

# A Study on the Structure of Intelligence Measured by the K-WPPSI-IV

KyungOk Lee<sup>1</sup>, Hyewon Park<sup>2</sup>, Sanghee Lee<sup>3</sup>

Department of Early Childhood Education, University of Duksung, Seoul, Korea<sup>1</sup>

Department of Child and Family Welfare, University of Ulsan, Korea<sup>2</sup>

Child Contents Research Center, University of Duksung, Seoul, Korea<sup>3</sup>

## 한국 웨슬러 유아지능검사 4판(K-WPPSI-IV)의 지능구조에 관한 연구

이경옥<sup>1</sup>, 박혜원<sup>2</sup>, 이상희<sup>3</sup>

덕성여자대학교 유아교육과<sup>1</sup>, 울산대학교 아동가정복지학과<sup>2</sup>, 덕성여자대학교 아동콘텐츠연구소<sup>3</sup>

**Objective:** This study examined the construct validity of K-WPPSI-IV. Factor structures of the structures of the K-WPPSI-IV full scale as well as primary index scales for two age ranges (2 years, 6 months to 3 years, 11 months; 4 years to 7 years, 7 months) were examined.

**Methods:** Data were collected from 1,700 children aged 2 years, 6 months to 7 years, 7 months during the K-WPPSI-IV standardization. Confirmatory factor analyses were conducted using the K-WPPSI-IV subtest performances with maximum likelihood estimation using Amos 18.

**Results:** First, the three-factor model (verbal comprehension, visual spatial, and working memory) fitted best for the younger age range. However, the five-factor model (verbal comprehension, visual spatial, fluid reasoning, working memory, and processing speed) fitted best for the older age range. Residuals suggest the presence of two nested subfactors within the verbal comprehension factor (broad/expressive and focused/simple). Second, the confirmatory factor analysis on primary index subtests identified factors that account for the intercorrelations among the reduced sets of primary index subtests.

**Conclusion:** The findings showed that the theoretical structures of WPPSI-IV subtests were confirmed within K-WPPSI-IV.

**Keywords:** K-WPPSI-IV, children's intelligence, validation, confirmatory factor analysis

## 서론

최근의 지능이론에 따르면 지능은 보다 변별되고 세분화된 능력으로 구성된 위계적 구조를 가지고 있으며, 일반적으로 8-10가지의 주된 지능영역이 존재한다(Carroll, 1993, 2012; Horn & Blankson, 2012; Jacobson et al., 2004). 유아의 지능에 대한 다양한 경험적 자료는 적은 수의 일반적 요인을 제시(Morgan, Rothlisberg, McIntosh, & Hunt, 2009; K. E.

Ward, Rothlisberg, McIntosh, & Bradley, 2011)하고 있는 반면, 유아의 지능평가에 대한 다수의 연구(Kaufman, Reynold, Liu, Kaufman, & McGrew, 2012; Kuwajima & Sawaguchi, 2010; Morgan et al., 2009; Schneider, Schumann-Hengsteler, & Sodian, 2005)는 유아의 경우에도 결정적 지식, 단기기억, 시지각, 장기기억 뿐 아니라 경우에 따라서 유동적 사고를 포함한 여러 가지 분화된 능력이 존재함을 보고하였다. 지능평가에서 제안하는 다양한 영역의 평가가 어린 유아에게 적절한 것인지

**Corresponding Author:** Hyewon Park, Dept. of Child & Family Welfare, University of Ulsan, 93 Daehak-ro, Nam-gu, Ulsan, Korea  
**E-mail:** hyewonc@ulsan.ac.kr

©The Korean Association of Child Studies  
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.

를 판단하기 위해서는 이에 대한 지속적인 연구가 필요하며 (Raiford & Coalson, 2014) 제안된 영역을 측정할 수 있는 타당성이 검토된 유아용 지능검사가 필요하다. 특히 다양한 영역의 평가가 가능한 지능검사도구는 임상장면에서 개인의 복잡한 인지구조 및 성격적, 정서적 측면과 더불어 신경학적 평가 영역에서 중요한 정보를 제공할 수 있다(Choi, 2002).

지난 70년간 지능검사에 대한 대부분의 논쟁은 인지의 전 영역에 걸쳐 개인적 수행에 영향을 미치는 지능의 근본적이고 총체적인 측면의 존재를 어떻게 측정하는가에 집중되었다 (Gustafsson & Undheim, 1996; Jensen, 1998; Reeve & Charles, 2008). 이에 따라 많은 지능 연구자들은 보다 독립적인 지능의 영역을 밝히고, 지능검사 결과에 대한 해석은 인지기능의 세부영역에서 나타나는 개인의 성취와 발달적 궤적의 차이를 밝히는 것에 집중하였다(Carroll, 1993; Goldstein & Hersen, 2000; Keith, 1985, 1990; Schneider et al., 2005). 이렇게 지능지수 자체의 측정뿐 아니라 인지적 기능의 세부 특성과 강점 약점을 자세히 분석할 수 있도록 개발된 검사도구 중 널리 사용되고 있는 웨슬러 지능검사는 유아부터 성인까지 연령에 따라 지능과 인지기능의 세부영역을 측정할 수 있도록 개발되었다. 이 중 유아의 지능을 측정하도록 개발된 웨슬러 유아지능검사는 1967년 만4세에서 6세 유아의 지능을 측정하기 위해 처음 개발되었다. 이후 지능이론의 발전에 맞추어 지속적인 개정과정이 이루어졌으며, 2012년에 개발된 WPPSI-IV가 현재까지 사용되고 있다. 웨슬러 지능검사도구의 최근판은 지속적으로 전체지능(예: FSIQ)의 신뢰로운 측정을 제공하면서, 최근의 인지이론, 요인분석 연구, 임상조사에 기초하여 인지기능의 차별화된 영역(작업기억, 처리속도)에 대한 측정이 가능하도록 향상되었다(Wechsler, 2012b). 이 중 유아의 지능을 측정하는 WPPSI-IV는 유아의 인지구조를 언어이해, 시공간, 유동추론, 작업기억, 처리속도 등의 핵심지표로 구성됨과 동시에 전체지능이라는 상위개념으로 위계화되는 구조를 가지고 있다.

한국에서는 유아의 지능을 측정하기 위해서 Weschler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised (WPPSI-R; Wechsler, 1989)을 기반으로 1998년에 표준화한 K-WPPSI가 최근까지 사용되어 왔으나, 2015년 Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Fourth Edition (WPPSI-IV; Wechsler, 2012a)에 기초한 K-WPPSI-IV (H. Park, Lee, Ahn, 2016)가 표준화되어 소개되었다. K-WPPSI가 전통적인 지능이론에 기초하여 수행에 따라 지능의 구조를 언어성과 동작성 지능으로 구분한 것과 달리 K-WPPSI-IV는 전체지능과 더불어 언어이해, 시공간, 작업기억, 유동추론, 처리속도 등의 5개 기본지표와

어휘획득, 비언어, 일반능력, 인지효율성 등의 추가지표로 구성된다. 기본지표는 유아의 지능에 대한 포괄적인 기술과 평가를 위해 가장 일반적으로 사용되며, 추가지표는 임상상황에서 기본지표점수를 보완하기 위해서 사용된다. K-WPPSI-IV는 WPPSI-IV의 지능구조를 따르면서, 한국의 사회문화적 배경과 한국 유아의 수행수준이 반영되어 규준이 개발되었다.

