

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

Dongsun Yim, Shin-Young Kim, Yoonhee Yang

Department of Communication Disorders, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Correspondence: Dongsun Yim, PhD
Department of Communication Disorders,
Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil,
Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea
Tel: +82-2-3277-2120
Fax: +82-2-3277-2122
E-mail: sunyim@ewha.ac.kr

Received: April 5, 2015
Revised: May 6, 2015
Accepted: May 18, 2015

This work was supported by the National Research Foundation of Korea grant funded by the Korean government (NRF-2014S1A5A8017863).

Objectives: The purpose of this study was to classify working memory tasks into several categories and to find the coherent and predictable factors of children's receptive vocabulary and Quick Incidental Learning (QUIL). **Methods:** A total of 56 children (24 children with Receptive Vocabulary Delay [RVD] and 32 children aged 4 to 8 with Normal Language [NL]) participated in the study. Their language skills and working memory capacity were measured through the Receptive Vocabulary Test (REVT-R), QUIL, the Working Memory Tasks (WMT)—varying in modality (visual vs. auditory) and stimulus types (numbers, colors, shapes, and words)—Nonword Repetition, the Compete Language Processing Task (CLPT), and Matrix. Exploratory factor analysis and stepwise regression were used in data analysis. **Results:** In NL group, 11 WMTs were classified into two factors: Simple WMT (SWMT) and Complex WMT (CWMT, i.e., Dual-processing WMT [DWMT] + Multi-processing WMT [MWM]). However, in RVD group, WMTs were classified into three factors: SWMT, DWMT, and MWM. SWMT and CWMT were the strongest predictors of receptive vocabulary for the NL group, whereas SWMT and DWMT were the strongest predictors for the RVD group. In addition, CWMT was the best predictor of QUIL for the NL group, whereas no predictor of QUIL was found for the RVD group. **Conclusion:** All of the 11 WMTs were classified into several factors depending on domain, modality and information processing load. These results indicate that it is important to pay attention to integrated cognitive measures for working memory in visual and auditory modalities, and linguistic and non-linguistic stimulus types.

Keywords: Factor analysis, Regression, Working memory, Receptive vocabulary, QUIL

언어발달 과정에서 인지 및 청력, 시각 등 감각, 정서, 그리고 신경학적 결함이 동반되지 않고 나타나는 발달언어장애를 단순언어장애(specific language impairment)라고 하는데(Stark & Tallal, 1981), 단순언어장애 아동은 어휘습득이나 구문 및 형태론, 화용론 등 언어의 전반적인 영역에서 어려움을 보인다(Kail, Hale, Leonard, & Nippold, 1984; Leonard, 1989). 어휘는 특히 의사소통을 위한 언어 지식의 기초 자원이 된다는 점에서 중요한데, 어휘발달 지체는 단순언어장애 아동이 초기부터 보이는 전형적인 특징으로(Leonard,

Nippold, Kail, & Hale, 1983) 또래에 비해 어휘의 발달 속도가 늦고 어휘집의 크기가 작으며 제한된 어휘를 사용하는 것으로 다수의 선행연구들에서 보고된 바 있다(Gray, Plante, Vance, & Henriksen, 1999; McGregor, 1997). 언어발달 과정에서 나타나는 이러한 발달적 언어 문제에 대해, 언어 자체보다는 언어라는 정보에 접근하고 그것을 처리하는 인지적 과정의 문제로 접근하는 연구들이 꾸준히 있어 왔다(Leonard et al., 2007). 즉, 이러한 입장에 따르면 입력된 정보를 처리하는 기제가 효율적이지 못하거나 제한적일 때 언

어문제가 발견되며, 따라서 발달기의 언어장애 아동들은 이러한 처리상의 결함이 그들이 보이는 언어문제의 원인이라는 것이다.

Kail과 Salthouse (1994)는 처리능력을 세 가지 관점에서 정의한 바 있는데, 작업영역으로서의 공간(space), 그리고 처리에 필요한 힘을 의미하는 에너지(energy), 마지막으로 처리 속도 측면에서의 시간(time)이다. 즉, 작업 공간이 작거나, 또는 가용할 수 있는 자원이 부족하거나, 정보 처리의 속도가 늦은 경우 제한된 처리능력을 초래한다는 것이다. 이 중에서 특히 공간과 에너지의 관점은 '처리 용량(processing capacity)'의 개념으로 논의될 수 있는데, 다시 말해 작업을 할 수 있는 공간의 크기와 가용할 수 있는 에너지의 총합을 처리 용량이라고 본다(Leonard et al., 2007). 언어장애 아동들이 보이는 표면적인 언어문제 혹은 언어발달의 기저 요인을 밝히고자 하는 많은 연구들이 작업기억(working memory)에 주목하였는데(Baddeley, 1992; Cleary, Pisoni, & Kirk, 2000; Dollaghan & Campbell, 1998; Gathercole & Baddeley, 1990; Just & Carpenter, 1992; Montgomery, 2000), '처리 용량'은 작업기억 과제들을 수행할 때 중요한 제약 요인으로 작용한다. 작업기억이란 다양한 인지 과제를 수행하는 동안 정보를 일시적으로 저장하고 유지하며 조작하는 제한된 용량의 처리 체계(Baddeley, 1992)로, 이러한 작업기억은 언어 이해, 추론, 문제 해결 등과 같은 복잡한 언어 및 인지 처리 과정에서 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Just & Carpenter, 1992).

Baddeley (1992)는 작업기억을 음운적 작업기억과 관련 있는 음운루프(phonological loop), 시공간적 작업기억과 관련 있는 시공간 스케치패드(visuospatial sketchpad), 그리고 다른 두 가지 하위체계로부터 정보를 통합하고 관리하는 상위체계인 중앙집행기(central executive)의 세 가지 하위 요소로 구분하였다. 이와 같이 정의된 작업기억을 측정하기 위하여 다양한 과제들이 개발되었는데, 우선 음운적 작업기억을 평가하는 대표적인 과제로 비단어따라말하기를 들 수 있다(Gathercole & Baddeley, 1990). 비단어따라말하기 과제를 수행할 때에는 청각적으로 입력된 익숙하지 않은 음운적 형태를 처리하여 분석하고, 그 음운 표상을 부호화하여 저장하고 유지하면서 최종적으로 구어로 산출하는 일련의 과정을 거친다. 이러한 처리 과정에서 중요한 역할을 하는 것이 음운루프인데, 음운루프는 청각적으로 입력되는 정보들을 일시적으로 저장하고 처리함으로써 새로운 음소를 습득하고 구어의 소리구조를 학습하는 데에 중요한 역할을 한다(Baddeley, 2000). 많은 선행연구들에서 비단어따라말하기는 구어 작업기억과 관련이 있음을 밝혔으며(Botting & Conti-Ramsden, 2010; Gathercole, 2006; Gathercole & Baddeley, 1989), 또한 일반아동과 언어장애아동 간 비단어따라말하기 과제의 유의한 수행력 차이를 밝힘으로써(Gathercole & Baddeley, 1990;

Swanson & Sachse-Lee, 2001; Yang, Yim, Kim, & Han, 2013) 언어장애아동을 선별하는 도구로 임상적 유용성을 검증받아왔다.

작업기억의 하위요소 중 시공간 스케치패드는 시간적 정보와 공간적 정보를 일시적으로 기억하고 유지하는 기능을 한다(Swanson & Siegel, 2001). 시공간적 작업기억에 대한 선행연구의 결과들은 일관적이지 않으나, 단순언어장애 아동의 시공간 스케치패드 과제 수행력이 일반아동에 비해 낮음을 밝히며 언어능력과의 상관관계를 검토한 연구가 있다(Archibald & Gathercole, 2006; Hong & Yim, 2014; Montgomery, 1993). 또한 Kyttilä, Aunio, Lepola와 Hautamäki (2014)은 4-7세 일반아동을 대상으로 한 연구에서 시공간적 작업기억이 언어문제 해결력에 중요한 역할을 함을 밝힌 바 있다. 이러한 시공간 스케치패드를 측정하기 위한 과제로는, 동일한 크기로 분할된 행렬 안에서 제시되는 시각적 자극을 기억하여 저장하고 인출해내는 과제인 매트릭스를 들 수 있다.

