://cnuslp.cnu.ac.kr/slp/student/caat-lab-board.do>
- Shin, S., & Park, H. (2018). Effect of working memory and exposure to the symbols on sentence construction using AAC graphic symbols. *Communication Sciences & Disorders*, 23(2), 392-403. doi:10.12963/csd.18496
- Shin, S., & Park, H. (2022). The effect of non-verbal working memory on graphic symbol selection. *Augmentative and Alternative Communication*, 38(2), 82-90. doi:10.1080/07434618.2022.2086909
- Sutton, A., Trudeau, N., Morford, J. P., & Smith, M. M. (2021). Expressive and receptive use of speech and graphic symbols by typically developing children: What skills contribute to performance on structured sentence-level tasks? *International Journal of Speech-Language Pathology*, 23(2), 155-167. doi:10.1080/17549507.2020.1756406
- Thistle, J. J., & Wilkinson, K. M. (2013). Working memory demands of aided augmentative and alternative communication for individuals with developmental disabilities. *Augmentative and Alternative Communication*, 29(3), 235-245. doi:10.3109/07434618.2013.815800
- Trudeau, N., Sutton, A., & Morford, J. P. (2014). An investigation of developmental changes in interpretation and construction of graphic AAC symbol sequences through systematic combination of input and output modalities. *Augmentative and Alternative Communication*, 30(3), 187-199. doi:10.3109/07434618.2014.940465
- Trudeau, N., Sutton, A., Dagenais, E., de Broeck, S., & Morford, J. (2007). Construction of graphic symbol utterances by children, teenagers, and adults: The effect of structure and task demands. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(5), 1314-1329. doi:10.1044/1092-4388(2007)092
- Trudeau, N., Sutton, A., Morford, J. P., Côté-Giroux, P., Pauzé, A.-M., & Vallée, V. (2010). Strategies in construction and interpretation of graphic-symbol sequences by individuals who use AAC systems. *Augmentative and Alternative Communication*, 26(4), 299-312. doi:10.3109/07434618.2010.529619
- Wagner, B. T., & Jackson, H. M. (2006). Developmental memory capacity resources of typical children retrieving picture communication symbols using direct selection and visual linear scanning with fixed communication displays. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(1), 113-126. doi:10.1044/1092-4388(2006)009
- Wagner, B. T., Shaffer, L. A., Ivanson, O. A., & Jones, J. A. (2021). Assessing working memory capacity through picture span and feature binding with visual-graphic symbols during a visual search task with typical children and adults. *Augmentative and Alternative Communication*, 37(1), 39-51. doi:10.1080/07434618.2021.1879932
- Yim, D., Kim, Y. T., & Yang, Y. (2016). Exploring the utility of verbal and visuospatial working memory for identifying children with language impairment. *Communication Sciences & Disorders*, 21(2), 193-205. doi:10.12963/csd.16282

Appendix 1. List of stimulus words & messages included in the symbol combination task

상징조합 수준	#	자극어 목록
한 단어	1	안경
	2	자요
	3	할머니
	4	장난감
	5	아기
의미적 단어조합	6	포도-좋아해요
	7	할아버지-장갑
	8	선생님-주스
	9	바지-싫어해요
	10	할아버지-포도-좋아해요
문법규칙을 적용한 단어조합	11	엄마-가-찾아요
	12	아빠-에게-줘요
	13	아빠-가-휴지-찾아요
	14	엄마-에게-열쇠-줘요
	15	아빠-가-엄마-에게-휴지-줘요

학령기 아동의 작업기억 능력에 따른 AAC 상징조합 능력

신상은^{1*}

¹ 충남대학교 대학원 언어병리학과 교수

목적: 본 연구에서는 복잡한 의사소통 요구를 지닌 장애 아동을 위한 효과적인 AAC 중재의 근거를 마련하기 위해 학령기 정상발달 아동을 대상으로 언어적·비언어적 작업기억능력이 AAC 상징조합 능력에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

