

주의력결핍 과잉행동장애 아동의 지능과 작업기억의 관계에 관한 연구*

이 한 규**

인제대학교 특수교육과

《 요약 》

본 연구는 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억이 일반아동에 비해서 차이가 있는지, 차이가 있다면 그 차이는 지능의 차이를 보정한 다음에도 여전히 남는지, 그리고 지능과 작업기억의 하위 성분들 간에 어떤 관계가 있는지 조사하기 위해 수행되었다. 연구대상은 초등학교 4, 5학년 남녀 주의력결핍 과잉행동장애 아동 20명과 같은 수의 일반아동이었다. 지능검사로 K-WISC-III를 사용하였으며 작업기억은 중앙집행기, 음운루프, 시공작업장을 각각 두 개씩의 하위검사를 사용하여 측정하였다. 측정된 자료는 t-검증, 공변량분석(ANCOVA), 상관분석의 방식으로 분석하였다. 연구결과 두 집단의 작업기억 중에서 중앙집행기에서만 차이를 보였고 음운루프나 시공작업장에는 차이를 보이지 않았다. 이것은 주의력결핍 과잉행동장애 아동이 시각의 문제보다 정보의 저장과 처리에 문제가 있음을 시사한다. 중앙집행기에서의 차이도 지능의 효과를 제거한 다음에는 나타나지 않았다. 이는 지능과 중앙집행기의 기능이 상당히 중첩되어 있음을 의미한다. 지능과 작업기억의 상관분석 결과 전체집단과 주의력결핍 과잉행동장애 아동 집단에서 중앙집행기와 시공작업장 중의 매트릭스 기억이 지능과 높은 상관을 보였으며, 이것으로 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 인지과정에서 시각정보에 의존하는 경향이 있음을 추정해볼 수 있다.

주제어 : 주의력결핍 과잉행동장애, 지능, 작업기억, 중앙집행기, 음운루프, 시공작업장

* 이 논문은 2011년도 인제연구장학재단의 지원을 받아 수행되었음.

** 제 1저자 (hlee@inje.ac.kr)

1. 서론

근래에 학교에서 주의력결핍 과잉행동장애(Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, ADHD) 아동을 발견하는 일은 그다지 어려운 일이 아니다. 주의력결핍 과잉행동장애의 본질적 특징은 지속적인 부주의와 과잉행동-충동성으로 말미암아 발달이나 일상적 기능이 제대로 이루어지지 않는다는 점이다(APA, 2013). 주의력결핍 과잉행동장애는 흔히 읽기, 쓰기, 수학 등의 특정 학습장애와 동반되며, 특정 학습장애가 없더라도 학업수행에 손상을 가져올 수 있다. 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 그 외에도 행동적, 정서적 불안정성으로 인하여 학교생활에 어려움을 겪을 수 있으므로 학교교사의 특별한 관심이 필요하다.

부주의한 행동의 기저에는 여러 가지 인지적 과정이 결부되어 있으므로 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 주의력, 집행기능, 또는 기억 검사 등에서 인지적 문제를 노출할 수 있다(APA, 2013). 뇌신경학적 연구에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 작업기억 과제를 하는 동안 전두엽, 두정엽, 시상, 미상핵 등 여러 부분에서 불균형적인 발달을 보인다고 보고되고 있으며(이용기, 안성민, 2014), 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 일반아동들에 비해서 전체적으로 지능이 떨어진다는 점도 보고되고 있다(허영애, 2014).