구어 및 문어에 어려움을 초래하는 주된 원인은 음운처리 결함을 들 수 있으나(Kohnert, Windsor, & Miller, 2004), 언어 및 비언어 처리의 기저의 더욱 광범위하고 미세한 인지적 결함이 음운처리 결함, 비효율적인 처리 속도, 작은 작업기억 용량 등의 요소들과 함께 작용한다(Miller, Kail, Leonard, & Tomblin, 2001). 이러한 관점에서, 언어지식만을 측정하고 있는 기존의 평가도구들에서 나아가 이러한 인지-언어적인 다양한 요소들을 고려한 언어평가에 대한 필요성이 꾸준히 제기되고 있다(Kohnert, Windsor, & Yim, 2006; Leonard et al., 2007). 더불어 아동 개개인이 갖고 있는 내재적인 언어지식과 경험, 능력에 의존하거나 특정 집단에 유리하지 않도록 하는 새로운 언어처리 측정 과제가 요구되고 있다(Campbell, Dollaghan, Needleman, & Janosky, 1997; Kohnert et al., 2006). 기존의 수많은 경험-의존적인 언어 측정 과제들은 다양한 문화적-언어적 배경을 지닌 아동들을 평가하고, 차이를 민감하게 살펴 언어장애 아동을 진단하고자 할 때, 잘못된 판단을 내릴 수 있는 위험성이 존재하였다(Silliman, Wilkinson, & Brea-Spahn, 2004). 이와는 달리, 언어-기반 처리 과제는 언어적인 단위를 사용하면서도 모든 대상자들에게 동일하게 친숙하거나(예: 숫자, 색깔과 같은 고빈도 어휘) 또는 동등하게 친숙하지 않은 자극들을 사용하기 때문에, 지식이나 경험이 개입될 수 있는 여지를 최소화한다. 따라서 문화적 또는 언어적으로 다양한 배경을 갖는 아동들에게 보다 동등하게 유용한 평가 과제가 될 수 있다(Kohnert, 2004). 언어-기반 처리 측정 과제는 문화적 또는 언어적으로 다양한 배경과 능력의 학습자를 대상으로 보다 편향 없이 언어장애를 진단할 수 있으며, 전통적으로 사용되고 있는 경험-의존적인 평가도구를 대체할 도구로 제안되고 있다. 그중 Competing Language Processing Task (CLPT)와 비단

어따라말하기 과제가 언어적으로 다양한 학습자들을 위한 경험의존적이지 않고 편향적이지 않은 대표적인 ‘처리-의존적’인 측정 도구로 사용될 수 있다(Kohnert et al., 2006). CLPT는 정오판단 및 단어회상의 두 가지 작업을 동시에 수행할 것을 요구하는 이중 과제로서, 저장(storage)과 처리(processing)가 동시에 일어나는 기능적인 작업공간을 측정하는 과제라는 특징을 갖는다. 비단어따라 말하기는 문화 및 언어적으로 다양한 배경과 능력을 지닌 아동들 중에서 언어장애를 진단하는 데 보다 민감하고 확실한 측정 도구로 꾸준히 제안되어왔다(Kohnert et al., 2006). 이와 같이 작업기억 과제들은 기존의 언어 평가 도구들에 비해, 평가 대상자가 가진 경험과 지식들에 의존하지 않고 언어처리 능력만을 더욱 정밀하게 측정할 수 있다는 강점을 가진다. 그러나 언어능력 중 특히 어휘는 의사소통을 위한 기초적인 자원이며, 어휘력은 언어 이해, 추론, 문제 해결 등과 같은 보다 고차원적인 언어 및 인지 처리 과정에 필수적이다. 따라서 작업기억 능력을 검토하면서, 어휘력 및 어휘학습능력 등 기존의 언어 평가 도구들에서 강조해 온 언어의 의미론적 영역을 간과해서는 안 될 것이다.

음운적 작업기억과 시공간적 작업기억이 언어문제 해결에 서로 다른 영향을 미침을 밝힌 선행연구(Kyttälä et al., 2014)에서 볼 수 있듯이, 작업기억의 하위체계인 음운루프와 시공간 스케치패드들은 분리된 영역으로 고려된다. 음운루프와 시공간 스케치패드는 각각 청각적 작업기억(auditory working memory)과 시각적 작업기억(visual working memory) 영역으로 설명되면서도, 또한 양식 특정적(modality-specific)인 저장 공간으로 설명되기도 한다(Leonard et al., 2007). 음운루프는 언어적인 정보를 처리하는 공간이라면, 시공간 스케치패드는 시각적이며 비언어적인 정보를 즉각적으로 처리하는 공간이라는 것이다. 이러한 관점에서 Leonard 등(2007)은 다양한 작업기억 및 처리 과제가 언어적(linguistic)/비언어적(non-linguistic), 또 구어적(verbal; auditory)/비구어적(nonverbal; visual) 요인으로 분류됨을 확증적 요인분석(confirmative factor analysis)으로 증명하 바 있다. 한편, 많은 연구들에서 다양하게 사용되는 처리 의존 과제들은 과제 수행에 요구되는 인지 과정의 복잡성이 다르다. 예를 들어, 입력되는 정보를 내적으로 반복하여 그대로 회상 산출하는 과제에 비해, 입력된 정보를 역순으로 재배열하여 회상 산출하는 과제는 인지적 부담(load)이 높을 수밖에 없다. 또한 정보를 회상함과 동시에 입력된 정보의 정오를 판단하는 등의 처리를 해야 하는 이중적인 과정을 동시에 수행해야 하는 과제 역시 높은 인지적 부담을 요구한다. 따라서 본 연구에서는 영역(domain), 양식(modality), 부하(load)에 따라 분류할 수 있는 여러 가지 작업기억 과제가 어떠한 공통적 특성으로 묶일 수 있는지 검토

해 보고자 한다. 본 연구에서 사용된 과제는 아동들에게 친숙한 숫자/색깔/모양/단어 범주의 자극을 사용하면서 시청각의 이원적 방식으로 제시함으로써(Yim, Yang, & Kim, 2015) 영역 특정적인 자극제시 방식에 따라 처리가 다르게 나타날 수 있는지 검토해 보고자 하였다. 또한 자극정보를 처리할 때 요구되는 부하(load) 및 자극의 언어적·비언어적 양식(modality)에 따라 작업기억 과제들 간 수행력 차이가 나타나는지 분석하고자 한다.

어휘력은 오랜 시간 동안 전통적으로 아동의 언어능력을 측정할 때 사용되어 온 기준이다. 어휘(vocabulary)는 언어능력의 기반 지식으로, 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기 등의 의사소통 과정과 밀접하게 연결되어 있으며, 교육이나 경험을 통해 이미 습득되거나 학습된 형태의 지식으로 분류된다(Gray, 2006). 그러나 경험과 학습배경이 다른 아동들을 대상으로 언어능력을 측정할 때에는 기존의 경험-의존적 지식인 어휘력보다는 언어학습 능력을 강조하는 과제를 사용하여 아동의 언어능력을 보다 정확하고 편향 없이 평가하려는 연구들이 많다(Gray & Brinkley, 2011; Von Koss Torkildsen et al., 2008). 그 대표적인 예로, 빠른 연결(fast mapping) 능력이 있다. 아동의 어휘습득은 입력된 새로운 낱말의 의미를 맥락에서 추론하는 동시에 그 음운형태를 저장하는 능력과 관련되어 있는데(Montgomery, 2002), 주어진 맥락에서 새로운 낱말과 그 낱말이 지시하는 대상을 빠르게 연결시켜 새로운 어휘를 학습하는 인지적 기술을 ‘빠른 연결’이라고 한다(Carey & Bartlett, 1978). 빠른 연결 능력은 초기 어휘발달에 중요한 역할을 하며, 이러한 능력은 대부분의 아동들에게 큰 어려움 없이 자연스럽게 습득되는 것으로 알려져 있다(Oetting, Rice, & Swank, 1995). 빠른우연학습(quick incidental learning, QUIL)은 빠른 연결 능력을 측정하는 과제로서, 새로운 어휘를 사용하여 만든 이야기를 삽입한 영상을 보여주고, 어떠한 명시적인 단서도 없이 새로운 어휘에 노출되었을 때 아동이 암묵적으로 학습하는지 여부를 평가한다(Oetting, Rice, & Swank, 1995). 다수의 선행연구에서 단순언어장애 아동들의 빠른우연학습 과제 수행력이 일반아동에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났으며(Bishop, 1992; Yang et al., 2013), 또한 빠른우연학습 과제 수행력이 학령전기 일반 아동 집단의 수용어휘력을 유의하게 예측해 주는 변수로 검증된 바 있다(Yang et al., 2013). 본 연구에서는 아동의 언어능력을 측정하는 과제로서 표준화된 검사도구인 수용어휘력 검사(Kim, Hong, Kim, Jang, & Lee, 2010)와 빠른우연학습 과제를 사용하여, 두 가지 과제를 유의하게 예측해 주는 변수를 찾아보고자 한다.