검사도구의 개발에 있어서 타당도 검증은 중요한 부분 중 하나이다(American Educational Research Association, American Psychological Association, National Council on Measurement in Education, 1999; Angoff, 1998; Sattler, 2008). 특히 유아의 지능을 평가하는 검사도구는 유아의 연령, 발달수준, 사전경험, 정신상태, 검사자 특성 등 다양한 측면에 영향을 받을 수 있기 때문에 유아의 지능을 보다 객관적으로 평가하기 위해서 아동의 발달수준에 적절하게 구성되는 한편 적절한 기술적 수준과 설계를 갖추고 객관화된 도구로서 타당성을 갖고 있어야 한다(Wechsler, 2012a). 한국 유아를 대상으로 K-WPPSI-IV의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위해 수행된 선행 연구로는 K-WPPSI-IV의 표준화 연구(H. Park, Lee, Lee, & Park, 2016), 공인된 지능검사와의 공인타당도 분석 연구(Hwang, Park, & Lee, 2015; H. Park, Seo, & Lee, 2015), 검사-재검사 신뢰도 분석(M. Park, Park, & Lee, 2014), 단기 종단연구를 통한 K-WPPSI-IV의 수행안전성 검증(T. H. Kim, 2016), 영재아동의 지능 특성(S. Kim, 2015)이 있다. 선행연구결과는 K-WPPSI-IV가 2세 6개월~7세 7개월 유아의 지능을 측정하는데 타당하고 신뢰할 수 있는 검사도구임을 밝히고 있다.

그러나 K-WPPSI-IV에서 제시하는 지능의 구조가 한국 유아의 지능을 보다 세부적으로 잘 설명하는지에 대한 구조적 분석이 요구된다. 웨슬러가 제안한 지능구조는 상층부에 위치한 일반적 지능과 그 아래 다양하게 연관되어 있으나 뚜렷하게 구분되는 포괄적 능력에 대한 여러 가지 증거를 제시한다(Wechsler, 2012a). 이에 개발된 K-WPPSI-IV가 현재 웨슬러가 제안하는 지능구조를 적절하게 설명하는가를 살펴볼 필요가 있다.

2세 6개월~7세 7개월 유아는 인지능력에 있어 급격한 발달적 변화가 나타나는 시기이기 때문에 WPPSI-IV는 2세 6개월~3세 11개월 연령군과 4세 4개월~7세 7개월 연령군의 지능구조를 다르게 측정하고 있으며, 연령군의 지능구조는 요인 분석을 통해 통계적으로 타당성을 뒷받침하였다. 2세 6개월~3세 11개월은 언어이해, 시공간, 작업기억의 3요인이 전체 지능을 설명하는 위계적 구조를 증명하며, 4세 4개월~7세 7개월은 언어이해, 시공간, 작업기억, 유동추론, 처리속도의 5요인이 전체지능을 설명하는 위계적 구조를 증명하였다. 이에

본 연구에서는 한국 유아를 대상으로 표준화된 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 구조를 구조방정식 모형을 활용하여 검증해 보고자 한다. 즉, 우리나라 만 2세 6개월~7세 7개월 유아를 대상으로 각 연령군에 따라 소검시간 관찰된 상관을 설명하는 최적의 요인모형을 밝혀내고, 최근 제시되는 지능구조 이론에 부합되는 가를 검증하고자 한다. 또한 이를 통해서 유아기 인지발달 특성을 이해하는데 도움이 되고자 한다. 이와 같은 목적에 따라 설정된 연구문제는 다음과 같다.

**연구문제 1.**

한국 웨슬러 유아지능검사 4판으로 측정한 한국 유아의 지능 구조는 어떠한가?

- 1-1. 2세 6개월~3세 11개월 연령군의 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 지능구조는 어떠한가?
- 1-2. 4세 0개월~7세 7개월 연령군의 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 지능구조는 어떠한가?

**연구문제 2.**

한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 기본지표는 유아의 지능을 설명하는가?

- 2-1. 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 기본지표는 2세 6개월~3세 11개월 연령군 유아의 지능을 설명하는가?
- 2-2. 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 기본지표는 4세 0개월~7세 7개월 연령군 유아의 지능을 설명하는가?

월~7세 7개월 연령군 유아의 지능을 설명하는가?

**연구방법**

**연구대상**

한국 웨슬러 유아지능검사 4판 표준화과정에서 수집된 2세 6개월~7세 7개월 유아 1,700명의 데이터를 사용하였다. 7연구 대상의 표집은 미국의 본 검사 제작방식과 동일하게 9개의 연령집단을 어머니의 학력수준, 지역, 유아의 성별 등에 따라 층화표집 하였다. 연구대상에 대한 세부정보는 다음 Table 1과 같다.

**연구도구**

**한국 웨슬러 유아지능검사 4판(K-WPPSI-IV)**

한국 웨슬러 유아지능검사 4판은 2세 6개월~7세 7개월 유아를 대상으로 인지능력을 임상적으로 평가할 수 있도록 개발된 지능검사도구다. 한국형 웨슬러 유아지능검사는 기본지표를 산출하는 핵심소검사와 이를 대체할 수 있는 보충소검사로 구성되어, 연령군(2세 6개월~3세 11개월, 4세 0개월~7세 7개월)에 따라 수행하는 소검사와 산출되는 지표가 다르게 구성되어 있다. 표준화 연구에서 보고된 소검사 및 각 지표의 반분

**Table 1**  
*Participants*

Age	Sex		Mother education level		Residence						
	Male	Female	Less than high school	More than collage	Seoul	Gyeonggi	Gangwon	Chungcheong	Gyeongsang	Jeolla	Total
2 6/12-2 11/12	100	100	80	120	30	67	4	22	54	23	200
3-3 5/12	100	100	80	120	34	61	6	21	53	25	200
3 6/12-3 11/12	100	100	82	118	30	71	3	23	51	22	200
4-4 5/12	100	100	84	116	28	68	8	21	51	24	200
4 6/12-4 11/12	100	100	83	117	31	72	0	21	54	22	200
5-5 5/12	100	100	85	115	28	76	2	21	50	23	200
5 6/12-5 11/12	100	100	88	112	36	69	1	21	49	24	200
6-6 11/12	100	100	84	116	31	70	2	22	53	22	200
7-7 7/12	50	50	38	62	14	33	0	11	30	12	100
<b>Total</b>	<b>850</b>	<b>850</b>	<b>704</b>	<b>996</b>	<b>262</b>	<b>587</b>	<b>26</b>	<b>183</b>	<b>445</b>	<b>197</b>	<b>1,700</b>

신뢰도 계수 평균은 .84~.94이며, 연령군에 따른 소검사 구성 체계는 다음 Figure 1와 같다.