방법: 총 32명의 정상발달 학령기 아동이 연구에 참여하였고, 이들을 언어적·비언어적 작업기억 능력에 따라 두 집단으로 분류하였다. 실험과제로 보완대체의사소통-상징도구평가(AAC-SAT)의 상징 의사소통 수준 평가를 사용하였으며, 한 단어, 의미적 상징조합, 문법적 상징조합 조건에 대해 상징선택의 정확도와 반응시간을 측정하였다. 연구 참여자의 과제 수행은 AAC-SAT의 자동수행분석 프로그램을 이용하여 수집하고 분석하였다. 통계방법으로 이원분산분석과 분포로니 사후검정을 실시하였다.

결과: 연구 결과 언어적 및 비언어적 작업기억에 대한 두 집단 간 정확도의 차이는 유의하지 않았으나, 상징조합의 복잡성이 증가할수록 정확도가 유의하게 감소했으며, 언어적 작업기억과 비언어적 작업기억 모두에서 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 반응시간 측면에서 언어적 및 비언어적 작업기억 능력은 집단 간 그리고 상징조합의 복잡성에 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉 언어적 작업기억은 집단 간 반응시간 차이가 유의하여 작업기억 능력이 높은 집단의 반응속도가 빠른 것으로 나타났으며, 이러한 차이는 비언어적 작업기억에서도 확인되었다. 또한 두 작업기억 유형에서 한 단어, 의미적 상징조합, 구문적 상징조합 간 반응시간의 차이가 유의하였고 복잡성에 따라 반응시간이 더 증가하는 것으로 나타났다.

결론: 상징조합의 복잡성이 높아질수록 정확도와 반응시간에 영향을 미치므로, 작업기억 능력이 상대적으로 낮은 아동의 인지적 부담을 줄이기 위한 AAC 중재 전략의 필요성이 논의되었다.

검색어: 작업기억, 보완대체의사소통, 상징조합, 학령기 아동

교신저자: 신상은(충남대학교)

전자메일: sashin@cnu.ac.kr

게재신청일: 2024. 12. 15

수정제출일: 2024. 12. 30

게재확정일: 2025. 01. 31

이 연구는 충남대학교 2023, 2024 교육·연구 및 학생지도비에 의해 지원되었음.

ORCID

신상은

<https://orcid.org/0000-0003-0148-7829>

참고 문헌

- 곽금주, 장승민 (2019). **한국 웨슬러 아동 지능검사 5판**. 서울: 인사이트.
- 김영태, 홍경훈, 김경희, 장혜성, 이주연 (2009). **수용·표현 어휘력 검사**. 서울: 서울장애인종합복지관
- 나지영, 양희재, 이루다 (2021). 언어재활사의 보완대체의사소통 화면 디자인에 대한 경험 및 요구 연구: 포커스 그룹 인터뷰. **언어치료연구**, 30(4), 129-139.
- 신상은 (2022). 보완대체의사소통-상징평가도구(AAC-SAT)(버전 1.0.1) [컴퓨터 소프트웨어]. 충남대학교 의사소통과보조공학연구실(CAAT Lab). <https://cnuslp.cnu.ac.kr/slp/student/caat-lab-board.do>

- 신상은, 박희영 (2018). 작업기억과 노출횟수가 AAC 그림상징을 이용한 문장구성에 미치는 영향. **Communication Sciences & Disorders**, 23(2), 392-403.
- 이세나, 신상은 (2022). 보완대체의사소통 상징평가 도구(AAC-SAT) 개발을 위한 검사 문항 및 그림상징 타당도 연구. **언어치료연구**, 31(1), 103-112.
- 임동선, 김영태, 양윤희 (2016). 언어장애아동 판별을 위한 구어 및 시공 간적 작업기억의 효용성 탐색. **Communication Sciences & Disorders**, 21(2), 193-205.