탐색적 요인분석(factor analysis)은 여러 가지 변수들로부터 소수의 잠재변수(latent variable)를 찾아내는 통계적 과정이다(Kang, 2013). 탐색적 요인분석은 일반적으로 측정변수들 내부의 구조를

파악하거나, 같은 개념을 측정하려고 하는 변수들이 동일한 요인으로 분류되는지 확인하고자 하는 경우, 또는 측정변수들 간 상관관계가 높은 변수들끼리 묶어서 전체의 특성을 파악하고자 하는 경우 사용되며, 요인분석을 통하여 추출된 요인들을 회귀분석이나 판별분석의 설명변수로 활용하고자 하는 경우에도 사용할 수 있다(Suhr, 2005). 또한 측정도구의 타당성을 평가하는 데에도 사용되는데, 국내 선행연구들을 검토해 보면 요인분석을 통하여 설문지 등의 구성타당도를 평가한 연구가 대부분이다(Choi, 2012; Lee & Kwon, 2006). 하지만 언어병리학 분야에서는 요인분석을 사용한 연구를 찾아보기 어려우며, 특히 다수의 변수들 간의 잠재적 구조를 발견해내는 탐색적 요인분석을 사용한 연구는 더욱 찾아볼 수 없다. 아동의 언어능력 및 언어능력과 관련 있는 기저의 인지능력을 측정하는 다양한 과제들이 개발되고 있음에도, 상관관계가 높은 과제들을 하나의 요인으로 분류하든가 또는 요인으로 묶여지지 않는 과제 중 중요도가 낮은 과제를 탈락시켜 평가의 효율성을 기하려는 시도를 찾아보기 어려운 실정이다.

이러한 문제의식에서 본 연구는, 기존에 개발되어 사용되어 온 처리기반 과제인 다양한 작업기억 과제들의 임상적 효율성을 확보하기 위하여 (1) 다양한 작업기억 과제들이 몇 개의 요인으로 분류될 수 있는지를 검토하고, 추출된 각 요인이 (2) 수용어휘력의 설명변수가 될 수 있는지, 그리고 (3) 암묵적 어휘학습 능력인 빠른우연 학습 과제 수행력의 설명변수가 될 수 있는지 여부를 검토하고자 하였으며, 연구대상을 언어능력에 따라 두 개의 집단으로 나누어 각 집단별로 위와 같은 특징이 다르게 나타나는지를 알아보하고자 하였다.

연구 방법

연구대상

본 연구는 서울 및 수도권 지역에 거주하는 만 4-8세의 아동 56명(남아 24, 여아 32)을 대상으로 하였으며, (1) 아동의 주 양육자 또는 어린이집 및 초등학교 담임교사에 의해 인지 및 신체능력이 정상 범주에 속하는 것으로 보고되고, (2) 카우프만 아동용 지능검사(Korean Kaufman Assessment Battery for Children, K-ABC; Moon & Byeon, 2003)의 비언어성 지능지수가 85점(-1SD) 이상이며, (3) 정서 행동, 감각(시각 및 청각), 사회적 상호작용 등의 문제가 없고, 기타 신경학적 결함의 이력이 없는 아동으로 선정하였다. 대상 아동들의 평균 생활연령은 73.45 (SD = 15.007)개월, 비언어성 지능지수의 평균은 112.88 (SD = 13.468)점이었다.

본 연구에 참여한 아동들은 표준화 언어검사인 수용어휘력 검

Table 1. Participants' characteristics

	RVD (N=24)	NL (N=32)	F
Age (mo)	70.46 (15.731)	74.41 (14.235)	.964
Nonverbal IQ ^a	109.92 (14.679)	115.06 (12.266)	2.039
Receptive vocabulary ^b	41.88 (19.461)	78.13 (20.342)	45.183*

Values are presented as mean (SD).

RVD=children with receptive vocabulary delay; NL=children with normal language.

^aKorean Kaufman Assessment Battery for Children (Moon & Byeon, 2003), ^bReceptive & Expressive Vocabulary Test (Kim, Hong, Kim, Jang, & Lee, 2010).

* $p < .001$.

사(Receptive & Expressive Vocabulary Test; Kim et al., 2010) 수행력에 따라 2개의 집단으로 분류되었는데, 수용어휘력 점수가 또래 대비 -1.25SD 미만인 아동들은 수용어휘지체 아동 집단으로, 수용어휘력 점수가 정상발달 범주인 아동들은 일반아동 집단으로 배치되었다.

수용어휘지체 아동 집단(n=24; 남아 12, 여아 12)의 평균 생활연령은 70.46 (SD = 15.731)개월, 비언어성 지능지수의 평균은 109.9 (SD = 14.7)점, 수용어휘력의 평균은 41.88 (SD = 19.461)이었으며, 일반아동 집단(n=32; 남아 12, 여아 20)의 평균 생활연령은 74.41 (SD = 14.235)개월, 비언어성 지능지수의 평균은 115.1 (SD = 12.3)점, 수용어휘력의 평균은 78.13 (SD = 20.342)점이었다.

집단의 통제가 잘 되었는지 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 통하여 검증한 결과, 두 집단의 생활연령과 비언어성 지능지수에 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 수용어휘력 점수에만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F_{(1,54)} = 45.183, p < .001$). 각 집단의 생활연령, 비언어성 지능지수, 수용어휘력 점수의 평균 및 표준편차는 Table 1에 제시하였다.

연구 도구

본 연구에서는 아동들의 작업기억을 다각적으로 측정하고, 다양한 과제가 몇 개의 요인으로 분류될 수 있는지 확인한 후, 각 요인이 아동의 언어능력을 설명하는 변수로 활용될 수 있는지를 검토하기 위하여 다음과 같은 과제들을 실시하였다.

작업기억 평가 과제

숫자/색깔/모양/단어폭 기억 과제(digit/color/shape/word span)

본 과제는 선행 연구에서 사용된 과제(Herlitz, Airaksinen, & Nordström, 1999; Lewin, Wolgers, & Herlitz, 2001)를 수정하여 개발한 것으로서(Yim et al., 2015) 숫자, 색깔, 모양, 단어의 네 가지 자극 유형을 시각적 및 청각적 방식으로 제시하고 아동에게 기억하게 하는 과제이다. 자극유형 및 자극제시 방식에 따라 총 여덟 가지의

과제로 구성되어 있으며, 반응의 방법 또한 청각과제에서는 구어로, 시각과제에서는 비구어(가리키기)로 반응하도록 통제하였다. 과제는 자극유형 및 자극제시 방식에 따라 네 가지로 균형배치(counterbalance)되어 연구 참여 아동들에게 무선배치되었다.

모든 과제는 자극의 개수가 최소 2개(1단계)에서 최대 7개(6단계)까지 6개 단계로 구성되었으며, 각 단계는 2문항으로서 총 12문항으로 구성되어 있다. 목표 자극은 사전에 무선배치로 만들어져 Microsoft PowerPoint로 제시되며, 각 과제의 목표 자극은 숫자 폭 기억하기(digit span)는 1에서 9 사이의 숫자 목록, 색깔 폭 기억하기(color span)는 9개의 색깔(빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 보라, 분홍, 하양, 검정), 모양 폭 기억하기(shape span)는 9개의 모양(□[네모], ○[동그라미], △[세모], ♥[하트], ⇨[화살표], ♣[꽃], ♠[해], ◁[달], ☆[별]), 단어 폭 기억하기(word span)는 아동에게 친숙한 1-3음절의 단어 56개로 구성되어 있다. 자극제시 방식에 따라 아동은 통제된 방법으로 반응해야 하며, 자극 종류에 상관없이 모든 문항은 정반응하는 경우 1점, 오반응하는 경우 0점으로 표기하되, 한 단계에서 두 문항에 모두 오반응하는 경우 과제를 중단한 후 다음 과제를 진행한다.

비단어따라말하기(Nonword repetition)

본 과제는 아동의 음운 작업기억 용량을 측정하기 위한 과제로서, 선행연구(Lee, Kim, & Yim, 2013)의 과제를 사용하였다. 2음절에서 6음절의 비단어들이 음절길이별로 4개씩 총 20문항으로 구성되어 있으며, 모든 문항은 음성파일을 통해 제시된다. 과제가 시작되기 전 검사자는 정해진 지시문을 통해 아동에게 검사 방법을 전달하게 되며, 아동이 검사의 내용을 숙지하였는지 확인한 후 검사를 진행한다. 아동은 헤드폰을 착용하여 비단어를 듣고 즉시 따라 말하게 되며, 아동이 바르게 따라 말한 음절에 1점을 부과하여 총점을 기록하였다. 본 연구에서 사용된 비단어따라말하기 과제는 Appendix 1에 제시하였다.