### 자료분석

모든 자료는 한국규준 점수에 기초하여 원점수를 환산하였으며, AMOS 18.0 (IBM Co., Armonk, NY) 프로그램을 사용하여 구조방정식을 활용한 확인적 요인분석을 실시하였다. 구조방정식 모형의 적합성은 CFI, TLI와 같은 상대부합도지수와 RMSEA와 같은 절대부합도지수로 판정한다. CFI와 TLI는 .90 이상일 때 모형의 적합도가 좋은 것으로 간주되고, RMSEA는 .05이하면 좋은 적합도, .08 이하면 괜찮은 적합도, .10 이하면 보통 적합도로 본다(Hong, 2000).

## 연구결과

### 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 지능구조 분석

한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 요인구조에 적합한 최적의 모형을 찾기 위해 2세 6개월~3세 11개월 연령과 4세 0개월~7세 7개월 연령군으로 나누어 지능구조를 살펴보았다. 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 세부 인지구조의 적절성을 살펴보기 위하여, 이론에 근거하여 미국판 WPPSI-IV 개발과정에서 제안한 모형을 각각 설정하여 한국 유아의 지능구조를 살펴보았다.

#### 2세 6개월~3세 11개월 연령군의 지능구조 분석

2세 6개월~3세 11개월 연령군의 지능구조는 지능의 g요인을 나타내는 1요인 모형(model 1), 언어성과 동작성으로 구분되는 2요인 모형(model 2), WPPSI-IV의 기본지표를 반영한 3요인 모형(model 3)을 비교하였다. 구조방정식 모형을 통해 확인적 요인분석을 실시한 결과, 한국 2세 6개월~3세 11개월 유아의 지능구조는 언어이해, 시공간, 작업기억으로 구성된 3요인이 전체지능에 위계되는 모형(model 3)의 모형적합도가 가장 적합하였다( $\chi^2[11] = 23.96, p < .001, CFI = .99, TLI = .97, RMSEA = .04, 95\% CI [.02, .07]$ ). 최종 선정된 3요인 모형(Figure 2)은 언어이해(수용어휘, 상식, 그림명명), 시공간(토막짜기, 모양맞추기), 작업기억(그림기억, 위치찾기)에 각 .40~.86의 요인부하량을 갖는 것으로 나타났고, 각 지표는 g요인을 .86~.96 설명하는 것으로 나타났다. 확인적 요인분석에서 산출된 요인 간

상관은 언어이해와 작업기억 간 상관 .83, 언어이해와 작업기억 간 상관 .75, 시공간과 작업기억 간 상관 .83으로 나타나 서로 상관이 높았다. 즉 7개의 소검사가 3개의 기본지표척도를 설명함과 동시에 전체지능으로 구성됨을 의미한다. 최종 선정된 3요인 모형의 요인부하량을 포함한 모형은 Figure 2와 같으

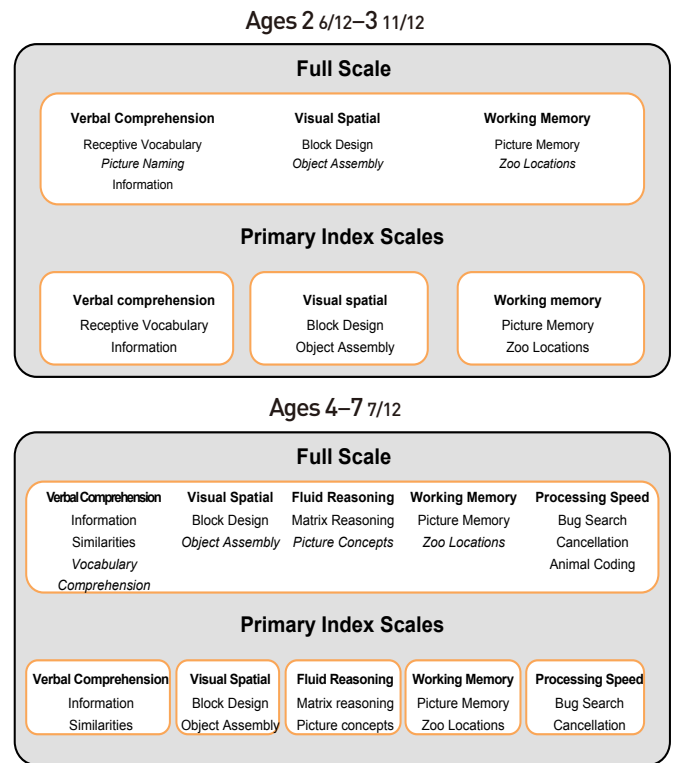


Figure 1. Test framework of the K-WPPSI-IV.

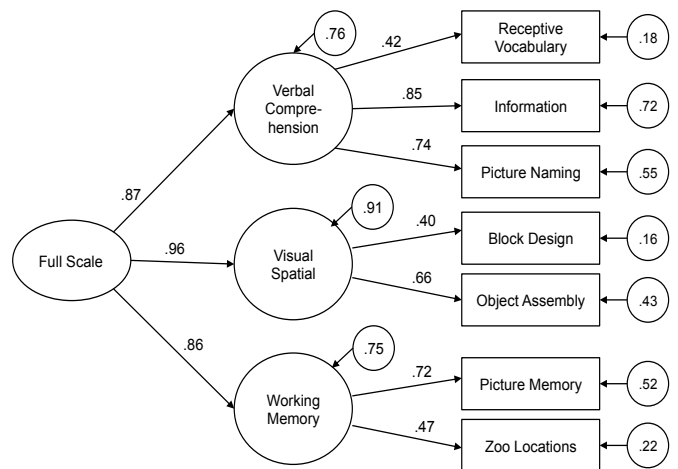


Figure 2. Three factor hierarchical model for all subtests, age 2 6/12-3 11/12.

며, 이는 원도구인 WPPSI-IV에서 보고한 모델적합도( $\chi^2[8] = 24.43, p < .001, CFI = .99, TLI = .97, RMSEA = .06$ )와 유사한 경향을 보여 한국 웨슬러 유아지능검사의 구조가 웨슬러가 주장한 3개의 인지영역과 지능을 설명함을 알 수 있다(Table 2).