문장 폭 기억과제(Competing language processing task)

본 과제는 아동의 저장과 처리의 이원적 작업기억 용량을 측정하기 위한 것으로서, 선행연구(Gaulin & Campbell, 1994)에서 사용된 과제를 수정, 보완하여 만든 한국어 문장 폭 기억과제(Kim & Yim, 2012)이다. 검사자는 아동에게 녹음된 음성파일을 들려주고 아동에게 정오판단(예/아니오)과 동시에 마지막 단어를 회상하여 산출하게 한다. 본 연구에서 사용된 과제는 들려주는 문장의 수가 한 개(1단계)에서부터 여섯 개까지(6단계) 6단계로 구성되어 있으며, 각 단계는 두 개 문항씩 총 42개의 문장(맞는 문장 22개, 틀린

문장 20개)으로 이루어져 있다. 각 문항의 모든 문장이 제시된 후 아동은 마지막 단어를 한꺼번에 회상하여 산출하며, 순서와 상관없이 바르게 회상한 단어에 1점씩 부과하여 총점을 기록하였다. 본 연구에서 사용된 문장 폭 기억과제의 단계별 예시는 Appendix 2에 제시하였다.

매트릭스(Matrix)

본 과제는 시공간 작업기억을 측정하기 위해 개발된 선행연구(Kim & Yim, 2012)의 과제를 아동들에게 덜 지루할 수 있도록 시각적 도안만을 변경하여 사용하였다. 아동은 컴퓨터 화면에 제시된 3×3 검정색 매트릭스에 점등되는 주황색 불의 순서를 기억한 후 역순으로 가리키게 된다. 점등되는 칸의 수는 2개(1단계)부터 5개(4단계)로 점차 늘어나며, 1단계와 2단계가 각각 4문항씩, 3단계와 4단계가 각각 5문항씩으로 총 18문항으로 구성되어 있다. 아동이 정반응한 문항에 각 1점씩 부과하여 총점을 계산한다.

빠른우연학습(Quick Incidental Learning of Words)

본 과제는 아동의 암묵적 어휘학습능력을 평가하기 위한 과제로, Oetting 등(1995)의 과제를 한국어에 맞게 수정 보완하여 개발한 Yang 등(2013)의 과제를 사용하였다. 아동은 헤드폰을 착용하고 약 5분 분량의 애니메이션 영상 두 개를 보게 되며, 각 영상은 균형배치(counterbalance)되어 대상 아동들에게 제시된다. 영상은 학령전기 아동이 이해하기 쉬운 구문표현으로 만들어진 한국어 내레이션이 삽입되었고, 두 개의 영상에는 아동이 습득해야 하는 목표단어(가상단어) 10개가 포함되어 있다. 목표단어는 5개의 명사와 5개의 동사로 구성되어 있으며, 검사자는 하나의 영상이 끝난 후 즉시 아동의 목표단어 습득 여부를 네 개의 그림 가운데 고르는 방식으로 평가한다. 그 후 다음 영상을 보여주고 동일한 방식으로 검사를 진행한다. 본 연구에서 사용된 빠른우연학습 과제의 예시는 Appendixes 3, 4에 제시하였다.

연구 절차

본 연구는 2014년 9월부터 2015년 2월까지 6개월 동안 진행되었다. 연구에서 사용된 모든 과제는 독립된 공간에서 연구자와 대상자 간 일대일의 방식으로 진행되었으며, 대상자별 총 1회의 검사에 약 2시간이 소요되었다. 선별검사인 카우프만 아동용 지능검사(K-ABC)와 수용어휘력 검사(REVT-R) 실시 후, 순서효과를 배제하기 위하여 본 연구의 과제인 11개 작업기억 과제들과 빠른우연학습 과제를 모든 아동에게 동일한 순서로 실시하였다. 다만, ‘숫자/색깔/모양/단어폭 기억과제’의 경우 선행연구(Yim et al., 2015)에서 사용된

것과 동일한 방식으로 균형배치(counterbalance)하여 제시하였다.

자료분석 및 결과처리

본 연구는 각 과제가 요인분석에 적합한지에 대한 검증 절차를 거쳐 탐색적 요인분석을 실시하였다. 요인추출방법은 주 성분분석(Principal Component Analysis)을 사용하였고, 요인회전은 직교 회전방법인 Varimax를 사용하였다. 요인적재값(factor loading)의 기준치는 .50을 적용하였다. 요인이 추출되면 각 요인이 집단의 수용어휘력(REVT-R) 및 빠른우연학습(QUIL)의 설명변수가 될 수 있는지 알아보기 위하여 단계적 중다회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하였다. 본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS ver. 19 (IBM SPSS, Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 분석은 두 집단(수용어휘지체아동 집단, 일반아동 집단)에 대해서 동일하게 실시하였다.

연구 결과

정보처리 특성에 따른 작업기억 과제의 집단별 요인분석 결과

요인분석을 하기에 앞서, 수집된 자료가 요인분석에 적합한지를 검증하기 위하여 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 표본적합성 측도와 Bartlett의 구형성 검정을 실시하였다. 일반아동 집단에서 KMO값은 .887, Bartlett 구형성 검정 결과 $p < .001$, 수용어휘지체 아동 집

단에서 KMO값은 .802, Bartlett 구형성 검정 결과 $p < .001$ 로 나타나, 두 집단 모두에서 본 자료가 요인분석에 적합한 자료임을 확인하였다.

일반아동 집단 대상 요인분석 결과 모든 변수들의 공통성(communality)은 .60보다 컸으며, 고유값(eigenvalue)이 1보다 큰 요인이 2개 추출되었다. 요인 1의 고유값은 7.449, 요인 2의 고유값은 1.003으로, 이 두 개 요인의 총누적변량은 76.839%로 나타나, 전체 분산의 78.39%를 설명하는 것으로 나타났다(Table 2). 요인구조를 형성한 변수를 검토한 결과, 요인 1은 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 CLPT, 매트릭스모 구성되었으므로 ‘복합처리(이중처리+다중처리) 작업기억 과제’로, 요인 2는 청각적 자극제시 작업기억 과제들과 비단어따라말하기로 구성되었으므로 ‘단순처리 작업기억 과제’로 명명하였다.

수용어휘지체 아동 집단 대상 요인분석 결과 세 개 요인이 추출되었으며, 요인 1 (고유값 6.248), 요인 2 (고유값 1.398), 요인 3 (고유값 1.178)의 총 누적 변량은 80.217%로 나타났다. 요인구조를 형성한 변수를 검토한 결과, 요인 1은 청각적 자극제시 작업기억 과제들과 비단어따라말하기, 요인 2는 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 CLPT, 요인 3은 매트릭스 과제였다. 따라서 요인 1은 ‘단순처리 작업기억 과제’로, 요인 2는 ‘이중처리작업기억 과제’로 명명하였으며, 요인 3은 ‘다중처리 작업기억 과제’로 명명하였다. 모든 변수들의 공통성은 .60보다 큰 것으로 나타났다(Table 3).

Table 2. Factor loadings and communalities in children with normal language

	Factor		Communality
	1	2	
Matrix	.864	.331	.857
V_word	.846	.162	.743
V_color	.821	.450	.876
V_shape	.754	.437	.759
CLPT	.703	.554	.801
V_digit	.681	.491	.705
A_word	.419	.810	.832
A_digit	.412	.788	.790
A_shape	.403	.779	.759
NWR	.157	.766	.611
A_color	.365	.758	.707
Eigenvalue	7.449	1.003	
% of variance	39.361	39.361	
Cumulative %	37.478	76.839	

Orthogonal varimax rotation method was used.

V=visual; A=auditory; CLPT=Competing Language Processing Task; NWR=Non-word Repetition.

Table 3. Factor loadings and communalities in children with receptive vocabulary delay

	Factor			Communality
	1	2	3	
A_word	.827	.327	-.182	.823
NWR	.772	-.203	.534	.922
A_shape	.765	.348	.248	.768
A_color	.764	.293	.398	.827
A_digit	.664	.576	.272	.846
V_digit	.407	.843	.195	.915
CLPT	.129	.786	-.097	.644
V_shape	.103	.709	.482	.746
V_color	.356	.598	.578	.819
V_word	.327	.573	.533	.718
Matrix	.123	.094	.878	.795
Eigenvalue	6.248	1.398	1.178	
% of variance	30.275	29.205	59.480	
Cumulative %	30.275	59.480	80.217	

Orthogonal varimax rotation method was used.

V=visual; A=auditory; CLPT=Competing Language Processing Task; NWR=Non-word repetition.

집단별 수용어휘력 예측요인

각 집단별로 추출된 요인 가운데 집단의 수용어휘력(REVT-R)을 가장 잘 예측해 줄 수 있는 것이 무엇인지 알아보기 위하여 추출된 각 요인을 독립변수로 하여 단계적 중다회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하였다.

일반아동 집단의 수용어휘력을 유의하게 예측해 주는 것은 ‘단순처리 작업기억 과제’($F_{(1, 28)} = 28.733, p < .001, R^2 = .506$), ‘단순처리 작업기억 과제’와 ‘복합처리 과제’($F_{(1, 27)} = 32.155, p < .001, R^2 = .704$)로 나타나, 두 가지 요인을 모두 포함하는 모형의 설명력이 70.4%로 일반아동 집단의 수용어휘력을 가장 잘 예측해 주는 것으로 나타났다.

수용어휘지체 아동 집단의 수용어휘력은 세 개 요인 중 ‘이중처리 작업기억 과제’($F_{(1, 19)} = 15.972, p < .005, R^2 = .457$), ‘이중처리 작업기억 과제’와 ‘단순처리 작업기억 과제’($F_{(1, 18)} = 14.353, p < .001, R^2 = .615$)인 것으로 나타났다. 즉, 시공간적 작업기억 과제인 매트릭스 과제를 제외한 모든 과제가 포함된 모형이 단순언어장애아동 집단의 수용어휘력을 가장 잘 예측하는 것으로 나타났으며, 모형의 설명력은 61.5%였다.

집단별 빠른우연학습 예측요인

각 집단별 빠른우연학습(QUIL)을 가장 잘 예측해 줄 수 있는 요인이 무엇인지 알아보기 위하여 각 집단별로 추출된 요인들을 독립변수로 하여 단계적 중다회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하였다.

일반아동 집단의 빠른우연학습을 유의하게 예측하는 모형은 요인 1로, 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 CLPT, 매트릭스가 일반아동 집단의 빠른우연학습 수행력을 21.6% 설명하는 것으로 나타났다($F_{(1, 27)} = 7.451, p < .05, R^2 = .216$). 한편 수용어휘지체 아동 집단의 빠른우연학습은 세 개 요인 중 통계적으로 유의한 설명력을 갖는 요인은 없는 것으로 나타났다.

논의 및 결론

본 연구는 만 4-8세의 아동을 대상으로 작업기억을 다각적으로 측정하고, 집단을 수용어휘력에 따라 두 개의 집단으로 분류하여 각 집단별로 (1) 다양한 작업기억 과제들이 몇 개의 요인으로 분류될 수 있는지 확인하며, (2) 추출된 요인들 중 아동의 수용어휘력을 유의하게 예측해 주는 요인과 (3) 빠른우연학습 수행력을 유의하게 예측해 주는 요인을 찾고자 하였다.

연구 결과, 수용어휘지체아동 집단은 11개의 작업기억 과제가 3개의 요인으로 분류되었다. 하나는 청각적 자극제시 작업기억 과제

들과 비단어따라말하기로 구성된 ‘단순처리 작업기억 과제’였으며, 다른 하나는 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 CLPT로 구성된 ‘이중처리 작업기억 과제’, 마지막 하나는 매트릭스 과제로 ‘다중처리 작업기억 과제’였다. 일반아동 집단은 요인분석 결과 작업기억 과제가 2개의 요인으로 분류되었다. 하나의 요인은 수용어휘지체 아동 집단과 마찬가지로 청각적 자극제시 작업기억 과제들과 비단어 따라말하기로 구성된 ‘단순처리 작업기억 과제’였으며, 나머지 하나의 요인은 수용어휘지체 아동 집단의 요인분석 결과 두 가지 요인으로 분류되었던 ‘이중처리 작업기억 과제’와 ‘다중처리 작업기억 과제’가 하나로 통합된 요인으로서, ‘복합처리 작업기억 과제’로 명명하였다.

일반아동 집단에서는 청각적 작업기억 과제들과 그 외의 과제들이 각각 하나의 요인들로 묶인 것과는 달리, 수용어휘지체아동 집단의 경우 매트릭스 과제가 ‘복합처리 작업기억 과제’에서 분리되어 하나의 요인으로 분류된 것이 특징적인데, 이는 본 연구에서 사용된 작업기억 과제들이 가진 부하(load)로 설명될 수 있다. 두 집단에서 공통적으로 독립된 하나의 요인으로 묶인 ‘청각적 작업기억 과제’들은 숫자/색깔/모양/단어, 그리고 무의미음절로 이루어진 비단어들이 음성파일로 제시되며, 이를 기억했다가 그대로 따라 말하는 과제이다. 이 과제들을 수행할 때에는 입력되는 청각 정보를 언어적으로 부호화하게 되는데, 이러한 과정은 거의 자동적으로 이루어진다(Penney, 1989). 본 연구에 사용된 숫자/색깔/모양/단어 폭 기억 과제의 자극들은 모두 언어적으로 부호화할 수 있는 것으로 구성되었다. 그런데 시각적 자극제시 과제의 경우, 입력되는 시각 정보를 음운 형태로 변형시켜 저장한 후 다시 비구어적 반응(가리키기)으로 실행해야 하므로 음운 재부호화 과정이 추가적으로 필요하다. 다시 말해, 음운적으로 부호화된 청각 자극을 저장했다가 그대로 구어 반응으로 실행하는 ‘단순처리 작업기억 과제’들에 비해 더 높은 부하가 요구되는 과제들이다. 또한 CLPT는 저장과 처리의 이원적 인지 과정이 동시에 요구되는 과제로서, 제한된 작업기억 공간에서 문장의 정오판단과 낱말 회상을 동시에 수행해야 한다. 따라서 입력되는 청각 정보를 일시적으로 저장하였다가 그대로 회상 산출하는 ‘단순처리 작업기억 과제’들에 비해 연구 대상자의 부하가 높아지게 된다. 한편 매트릭스 과제의 경우 3×3 매트릭스 안에서 점등되는 위치를 기억했다가 역순으로 회상하여 반응(가리키기)하게 하는 과제로서, 언어적으로 부호화할 수 없는 시공간적 작업기억을 측정한다(Logie & Marchetti, 1991). 또한 본 연구에서 사용된 다른 작업기억 과제들과 달리 기억한 자극을 역순으로 회상하게 한다는 점에서, 매트릭스 과제는 또 다른 부하를 요구하는 과제라고 할 수 있다. 일반아동 집단과 달리 수용어휘지체 아동 집

단에서는 매트릭스 과제가 CLPT 및 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 분리되어 다른 하나의 요인으로 분류된 것은, 수용어휘지체 아동은 시공간적 작업기억과 역순 회상의 인지 과정을 또 다른 부하로 받아들이고 있음을 의미한다. 다시 말해, 일반아동 집단에게는 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 CLPT, 그리고 매트릭스를 수행하는 데 있어서 필요한 처리 부하가 동일하였다면, 수용어휘지체 아동 집단에 있어서는 시각적인 자극(점등하는 불)을 공간적(위치)으로 기억했다가 반대의 순서로 가리켜 반응하는 매트릭스 과제가 제3의 다중처리 작업기억 과제로 인식되었다고 할 수 있다. 이는, 수용어휘지체 아동에게는 시청각의 감각적 영역뿐만 아니라 언어적·비언어적 양식에 따라서도 과제 수행에 차이가 있음을 시사한다. 즉, 상관관계가 높은 변수들이 묶여서 하나의 요인으로 분류되는 요인분석의 개념을 고려할 때, 수용어휘지체 아동 집단의 매트릭스 과제 수행력은 일반아동 집단과 달리, 다른 시각적 자극제시 작업기억 과제 수행력과 다른 특징을 보였음을 의미한다. 본 연구 결과, 일반아동 집단에서는 시각정보를 음운정보로 부호화했다가 다시 비구어적 반응으로 재부호화하는 과정과 청각정보를 언어적으로 부호화하는 과정 간에는 처리용량에 차이가 있었으나, 재부호화 과정과 비구어적 정보를 처리하는 데에 필요한 처리용량에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면 수용어휘지체 아동 집단에서는 세 가지 과정에서 필요한 처리용량에 모두 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 동일한 비언어적 처리 과제들에서도 언어장애 아동과 일반아동이 시·청각적 자극 탐지 유형에 따라서도 다른 수행력을 보였음을 주장한 선행연구와도 일치하는 결과라 할 수 있다(Windsor & Kohnert 2004).