4세 0개월~7세 7개월 연령군의 지능구조 분석

4세 0개월~7세 7개월 연령군의 지능구조는 15개의 소검사가 g요인에 직접 부하되는 1요인모형(model 1), 언어성과 동작

성으로 구성되는 전통적인 2요인 모형(model 2), 동작성 소검사 중 처리속도의 변별력을 평가하기 위한 3요인 모형(model 3), 3요인 모형에서 작업기억의 변별력을 평가하기 위한 4요인 모형(model 4a, model 4b), 웨슬러가 제안한 5가지 기본지표로 구성된 5요인 모형(model 5a, 5b)을 비교하였다. 5요인 모형은 언어이해, 시공간, 유동추론, 작업기억, 처리속도 등의 5개의 지능영역으로 구성된 5요인 모델로 언어이해를 하나의 요인으로 구성된 모형(model 5a)과 2개의 하위요인(포괄적/표현, 집중된/단순)으로 구분한 모형(model 5b)을 구분하여 비교

Table 2  
Goodness of Fit Statistics for the Confirmatory Factors of All Subtests for the Younger Age Range

Model	Factor (Subtests)	$\chi^2$	df	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)	$\Delta\chi^2$	$\Delta df$
1	One first-order factor (7)	54.42	14	.96	.93	.07 [.51, .89]		
2	One second-order factor Two first-order factors Verbal factor (3), Performance factor (4)	30.02	13	.98	.97	.05 [.03, .07]	24.40	1
3	One second-order factor Three first-order factors VC factor (3), VS factor (2), WM factor (2)	23.96	11	.99	.97	.04 [.02, .07]	6.06	2

Note. VC = Verbal Comprehension; VS = Visual Spatial; WM = Working Memory.

Table 3  
Goodness of Fit Statistics for the Confirmatory Factors of All Subtests for the Older Age Range

Model	Factor (Subtests)	$\chi^2$	df	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)	$\Delta\chi^2$	$\Delta df$
1	One first-order factor (15)	1066.07	90	.74	.70	.10 [.09, .11]		
2	One second-order factor Two first-order factors Verbal factor (6), Performance factor (9)	570.53	89	.87	.85	.07 [.07, .08]	495.54	1
3	One second-order factor Three first order factors VC factor (6), VS + FR + WM factor (6), PS factor (3)	345.57	87	.93	.92	.05 [.05, .06]	224.96	2
4a	One second-order factor Four first-order factors VC factor (6), VS + FR factor (4), WM factor (2), PS factor (3)	337.15	86	.93	.92	.05 [.05, .06]	8.42	1
4b	One second-order factor Four first-order factors VC factor (6), VS factor (2), WM + FR factor (4), PS factor (3)	329.59	86	.94	.92	.05 [.05, .06]	15.98	1
5a	One second-order factor Five first-order factors VC factor (6), VS factor (2), FR factor (2), WM factor (2), PS factor (2)	324.32	85	.94	.92	.05 [.05, .06]	5.27	1
5b	One second-order factor Five first-order factors VC factor (Broad/Expressive [4], Focused/Simple [2]), VS factor (2), FR factor (2), WM factor (2), PS factor (2)	287.47	83	.95	.93	.05 [.04, .05]	36.85	2

Note. VC = Verbal Comprehension; VS = Visual Spatial; FR = Fluid Reasoning; WM = Working Memory; PS = Processing Speed.

하였다. 각 모형의 모델적합도 지수는 Table 3에 제시하였다.

분석결과, 15개의 소검사가 1개의 g요인으로 제시되는 모형 1과 언어성과 동작성으로 구성된 모형2는 통계적으로 적절하지 않은 것으로 나타났다. 이는 WPPSI-IV에서 제시한 결과와 동일한 결과이다. 모형1과 모형2를 제외한 모형은 적합도 지수의 기준을 충족하는 것으로 나타났다. 각 모형의 적합도 지수를 비교한 결과 언어이해의 하위요인을 포괄적/표현적 요인으로 구분한 모형 5b가 가장 적합한 모형으로 나타났다( $\chi^2[83] = 287.47, p < .001, CFI = .95, TLI = .93, RMSEA = .05, 95\% CI [.04, .05]$ ). 최종 선정된 모형 5b는 언어이해(포괄적/표현: 상식, 공통성, 어휘, 이해, 집중된/단순: 수용어휘, 그림명명), 시공간(토막짜기, 모양맞추기), 유동추론(행렬추리, 공통그림찾기), 작업기억(그림기억, 위치찾기), 처리속도(동형찾기, 선택하기, 동물짜짓기)에 각 .42~.73의 요인부하량을 갖고, 각 지표는 g요인을 .61~.91 설명하는 것으로 나타났다. 또한 언어이해의 하위요인으로 제시된 포괄적/표현과 집중된/단순은 각각 .84와 1.05의 부하량을 갖는 것으로 나타났으며, 최종모형은 Figure 3에 제시하였다. 이러한 결과는 WPPSI-IV에서 추가지표로 제안하는 어휘습득 지표로 수용어휘와 그림명명을 제안한 것을 지지하며, 2세 6개월~3세 11개월과 다른 4세 0개월~7세 7개월의 언어이해 구성요인의 특성을 보여준다. 확인적 요인분석에서 산출된 지표 간 상관은 다음 Table 4에 제시하였다. Table 4를 살펴보면, 언어이해와 처리속도 지표간의 상관이 .37로 가장 낮고 시공간과 유동추론, 유동추론과 작업기억이 .81로 가장 높은 상관을 보였다. 최종선정 모형은 원도구인 WPPSI-IV에서 보고한 모델적합도( $\chi^2[76] = 219.27, p < .001, CFI = .98, TLI = .97, RMSEA = .04$ )와 유사하였으며, 요인 간 상관관계 분석결과도 유사한 양상을 나타내었다(Wechsler, 2012a).

### 한국 웨슬러 유아지능검사 4판 기본지표의 지능구조 분석

이 단계에서는 기본지표를 구성하는 소검사의 구성이 적절한지 밝히기 위해서 한국 웨슬러 유아지능검사 4판의 기본지표를 구성하는 각 쌍의 소검사로 구성된 요인구조를 분석하였다. 이는 각 지표를 대표하는 적은 수의 소검사만으로도 유아 지능의 특수한 영역을 잘 설명하는지를 살펴보기 위함이다.