또한 본 연구에서 사용된 11개의 작업기억 과제가 일반아동 집단에서 청각적 작업기억 과제들로 구성된 ‘단순처리 작업기억 과제’와 청각적 작업기억 외의 과제들로 구성된 ‘복합처리 작업기억 과제’의 두 개 요인으로 분류된 것은, 작업기억 과제의 양식(modality)에 따라 수행력에 차이가 있음을 밝힌 선행연구(Gillam, Cowan, & Marler, 1998; Yim et al., 2015)와 일치하는 결과라 할 수 있다. 즉, 본 연구의 결과는 다양한 정보를 처리하는 데 있어서 영역-특정적(domain-specific)인 처리기제가 작용함을 주장한 선행연구(Archibald & Gathercole, 2006; Archibald & Joanisse, 2009; Vandewalle, Boets, Ghesquière, & Zink, 2012)들을 지지한다.

본 연구에서는 요인분석으로 추출된 요인들을 독립변수로 하여 각 집단의 수용어휘력을 예측해 주는 요인이 무엇인지 검토하였다. 그 결과 일반아동 집단은 추출된 두 개 요인인 ‘단순처리 작업기억 과제’와 ‘복합처리 작업기억 과제’ 모두를 포함하는 모형이 가장 설명력이 높은 것으로 나타났으며, 수용어휘지체 아동 집단은 추출

된 세 개 요인 중 ‘다중처리 작업기억 과제’를 제외한 ‘단순처리 작업기억 과제’와 ‘이중처리 작업기억 과제’를 포함하는 모형이 가장 설명력이 높은 것으로 나타났다. 즉, 본 연구의 결과 단순처리 작업기억 과제와 복합처리 작업기억 과제 모두가 일반아동 집단의 수용어휘력을 가장 설명력이 높게 예측하는 것으로 나타났으나, 수용어휘지체 아동 집단에서 매트릭스 과제는 수용어휘력을 예측하는 변수에서 제외되었다. 이는 일반아동의 경우 작업기억 과제의 수행에 있어서는 차이를 보였던 영역-특정적(domain-specific)인 처리기제가 그 경계를 허물고 동일한 모형으로 묶였을 때 오히려 수용어휘력의 예측요인으로서 설명력이 높아짐을 시사한다. 이러한 결과에 의하면 임상에서 아동의 언어능력을 예측하는 잠재능력으로서 작업기억을 평가할 때, 어느 한 영역을 간과하지 않고 시청각적 영역을 골고루 평가하는 과제를 선별하여 사용하는 것이 필요하다. 한편 수용어휘지체 아동 집단에서는 다중처리 작업기억 과제인 매트릭스는 수용어휘력을 예측하지 못하는 것으로 나타난 결과는, 수용어휘지체 아동은 수용어휘를 습득하는 데에 있어 부하(load)가 높은 작업기억 영역의 활용이 일반아동에 비해 낮음을 의미한다고 볼 수 있다. 즉, 일반아동이 수용어휘의 습득에 있어서 다양한 부하의 단계적 작업기억 능력을 복합적으로 활용한다면, 수용어휘지체 아동은 부하가 낮은 영역의 작업기억 영역만을 사용함으로써 어휘 습득의 비효율성을 가져온다고 할 수 있다. 따라서 임상에서 아동의 잠재적 언어능력을 평가하고자 해당 과제를 사용할 때에는 신중을 기해야 할 것이며, 본 연구에서 사용한 매트릭스 과제를 수정 보완하여 수용어휘지체 아동의 수용어휘력의 유의한 예측요인이 될 수 있는 시공간적 작업기억 과제를 개발하는 후속연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 수용어휘지체 아동 집단에서 시각적·청각적 처리기제뿐만 아니라 언어적·비언어적 양식 또한 요인을 분류하는 데에 중요한 요소로 작용했으며, 수용어휘력 예측요인으로서도 일반아동과는 다른 결과를 보였다는 점을 고려할 때, 시각적·청각적 영역 및 언어적·비언어적 양식을 포괄하는 다양한 하위과제로 구성된 완성된 체계의 인지적 통합과제를 개발하는 후속연구가 요구된다.

수용어휘력 외에도 본 연구에서는 각 하위집단의 빠른우연학습 수행력을 예측해 주는 요인이 무엇인지 검토하고자, 요인분석으로 추출된 요인들을 독립변수로 하여 중다회귀분석을 실시하였다. 그 결과 일반아동 집단은 시각적 자극제시 작업기억 과제들과 CLPT, 매트릭스를 구성요소로 하는 ‘복합처리 작업기억 과제’가 빠른우연학습 수행력의 유의한 예측요인인 것으로 나타났으며, 수용어휘지체 아동 집단은 추출된 세 개 요인 중 빠른우연학습 수행력에 대해 유의한 설명력을 갖는 것은 없었다. 빠른우연학습 과제는 암묵적 어휘학습 능력인 빠른 연결(fast mapping)을 측정하는 과제

서, 빠른 연결은 아동기의 초기 어휘습득에 중요한 인지적 기술이다(Alt & Plante, 2006). 따라서 빠른 연결 능력을 예측해 줄 수 있는 요인을 찾는 의미가 있는데, 본 연구 결과 빠른 연결을 측정하는 과제인 빠른우연학습 수행력을 예측하는 요인은 일반아동 집단에서는 '복합처리 작업기억 과제'인 것으로 나타났다. 즉, 일반아동의 경우 청각적 자극 제시 작업기억 과제와 CLPT, 그리고 매트릭스로 구성된 '복합처리 작업기억 과제' 수행력이 높을수록 빠른우연학습 수행력 또한 높았다. 본 연구에서 사용된 빠른우연학습 과제는 시각적으로 제시되는 자극을 보면서 청각적으로 제시되는 목표어휘와 빠르게 연결하여 새로운 어휘를 학습하는 능력을 측정하는 것으로, 시·청각적 자극이 동시에 제공되는 과제라고 할 수 있다. 즉, 입력되는 시·청각적 자극에 대해 실시간으로 동시적인 처리를 요하므로, 본 연구에서 사용된 작업기억 과제들 중 단순처리 작업기억 과제보다 이중 및 다중처리 작업기억 과제라고 할 수 있는 복합적 작업기억과제가 빠른우연학습 수행력을 더욱 잘 예측한 것으로 보인다. 다만 수용어휘지체 아동 집단의 경우 과제의 처리기제(domain) 및 양식(modality), 그리고 부하(load) 어떤 것으로도 빠른우연학습 수행력을 설명할 수 없었는데, 이는 일반아동과 달리 시·청각적 자극을 동시에 처리하여 실시간으로 학습해야 하는 환경에서 음운적/시공간적 작업기억, 또는 언어적·비언어적 작업기억 가운데 그 어떤 것이라도 일관적으로 사용하는 능력이 발견되지 않았음을 의미한다. 본 연구에서 사용된 수용어휘력 검사는 아동의 어휘집(lexicon)의 크기와 어휘집에서 목표낱말을 정확하게 찾아내어 제시된 그림과 정확하게 연결하는 능력에 의해 좌우된다면, 빠른우연학습 과제로 대표되는 빠른 연결 능력은 실시간으로 주어지는 음운적, 의미적 정보들을 해독하여 새로운 어휘와 정교하게 연결하는 처리 능력과 관련이 있다(Alt, 2013; Alt & Plante, 2006; Carey & Bartlett, 1978). 즉, 빠른우연학습 과제는 수용어휘력 검사에 비해 아동의 처리 능력에 보다 의존하는 과제라고 할 수 있다. 따라서 수용어휘지체 아동의 제한된 처리 용량이 세 가지 요인으로 분류된 작업기억 과제들의 빠른우연학습 과제에 대한 설명력을 저하시킨 것으로 보인다.

본 연구는 4-8세의 일반아동 및 수용어휘지체 아동 56명을 대상으로 다양한 작업기억 과제를 실시한 후, 요인분석을 통하여 11개의 작업기억 과제를 상관관계가 높은 과제들끼리 묶어 몇 개의 요인으로 분류하고자 하였다. 요인분석에서는 검증의 타당성을 확보하기 위한 표본크기의 문제에 대해 다양한 이론이 있는데(Kang, 2013), 최소 표본크기에 대하여 절대적 표본크기를 요구하는 입장에 따르면 본 연구의 표본크기(N=56)는 요인분석을 실시하기에 작다는 제한점이 있다. 하지만 또 다른 전통적인 기준으로서 '사례

수 대 측정변수의 비율', '사례 수 대 요인 수의 비율'에 따르면 요인 분석을 실시하기에 무리가 없다. 그러나 표본의 크기를 확대한 후속연구로써 본 연구의 결과를 더욱 공고히 할 필요가 있을 것으로 보인다. 또한 본 연구는 대상 집단의 연령이 4-8세로 학령전기와 학령기에 걸쳐 있어 연령에 따른 집단의 구성이 다소 이질적일 수 있으며, 수용어휘력 검사만으로 대상 아동 집단을 분류했다는 한계가 있다. 후속연구에서는 대상 아동의 연령 폭을 좁게 제한하고 복수의 언어발달 검사를 실시하여 대상 집단을 보다 명확히 함으로써 연구결과를 강화할 수 있기를 제안한다.

REFERENCES

- Alt, M. (2013). Visual fast mapping in school-aged children with specific language impairment. *Topics in Language Disorders*, 33, 328-346.
- Alt, M., & Plante, E. (2006). Factors that influence lexical and semantic fast mapping of young children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 941-954.
- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41, 675-693.
- Archibald, L. M., & Joanisse, M. F. (2009). On the sensitivity and specificity of nonword repetition and sentence recall to language and memory impairments in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 899-914.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Bishop, D. (1992). The underlying nature of specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 3-66.
- Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2001). Non-word repetition and language development in children with specific language impairment (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36, 421-432.
- Campbell, T., Dollaghan, C., Needleman, H., & Janosky, J. (1997). Reducing bias in language assessment: processing-dependent measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 519-525.
- Carey, S., & Bartlett, E. (1978). Acquiring a single new word. *Child Language Development*, 15, 17-29.
- Choi, S. (2012). The factor analysis on practical knowledge toward special school teachers' curriculum and instruction. *Korean Journal of Special Education*, 47, 201-227.

- Cleary, M., Pisoni, D. B., & Kirk, K. I. (2000). Working memory spans as predictors of spoken word recognition and receptive vocabulary in children with cochlear implants. *Volta Review, 102*, 259-280.
- Dollaghan, C., & Campbell, T. F. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41*, 1136-1146.
- Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition and word learning: the nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics, 27*, 513-543.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: a longitudinal study. *Journal of Memory and Language, 28*, 200-213.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: is there a causal connection? *Journal of Memory and Language, 29*, 336-360.
- Gaulin, C. A., & Campbell, T. F. (1994). Procedure for assessing verbal working memory in normal school-age children: some preliminary data. *Perceptual and Motor Skills, 79*, 55-64.
- Gillam, R. B., Cowan, N., & Marler, J. A. (1998). Information processing by school-age children with specific language impairment: evidence from a modality effect paradigm. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41*, 913-926.
- Gray, S. (2006). The relationship between phonological memory, receptive vocabulary, and fast mapping in young children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49*, 955-969.
- Gray, S., & Brinkley, S. (2011). Fast mapping and word learning by preschoolers with specific language impairment in a supported learning context: effect of encoding cues, phonotactic probability, and object familiarity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 54*, 870-884.
- Gray, S., Plante, E., Vance, R., & Henriksen, M. (1999). The diagnostic accuracy of four vocabulary tests administered to preschool-age children. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 30*, 196-206.
- Herlitz, A., Airaksinen, E., & Nordström, E. (1999). Sex differences in episodic memory: the impact of verbal and visuospatial ability. *Neuropsychology, 13*, 590-597.
- Hong, H., & Yim, D. (2014). Working memory subsystems and receptive vocabulary in children with specific language impairment. *Journal of Speech & Hearing Disorders, 23*, 35-44.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological review, 99*, 122-149.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica, 86*, 199-225.
- Kail, R., Hale, C. A., Leonard, L. B., & Nippold, M. A. (1984). Lexical storage and retrieval in language-impaired children. *Applied Psycholinguistics, 5*, 37-49.
- Kang, H. (2013). A guide on the use of factor analysis in the assessment of construct validity. *Journal of Korean Academy of Nursing, 43*, 587-594.
- Kim, H., & Yim, D. (2012). The performance on working memory span task in children with high-function autism. *Korean Journal of Communication Disorders, 17*, 451-465.
- Kim, H., & Lee, S. (2013). A literature review of working memory in children with language disorders. *Journal of Speech-Language and Hearing Disorders, 22*, 119-143.
- Kim, Y. T., Hong, G. H., Kim, K. H., Jang, H. S., & Lee, J. Y. (2010). *Receptive & expressive vocabulary test (REVT)*. Seoul: Seoul Community Rehabilitation Center.
- Kohnert, K. (2004). Processing skills in early sequential bilinguals. In B. A. Goldstein (Ed.), *Bilingual language development and disorders in Spanish-English speakers* (pp. 53-76). MD: Brookes Publishing Company.
- Kohnert, K., Windsor, J., & Miller, R. (2004). Crossing borders: recognition of Spanish words by English-speaking children with and without language impairment. *Applied Psycholinguistics, 25*, 543-564.
- Kohnert, K., Windsor, J., & Yim, D. (2006). Do language-based processing tasks separate children with language impairment from typical bilinguals? *Learning Disabilities Research & Practice, 21*, 19-29.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lepola, J., & Hautamäki, J. (2014). The role of the working memory and language skills in the prediction of word problem solving in 4-to 7-year-old children. *Educational Psychology, 34*, 674-696.
- Lee, H. J., Kim, Y. T., & Yim, D. (2013). Non-word repetition performance in Korean-English bilingual children. *International Journal of Speech-Language Pathology, 15*, 375-382.
- Lee, M. R., & Kown, Y. H. (2006). An analysis of special education teachers' assessment factors in referral of students in need of special education. *Korean Journal of Special Education, 41*, 229-249.
- Leonard, L. B. (1989). Language learnability and specific language impairment in children. *Applied Psycholinguistics, 10*, 179-202.
- Leonard, L. B., Nippold, M. A., Kail, R., & Hale, C. A. (1983). Picture naming in language-impaired children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 26*, 609-615.

- Leonard, L. B., Weismer, S. E., Miller, C. A., Francis, D. J., Tomblin, J. B., & Kail, R. V. (2007). Speed of processing, working memory, and language impairment in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50*, 408-428.
- Lewin, C., Wolgers, G., & Herlitz, A. (2001). Sex differences favoring women in verbal but not in visuospatial episodic memory. *Neuropsychology, 15*, 165-173.
- Logie, R. H., & Marchetti, C. (1991). Visuo-spatial working memory: visual, spatial or central executive? In R. H. Logie & M. Denis, (Eds.), *Mental images in human cognition* (pp. 105-115). Amsterdam: Elsevier.
- McGregor, K. K. (1997). The nature of word-finding errors of preschoolers with and without word-finding deficits. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40*, 1232-1244.
- 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*, 416-433.
- Montgomery, J. W. (1993). Haptic recognition of children with specific language impairment: effects of response modality. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 36*, 98-104.
- Montgomery, J. W. (2000). Verbal working memory and sentence comprehension in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 43*, 293-308.
- Montgomery, J. W. (2002). Understanding the language difficulties of children with specific language impairments: does verbal working memory matter? *American Journal of Speech-Language Pathology, 11*, 77-91.
- Moon, S. B., & Byeon, C. J. (2003). *Korean-Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC)*. Seoul: Hakjisa.
- Oetting, J. B., Rice, M. L., & Swank, L. K. (1995). Quick incidental learning (QUIL) of words by school-age children with and without SLI. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 38*, 434-445.
- Penney, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term verbal memory. *Memory & Cognition, 17*, 398-422.
- Silliman, E. R., Wilkinson, L. C., & Brea-Spahn, M. R. (2004). Policy and practice imperatives for language and literacy learning: who will be left behind? In C. A. Stone et al. (Eds), *Handbook of language and literacy: development and disorders* (pp. 97-129). New York, NY: Guilford Press.
- Stark, R. E., & Tallal, P. (1981). Selection of children with specific language deficits. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 46*, 114-122.
- Suhr, D. D. (2005). Principal component analysis vs. exploratory factor analysis. *SUGI 30 Proceedings, 203-230*.
- Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). A subgroup analysis of working memory in children with reading disabilities domain-general or domain-specific deficiency? *Journal of Learning Disabilities, 34*, 249-263.
- Swanson, H., & Siegel, L. (2001). Elaborating on working memory and learning disabilities. *Issues in Education, 7*, 107-129.
- Vandewalle, E., Boets, B., Ghesquière, P., & Zink, I. (2012). Development of phonological processing skills in children with specific language impairment with and without literacy delay: a 3-year longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 55*, 1053-1067.
- Von Koss Torkildsen, J., Svangstu, J. M., Hansen, H. F., Smith, L., Simonsen, H. G., Moen, I., ... Lindgren, M. (2008). Productive vocabulary size predicts event-related potential correlates of fast mapping in 20-month-olds. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*, 1266-1282.
- Windsor, J., & Kohnert, K. (2004). The search for common ground. Part I: lexical performance by linguistically diverse learners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 47*, 877-890.
- Yang, Y., Yim, D., Kim, S., & Han, J. (2013). 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*, 379-391.
- Yim, D., Yang, Y., & Kim, S. (2015). Domain-specific working memory performance in children with and without specific language impairment. *Communication Sciences & Disorders, 20*, 13-23.