### 2세 6개월~3세 11개월 연령군의 기본지표 소검사의 지능구조 분석

2세 6개월~3세 11개월 연령군은 언어이해, 시공간, 작업기억 등 3개의 기본지표로 구성됨을 확인하였다. 이에 각 지표를 대표하는 소검사 2개로 구성된 요인구조가 유아의 지능을 설명하는지 분석하였다. 연구결과 모형의 적합도 지수는  $\chi^2(6) = 8.45, CFI = 1.00, TLI = .99, RMSEA = .03, 95\% CI [.00, .06]$ 로 우수하였으며, Figure 4에 제시된 것처럼 잠재변인에 대한 설

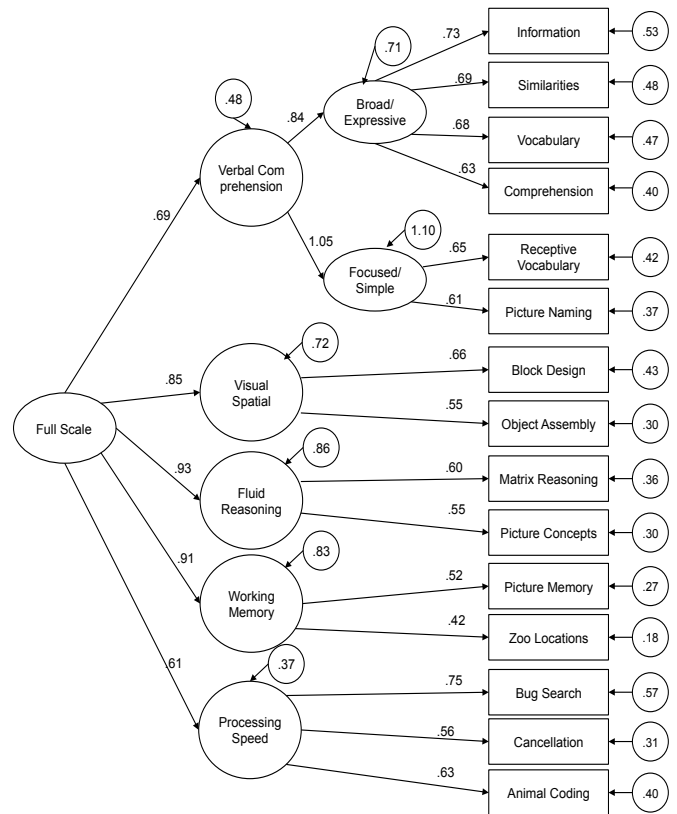


Figure 3. Five-factor hierarchical model for all subtests in the older age range.

Table 4  
Intercorrelations of the Composite by Older Age Range

	VC	VS	FR	WM
VS	.60***	—		
FR	.68***	.81***	—	
WM	.59***	.72***	.81***	—
PS	.37***	.51***	.51***	.74***

Note. VC = Verbal Comprehension; VS = Visual Spatial; FR = Fluid Reasoning; WM = Working Memory; PS = Processing Speed. \*\*\* $p < .001$ .

명력이 적절하였다. 그러나 관찰변인 수와 표본의 크기가 상대적으로 낮아 CFI값이 경우 1.00으로 나타났다. 이러한 결과는 WPPSI-IV 표준화 연구결과와 동일한 현상이다(Wechsler, 2012a).

### 4세 0개월~7세 7개월 연령군의 기본지표 소검사의 지능구조 분석

4세 0개월~7세 7개월 연령군은 언어이해, 시공간, 작업기억, 유동추론, 처리속도 등의 5가지 기본지표로 구성된다. 이에 각

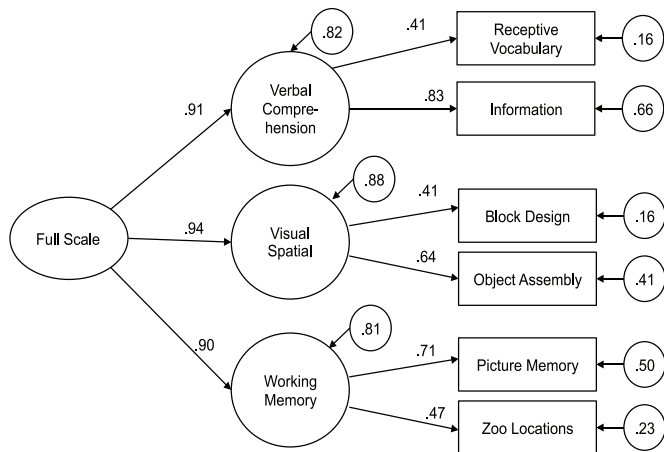


Figure 4. Three-factor hierarchical model for primary index subtests in the younger age range.

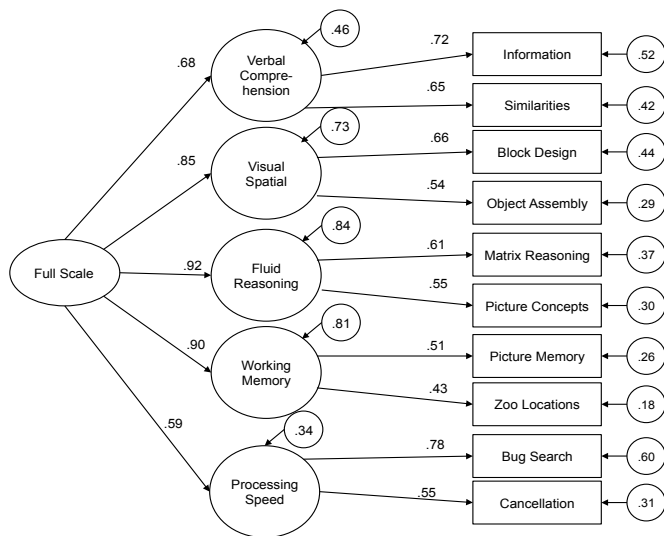


Figure 5. Five-factor hierarchical model for primary index subtests in the older age range.

기본지표를 대표하는 소검사 2개로 구성된 요인구조가 유아의 지능을 설명하는지 분석하였다. 분석결과 모델의 적합도 지수는  $\chi^2(30) = 51.31$ , CFI = .99, TLI = .98, RMSEA = .03, 90% CI [.01, .04]로 적절하며, Figure 5와 같이 각 요인이 적절히 설명되는 것으로 나타났다.

### 논의 및 결론

영유아의 지능을 측정하는 지능검사는 영유아기의 발달 상황을 파악하고, 영재성이나 발달지체 등의 특성을 조기에 발견하여 적절한 조치를 취할 수 있다는 점에서 필요성이 높아지고 있다. 특히 두뇌발달이 급속하게 이루어지는 영유아의 인지능력에 대한 관심은 영유아의 세부적인 인지능력을 측정할 수 있는 검사도구의 개발로 이어졌다. K-WPPSI-IV는 WPPSI-IV에 기초하여 한국 유아의 지능과 세부적인 인지능력을 측정할 수 있도록 표준화된 도구이다. K-WPPSI-IV는 다양한 현대의 구조모델, 뇌발달과 뇌신경 관련연구, 심리측정적 결과 등에 기초하여 유아의 전체지능과 세부적인 인지구조(언어이해, 시공간, 작업기억, 유동추론, 처리속도)를 측정할 수 있는 다양한 소검사로 구성되었다. 이에 본 연구에서는 표준화된 K-WPPSI-IV가 한국 유아의 지능을 적절하게 측정하는지 살펴보기 위하여 요인분석 연구를 실시하였다. 이를 위해서 한국 유아를 대상으로 K-WPPSI-IV의 지능구조를 검토하였으며, 웨슬러가 제안한 세부인지영역의 변별성을 분석해보았다. 또한 최소한의 소검사 구성으로 유아의 다양한 인지영역의 측정이 가능한지 살펴보았다. 자료의 분석은 표준화된 K-WPPSI-IV의 규준점수에 기초하여 연령군에 따라 지능구조를 살펴보았으며, 이를 통해 유아기 지능구조를 이해하는데 도움이 되고자 하였다. 연구문제를 중심으로 연구결과를 논의하면 다음과 같다.

첫째, 2세 6개월~3세 11개월 연령군의 지능구조를 살펴본 결과 7개의 소검사가 언어이해, 시공간, 작업기억으로 구성되며, 각 요인이 지능을 설명하는 위계적 3요인 구조를 갖는 것으로 나타났다. 2세 6개월~3세 11개월 연령군의 지능구조는 1요인, 위계적 2요인, 위계적 3요인 모형을 비교하였으며, 모형의 적합도가 통계적으로 가장 우수한 3요인 모형을 선정하였다. 3요인간의 상관관계는  $r_s = .75 \sim .83$ 으로 높게 나타났다. 이는 K-WPPSI-IV로 측정된 한국 유아의 지능이 지능이라는 전체구조를 갖는 한편, 각각의 인지구조가 구별된다는 웨슬러의 주장을 뒷받침하며, 작업기억이라는 새로운 인지능력의 측정이 어린 연령부터 측정 가능함을 시사한다. 작

업기억은 유아에게 영향을 미치는 여러 가지 학습문제나 임상적 조건과 관련이 있기 때문에(Borella, Carretti, & Pelegrina, 2010; Fitzpatrick & Pagani, 2012; Hutchinson, Bavin, Efron, & Sciberras, 2012) 최근 관심도가 높은 인지영역중 하나이다. 선행연구에서 작업기억은 영아와 걸음마기 유아에게도 존재하지만, 측정하는 방법에 어려움이 있는 인지능력중 하나로 꼽힌다. 이에 WPPSI-IV에서는 Reznick (2009)이 제시한 익숙해지기-인지하기와 관찰하기-수행하기에 기초하여 어린 연령을 대상으로도 작업기억을 측정할 수 있도록 개발되었다. 본 연구결과는 개발된 소검사인 그림기억과 위치찾기가 어린 유아의 작업기억을 측정하는데 적절함을 뒷받침하는 결과이다.

둘째, 4세 0개월~7세 7개월 연령군의 지능구조는 15개의 소검사가 언어이해, 시공간, 유동추론, 작업기억, 처리속도로 구조화되며, 각 요인이 지능을 설명하는 위계적 5요인 구조를 갖는 것으로 나타났다. 4세 0개월~7세 7개월 연령군의 지능구조는 1요인, 위계적 2요인, 위계적 3요인, 위계적 4요인의 2가지 모형, 위계적 5요인 모형을 분석하였다. 분석결과 1요인과 위계적 2요인은 통계적으로 적절하지 않은 것으로 나타났다. 이는 4세 0개월~7세 7개월 연령군의 경우 15개의 소검사를 통해 다양한 인지능력을 측정하도록 개발되어 있어 이전까지 웨슬러 유아지능검사에서 지지한 언어성과 동작성 2요인 모형이 복잡한 인지구조를 설명하는데 적절하지 않음을 시사한다. 이는 모형3에서 처리속도의 영역을 구분한 이후 적합도 지수가 적절하게 향상된 결과를 통해 새롭게 개정된 WPPSI-IV가 다양한 인지구조를 측정함을 보여주며, 추가지표적도중 언어성 관련 소검사와 처리속도 소검사를 제외한 비언어 지표의 통계적 안정성을 간접적으로 보여준다. 또한 소검사의 구성을 세부적으로 구분할수록 적합도 지수가 유의미하게 향상된 결과는 전체 소검사가 유아의 지능을 측정함과 동시에 각 특성에 따라 5가지 인지능력으로 구조화하는 것이 적절함을 시사한다. 5개 요인간의 상관관계는  $r_s = .37 \sim .81$ 으로 영역간의 상관이 중간 이상으로 나타났고, 지능에 대해 .61~.93의 요인부하량을 갖는 것으로 나타나 위계적 구조의 적절성이 검증되었다. 특히 유동추론과 작업기억간의 상관은 .81로 가장 높게 나타났다. 지적 능력의 중요한 구성요소인 유동추론은 유아의 측면전두엽의 활성화와 관련이 있으며, 이는 실행기능 및 작업기억과 관련이 있다(Kuwajima & Sawaguchi, 2010). K-WPPSI-IV에서 유동추론과 작업기억을 측정하기 위해 실시하는 공통그림찾기, 그림기억과 같은 소검사는 시각적 작업기억 과제에서의 수행과 관련성이 높다(Wechsler, 2012a). 일반적으로 어떤 종류의 인지과제를 동시에 수행하면서 올바르게 완

성하는데 필요한 정보인 작업기억(Cowan & Alloway, 2009)은 유동추론과의 강한 연결성이 다수의 선행연구를 통해 밝혀졌다(Burgess & Braver, 2010; Hornung, Brunner, Reuter, & Martin, 2011). 이처럼 본연구에서 나타난 각 지표간의 상관결과는 K-WPPSI-IV로 측정된 일반적인 지능과 특정 인지능력이 뇌 발달에 대한 구조적이고 기능적인 부분을 설명하고 있음을 의미한다(Wechsler, 2012a).

또한 4세 0개월~7세 7개월 연령군은 6개의 소검사로 구성된 언어이해 영역에서 2개의 내재된 요인이 발견되어 추가적 검증이 이루어졌다. 분석결과 언어이해 영역은 상식, 공통성, 어휘, 이해로 구성된 포괄/표현이라는 요인으로 설명이 가능하고, 수용어휘와 그림명명은 집중/단순이라는 요인으로 설명되는 것으로 나타났다. 첫 번째 요인인 포괄/표현에 포함된 소검사는 검사 수행 시 표현반응을 더 많이 요구하면서 어휘지식에 제한되지 않은 소검사를 포함하고 있으며, 두 번째 요인인 집중/단순은 표현반응이 거의 필요하지 않고 단어의 의미에만 집중된 소검사를 포함하고 있기 때문에 이는 이론적으로나 검사 수행적으로도 의미가 있는 결과이다(Raiford, Coalson, 2014). 특히 집중/단순 요인은 어린 연령군에서도 측정이 가능한 소검사로 구성되어 있으며, WPPSI-IV에서 이론에 근거하여 제시한 추가지표 중 그림명명과 수용어휘로 구성된 어휘습득 지표를 통계적으로 설명한다.