Appendix 1. Nonword repetition scoring sheet

비단어따라말하기 결과기록지

문항	비단어	아동반응						점수
----	-----	------	--	--	--	--	--	----

2음절

1	누베							
2	마뚜							

3음절

5	버좁디							
6	까다굳							

4음절

11	푸가태지							
12	드반거노							

5음절

13	조매누버리							
14	레빌애티머							

6음절

19	보마데낭까두							
20	미기돌아캐바							

Appendix 2. Competing language processing task (CLPT) scoring sheet

문장 폭 기억과제 결과 기록지

정답	아동반응	문장			마지막 단어
set 1 (1문장)					
N	Y/N	거인은	작은	사람이다	
set 2 (2문장)					
N	Y/N	아이스크림은	맛이	쓰다	
Y	Y/N	수건으로	물을	닦는다	
set 3 (3문장)					
N	Y/N	연필로	이를	닦는다	
N	Y/N	돼지는	날씬한	동물이다	
N	Y/N	눈은	여름에	내린다	
set 4 (4문장)					
N	Y/N	달팽이는	빠른	동물이다	
Y	Y/N	망치로	못을	박는다	
Y	Y/N	수박은	속이	빨강다	
N	Y/N	자전거는	날개가	있다	
set 5 (5문장)					
Y	Y/N	종이는	불에	탄다	
Y	Y/N	물고기는	헤엄을	친다	
Y	Y/N	사람은	눈이	두 개다	
N	Y/N	장미는	가시가	없다	
N	Y/N	겨울은	더운	계절이다	

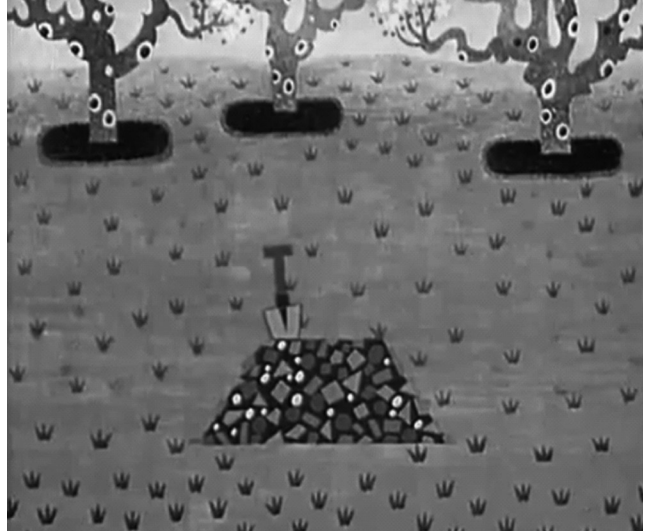
Appendix 3. Quick incidental learning (QUIL) scoring sheet

빠른우연학습 결과기록지

QUIL 수용어휘										
번호	비디오	자극어		검사결과						
				정답	아동반응				결과	
									동사	명사
1	카메라이야기	나구다	동사	3	①	②	③	④		
2		두비	명사	2	①	②	③	④		
3		태파다	동사	4	①	②	③	④		
4		가배다	동사	1	①	②	③	④		

Appendix 4. Multiple choices of quick incidental learning (QUIL)

빠른우연학습 그림자료의 예(목표어휘: 나구다)



국문초록

정보처리 특성에 따른 작업기억 과제의 탐색적 요인분석: 일반아동 및 수용어휘지체 아동의 수용어휘력 및 빠른우연학습 예측요인

임동선 · 김신영 · 양윤희

이화여자대학교 언어병리학과

배경 및 목적: 작업기억 능력을 측정하는 다양한 과제들이 어떠한 기저요인으로 분류될 수 있는지 확인하며, 추출된 요인들 중 일반아동 및 수용어휘지체 아동의 수용어휘력과 빠른우연학습 수행력을 유의하게 예측해 주는 요인을 찾고자 하였다. **방법:** 만 4-8세의 아동 56명(수용어휘지체 아동 24, 일반아동 32)을 대상으로 수용어휘력 검사(REVT)와 빠른우연학습(QUIL), 그리고 시각 및 청각 작업기억(숫자/색깔/모양/단어) 과제, 비단어따라말하기, 문장 폭 기억과제(CLPT), 매트릭스 등 총 11개의 작업기억 과제를 실시하였다. 통계적 처리는 탐색적 요인분석 및 단계적 회귀분석을 실시하였다. **결과:** 일반아동 집단에서는 작업기억 과제들이 두 가지 요인(단순처리/복합처리 작업기억 과제)으로 분류되었으며, 수용어휘지체 아동 집단에서는 세 가지 요인(단순처리/이중처리/다중처리 작업기억 과제)으로 분류되었다. 일반아동 집단의 수용어휘력을 유의하게 예측한 것은 두 요인을 모두 입력한 모형이었으며, 수용어휘지체 아동 집단은 다중처리 작업기억 과제를 제외한 두 요인을 모두 입력한 모형이었다. 일반아동 집단의 빠른우연학습 수행력에 대한 설명력이 가장 높은 것은 복합처리 작업기억 과제인 것으로 나타났으며, 수용어휘지체 아동 집단의 빠른우연학습 수행력을 유의하게 예측하는 요인은 없었다. **논의 및 결론:** 11개의 작업기억 과제들은 과제의 자극을 제시하는 양식과 정보처리 시의 부하(load)에 따라 몇 개의 요인으로 분류되었으나, 일반아동 집단과 수용어휘지체 아동 집단 간 다르게 나타났다. 시청각의 감각적 영역과 언어적·비언어적 양식을 포괄하는 인지적 처리 통합과제를 개발하는 후속연구가 필요할 것이다.

핵심어: 요인분석, 회귀분석, 작업기억, 수용어휘력, 빠른우연학습

본 연구는 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2014S1A5A8017863).

참고문헌

- 강현철(2013). 구성타당도 평가에 있어서 요인분석의 활용. *대한간호학회지*, 43, 587-594.
- 김영태, 홍경훈, 김경희, 장혜성, 이주연(2010). *수용·표현어휘력검사(REVT)*. 서울: 서울장애인종합복지관.
- 김화수, 이세연(2013). 아동언어장애와 관련된 작업기억 연구동향. *언어치료연구*, 22, 119-143.
- 김희진, 임동선(2012). 과제 난이도에 따른 고기능 자폐아동의 작업기억 수행능력. *언어청각장애연구*, 17, 451-465.
- 문수백, 변창진(2003). *교육·심리측정도구(Korean-Kaufman Assessment Battery for Children: K-ABC)*. 서울: 학지사.
- 양윤희, 임동선, 김신영, 한지윤(2013). 학령 전 어휘발달지체 및 일반 아동의 비단어 따라 말하기, 빠른 우연학습과 수용어휘와의 관계. *언어청각장애연구*, 18, 379-391.
- 이말련, 권요한(2006). 특수교육 대상자 의뢰 과정에서 특수교사가 인식하는 사정 요인 분석. *특수교육학연구*, 41, 229-249.
- 임동선, 양윤희, 김신영(2015). 단순언어장애 아동과 일반 아동의 작업기억 제시방식 및 과제유형에 따른 수행능력 비교. *언어청각장애연구*, 20, 13-23.
- 최성규(2012). 특수학교 교사의 교육과정과 수업에 대한 실천적 지식의 요인 분석. *특수교육학연구*, 47, 201-227.
- 홍현주, 임동선(2014). 단순언어장애 아동의 작업기억 하위체계와 수용어휘능력 간의 관계. *언어치료연구*, 23, 35-44.