셋째, K-WPPSI-IV의 기본지표를 측정하는 핵심소검사로 유아의 지능구조를 분석한 결과 2세 6개월~3세 11개월 연령군과 4세 0개월~7세 7개월 연령군 모두 각각의 기본지표를 적절히 설명함과 동시에 적은 수의 소검사로 유아의 지능을 측정할 수 있는 것으로 나타났다. K-WPPSI-IV는 기본지표를 측정하기 위해 지표별로 2개의 핵심소검사를 제시하고 있다. 연령군에 따라 측정되는 기본지표의 수가 다르기 때문에 연령군에 따른 구성에는 차이가 있으나 각 지표를 측정하는 소검사는 각 지표를 .41~.83의 요인부하량을 갖는 것으로 나타났다. 2세 6개월~3세 11개월 연령군과 4세 0개월~7세 7개월 연령군의 지능구조 차이는 유동추론과 처리속도의 측정 가능 여부에 있다. 이는 나이든 연령군이 어린 연령군의 유아보다 인지능력이 보다 세분화 된 것과 관련이 있으며(Morgan et al., 2009; L. C. Ward, Bergman, & Herbert, 2012), K-WPPSI-IV는 이러한 발달경향을 측정된 지능을 통해 지능구조의 차이를 보여준다. 또한 다수의 지능검사가 측정하는 세부적인 인지구조가 동일한 것은 아니지만 대부분의 연구에서 지능의 핵심영역을 언어이해, 시공간, 유동지능, 작업기억, 처리속도 등의 구성요소로 설명함을(Carroll, 1993, 2012; Horn & Blankson, 2012;



Jacobson et al., 2004; Salthouse, 2004) 고려할 때, K-WPPSI-IV에서 측정된 언어이해, 시공간, 유동추론, 작업기억, 처리속도 등의 기본지표는 유아의 세부적인 인지발달 수준을 설명하는 것으로 해석할 수 있다.

본 연구의 제한점 및 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다. 먼저 본 연구에서는 전체 소검사를 중심으로 웨슬러가 제안한 기본지표 및 전체 지능구조를 살피고, 원도구의 모형과 비교를 통해 한국 유아의 지능구조를 살펴보았다는데 의의가 있다. 그러나 K-WPPSI-IV에서 이론 및 임상연구에 기초하여 제안한 어휘습득, 비언어, 일반능력, 인지효율성 등의 추가지표 척도에 대한 요인구조는 살펴보지 않았다는 제한점이 있다. 이는 WPPSI-IV의 표준화 연구에서도 이론 및 임상적 필요에 의해 추가적으로 제시된 추가지표척도에 대해서는 별도의 요인분석을 진행하지 않고 상관분석을 활용해 수렴 및 변별 타당도만을 살펴본 것에 근거하여 추가분석을 진행하지 않았기 때문이다. 그러나 추가지표로 제시되는 어휘습득, 일반능력, 비언어, 인지효율성 척도는 임상적인 해석에서 더 강력하게 활용될 수 있다. 어휘습득 지표는 유아의 표현언어 수행에 대한 추가적인 정보를 제공하고, 비언어성 지표는 임상적으로 표현언어지연 아동이나 표현언어문제를 수반한 임상조건 아동, 다문화 아동 등 일반 유아보다 언어적 능력에 어려움을 보이는 유아의 지능을 해석하는데 임상적으로 활용할 수 있다. 일반능력척도는 작업기억과 처리속도에 덜 의존하는 일반지능에 대한 추정값을 제시하며, 인지효율성 척도는 작업기억과 처리속도 소검사로 구성되어 개념적 학습, 문제해결, 상위 추론 등 유아의 인지정보처리의 효율성에 대한 추정값을 제시한다. 추가지표의 임상적 해석의 유용성은 다문화가정 아동의 일반지능과 비언어성 지능간의 수행을 분석한 H. Kim (2015)의 연구에서 비언어성 지능수행과 WPPSI-IV의 전체IQ와 비언어 지표간에 통계적으로 유의한 상관관계가 나타난 반면, 언어이해와 어휘습득 같은 언어적 능력을 측정하는 지표와 비언어성 지능 간에 통계적으로 유의한 상관관계가 나타나지 않은 결과가 이를 뒷받침한다. 따라서 후속연구에서는 기본지표척도 외에 추가지표척도의 요인구조를 살펴 통계적으로도 각 지표의 해석이 적절한지 연구해볼 필요가 있다.

둘째, K-WPPSI-IV의 경우 소수의 소검사를 활용하여 유아의 다양한 지능을 측정하기 위해 전체 소검사를 수행하지 않아도 유아의 지능을 산출할 수 있도록 구성되어 있다. 이때, 유아의 핵심소검사 수행에서 문제가 있었을 경우 같은 영역의 다른 소검사로 대체할 수 있는 대체검사체계를 가지고 있다. 이에 웨슬러가 제안한 보충소검사가 핵심소검사를 대체하

는 것이 가능한지 통계적으로 살펴볼 필요가 있다. 현재 국내에서 활용되고 있는 웨슬러 지능검사는 유아용 K-WPPSI-IV, 아동청소년용 K-WISC-IV (Korea-Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition), 성인용 K-WAIS-IV (Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition)가 표준화되어 활용되고 있으며, K-WPPSI-IV보다 먼저 표준화된 K-WISC-IV와 K-WAIS-IV는 확인적 요인분석을 통해 보충소검사의 심리측정적 대체가능성을 검증하였다(Yi, 2012, 2014). 이에 K-WPPSI-IV도 전체 지능 산출시 대체하는 소검사가 점수를 동일하게 대체할 수 있는가에 대한 연구를 진행할 것을 제안한다.

## Acknowledgements

This study was supported by the 2015 Research Fund of University of Ulsan.

## Notes

This article was presented at the 2016 Annual Spring Conference of the Korean Association of Child Studies.

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

### In English

- Angoff, W. H. (1988). Validity: An evolving concept. In H. Wainer & H. I. Braun (Eds.), *Test validity* (pp. 19–32). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- American Educational Research Association, American Psychological Association, National Council on Measurement in Education. (1999). *Standards for educational and psychological testing*. Washington: American Educational Research Association.
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegri, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities, 43*(6),

- 541–552. doi:10.1177/0022219410371676
- Burgess, G. C., & Braver, T. S. (2010). Neural mechanisms of interference control in working memory: Effects of interference expectancy and fluid intelligence. *PLoS ONE*, *5*(9), e12861. doi:10.1371/journal.pone.0012861
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carroll, J. B. (1997). The three-stratum theory of cognitive abilities. In J. L. Genshaft & D. P. Flanagan (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 122–130). New York: Guilford.
- Cowan, N., & Alloway, T. (2009). The Development of working memory in childhood. In M. Courage & N. Cowan (Eds.), *The development of memory in infancy and childhood* (pp. 303–342). New York: Psychology Press.
- Fitzpatrick, C., & Pagani, L. S. (2012). Toddler working memory skills predict kindergarten school readiness. *Intelligence*, *40*(2), 205–212. doi:10.1016/j.intell.2011.11.007
- Goldstein, G., & Hersen, M. (2000). Historical Perspectives. In G. Goldstein & M. Hersen (Eds.), *Handbook of psychological assessment* (3rd ed., pp. 3–17). Oxford: Elsevier.
- Gustafsson, J. E., & Undheim, J. O. (1996). Individual differences in cognitive functions. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 186–242). New York: Plenum Press.
- Horn, J. L., & Blankson, A. N. (2012). Foundations for better understanding of cognitive abilities. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (2nd ed., pp. 41–68). New York: Guilford.
- Hornung, C., Brunner, M., Reuter, R. A. P., & Martin, R. (2011). Children's working memory: Its structure and relationship to fluid intelligence. *Intelligence*, *39*(4), 210–221. doi:10.1016/j.intell.2011.03.002
- Hutchinson, E., Bavin, E., Efron, D., & Sciberras, E. (2012). A comparison of working memory profiles in schoolaged children with specific language impairment, attention deficit/hyperactivity disorder, comorbid SLI and ADHD and their typically developing peers. *Child Neuropsychology*, *18*(2), 190–207. doi:10.1080/09297049.2011.601288
- Jacobson, M. W., Delis, D. C., Hamilton, J. M., Bondi, M. W., & Salmon, D. P. (2004). How do neuropsychologists define cognitive constructs? Further thoughts on limitations of factor analysis used with normal or mixed clinical populations. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *10*(7), 1020–1021. doi:10.1017/S1355617704107121
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.
- Kaufman, S. B., Reynolds, M. R., Liu, X., Kaufman, A. S., & McGrew, K. S. (2012). Are cognitive g and academic achievement g one and the same g? An exploration on the Woodcock–Johnson and Kaufman tests. *Intelligence*, *40*(2), 123–138. doi:10.1016/j.intell.2012.01.009
- Keith, T. Z. (1985). Questioning the K–ABC: What does it measure? *School Psychology Review*, *14*(1), 9–20. doi:10.1177/073428299000800314
- Keith, T. Z. (1990). Confirmatory and hierarchical confirmatory analysis of the Differential Ability Scales. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *8*(3), 391–405. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1985-16335-001>
- Kuwajima, M., & Sawaguchi, T. (2010). Similar prefrontal cortical activities between general fluid intelligence and visuospatial working memory tasks in preschool children as revealed by optical topography. *Experimental Brain Research*, *206*(4), 381–397. doi:10.1007/s00221-010-2415-z
- Morgan, K. E., Rothlisberg, B. A., McIntosh, D. E., & Hunt, M. S. (2009). Confirmatory factor analysis of the KABC–II in preschool children. *Psychology in the Schools*, *46*(6), 515–525. doi:10.1002/pits.20394
- Raiford, S. E., & Coalson, D. L. (2014). *Essentials of WPPSI-IV Assessment*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Reeve, C. L., & Charles, J. E. (2008). Survey of opinions on the primacy of g and social consequences of ability testing: A comparison of expert and non-expert views. *Intelligence*, *36*(6), 681–688. doi:10.1016/j.intell.2008.03.007
- Reznick, J. S. (2009). Working memory in infants and toddlers. In M. L. Courage & N. Cowan (Eds.), *The development of memory in infancy and childhood* (pp. 343–365). New York: Psychology Press.
- Salthouse, T. A. (2004). Localizing age-related individual differences in a hierarchical structure. *Intelligence*, *32*(6), 541–561. doi:10.1016/j.intell.2004.07.003
- Sattler, J. M. (2008). *Assessment of children* (3rd ed.). San Diego: Sattler.
- Schneider, W., Schumann-Hengsteler, R., & Sodian, B. (Eds.). (2005). *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind*. Mahwah, NJ: Psychology Press.
- Ward, K. E., Rothlisberg, B. A., McIntosh, D. E., & Bradley, M. H. (2011). Assessing the SB–V factor structure in a sample of preschool children. *Psychology in the Schools*, *48*(5), 454–463. doi:10.1002/pits.20567
- Ward, L. C., Bergman, M. A., & Hebert, K. R. (2012). WAIS–IV subtest covariance structure: Conceptual and statistical considerations. *Psychological Assessment*, *24*(2), 328–340. doi:10.1037/a0025614
- Wechsler, D. (1989). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence–Revised*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2012a). *Technical and interpretive manual: WPPSI-*

IV. New York: Pearson.

Wechsler, D. (2012b). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence* (4th ed.). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

## In Korean

Choi, H. J. (2002). *The relation between K-WPPSI (Korean Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence) and K-CBCL (Korean Child Behavior Checklist)* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8593475>

Hong, S. (2000). The criteria for selecting appropriate fit indices in structural equation modeling and their rationales. *Korean Journal of Clinical Psychology*, 19(1), 161-177. Retrieved from <http://kiss.kstudy.com/>

Hwang, M., Park, H., & Lee, K. (2015). Correlation between K-WPPSI-IV and K-BSID- II performances. *Journal of Cognitive Enhancement and Intervention*, 6(1), 1-17. Retrieved from <http://www.newnonmun.com/article=192839>

Kim, H. (2015). *The relation between general intelligence and multiple intelligence performances in children from multi-cultural families* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T13674401>

Kim, S. (2015). *Intelligence characteristics of gifted children* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T13674563>

Kim, T. H. (2016). *The stability of the K-WPPSI-IV performances: A short term longitudinal study* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T14024612>

Park, H., Lee, K., & Ahn, D. (2016). *Korean Wechsler Preschool & Primary Scale of Intelligence-IV*. Seoul: Hakjisa.

Park, H., Lee, K., Lee, S., & Park, M. (2016). A study on

standardization of K-WPPSI-IV: Analyses of reliability and validity. *Korean Journal of Childcare & Education*, 12(4), 111-130. doi:10.14698/jkce.2016.12.04.111

Park, H. W., Seo, Y. N., & Lee, J. S. (2015). A study of concurrent validities of K-WPPSI-IV. *Korean Journal of Child Studies*, 36(1), 65-83. doi:10.5723/KJCS.2015.36.1.65

Park, M., Park, H., & Lee, K. (2014). Test-retest reliability of the K-WPPSI-IV [Abstract]. *Proceedings of Korean Psychological Association Annual Conference*, 343. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=A100638555>

Yi, J. S. (2012). Testing the psychometric substitutability of K-WAIS-IV supplementary subtests for core subtests by using structural equation modeling. *The Journal of the Korean Association on Developmental Disabilities*, 16(4), 29-52. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=A99599221>

Yi, J. S. (2014). Psychometric substitutability of K-WISC-IV supplementary subtests for core subtests by using confirmatory factor analysis. *Journal of Emotional & Behavioral Disorders*, 30(4), 495-514. Retrieved from <http://kiss.kstudy.com/>

## ORCID

KyungOk Lee	<a href="http://orcid.org/0000-0001-6270-2145">http://orcid.org/0000-0001-6270-2145</a>
Hyewon Park	<a href="http://orcid.org/0000-0003-2074-6128">http://orcid.org/0000-0003-2074-6128</a>
Sanghee Lee	<a href="http://orcid.org/0000-0002-3502-1413">http://orcid.org/0000-0002-3502-1413</a>

Received October 31, 2016

Revision received December 20, 2016

Accepted December 22, 2016