주의력결핍 과잉행동장애 아동이 가지는 중요한 인지적 결함 중의 하나는 작업기억(working memory)이다(Dehn, 2008). 작업기억은 정보를 일시적으로 처리하고 저장하는 데 작용하는 단기기억체제를 기술하기 위해 Baddeley와 Hitch(1974)가 사용하기 시작한 용어이다. Baddeley와 Hitch가 작업기억이 중앙집행기(central executive), 음운루프(phonological loop), 시공작업장(visuospatial sketchpad)의 세 가지 성분으로 구성된다고 제안한 이래 이 이론적 모델이 널리 받아들여져 왔다. 이 세 가지 성분 중에서 중앙집행기의 기능이 핵심적이며, 음운루프와 시공작업장은 중앙집행기를 보조하는 종속체제로서 음운루프가 음성적으로 부호화된 정보를 처리하는 반면에 시공작업장은 시각적 혹은 공간적 성격이 강한 자료들을 단기적으로 처리하고 붙잡아두는 일을 한다(이한규, 2002).

우리가 특별히 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억에 관심을 가지는 이유는 주의력결핍 과잉행동장애 아동들은 중앙집행기 기능이 저하되어 있으며 이는 학업부진 또는 학습장애의 원인이 될 수도 있기 때문이다(Martinussen, et. al, 2005; Pennington & Ozonoff, 1996). 약물치료가 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 학업성취를 향상시키는 것도 약물이 주의력 자체에 작용하는 효과보다 작업기억에 미치는 영향이 크기 때문이라는 견해도 있다(Dehn, 2008). 이와 같이 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 학업부진 현상의 한가운데에는 작업기억 기능 부전이 자리 잡고 있을 가능성이 높다.

그러므로 주의력결핍 과잉행동장애 아동을 지도하는 교사나 중재활동을 하는 치료사들은 이 아동들의 작업기억 능력에 관해서 관심을 가질 필요가 있다.

이런 맥락에서 최근 주의력결핍 과잉행동장애와 작업기억의 관련성에 관하여 국내외에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 연구자들은 주의력결핍 과잉행동장애 아동이 작업기억의 어떤 측면에서 취약한지, 그 원인은 무엇인지 밝히려고 애쓰고 있다. Wu, Anderson, Castiello(2006)에 의하면 주의력결핍 과잉행동장애 아동들은 재빨리 반응할지 모르지만 부정확하게 반응하며, 필요에 따라 반응 속도를 늦추는 데 어려움을 나타낸다. 그들은 이 아동들의 일차적인 결함이 자기조절 문제나 저수준 각성(under-arousal)(이는 행동의 억제가 잘 되지 않은 데서 나타난다)이라고 보았다. 구체적으로 말하면 느린 처리속도, 반응시간에서의 큰 편차, 그리고 속도-정확성의 성능교환(trade-off) 등이 주의력결핍 과잉행동장애 아동들의 주된 결함이다. 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 느린 처리속도는 국내의 연구에서도 제시된 바 있다. 허영애(2014)는 주의력결핍 과잉행동장애 고위험 아동은 인지기능에서 작업기억보다는 처리속도 점수에서 차이가 난다고 보고하였다.

이처럼 주의력결핍 과잉행동장애 아동들의 작업기억 능력이 저하되어 있음을 시사하는 연구가 많음에도 불구하고(최경순, 2013; Dehn, 2008; Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Pennington & Ozonoff, 1996) 작업기억의 취약성이 주의력결핍 과잉행동장애의 여러 가지 특성과 어떤 관련이 있는지에 관해서 아직 충분한 연구가 이루어지지 않고 있다. 지금까지의 연구에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동들의 작업기억에 관해서 일관성 있는 설명을 찾기 어려운 이유는 작업기억을 중앙집행기의 기능에 국한해서 연구하기도 하고(Daneman & Carpenter, 1980), Baddeley와 Hitch(1974)의 모델의 세 가지 성분(중앙집행기, 음운루프, 시공작업장) 모두를 포함하는 경우도 있으며, 작업기억을 측정하는 방식에도 여러 가지가 있기 때문이다.

Gathercole과 Pickering(2000)은 그동안 작업기억 연구에서 사용된 여러 가지 검사들을 검토한 다음 작업기억의 이론적 모델에 충실한 타당성 있는 측정 도구로서 13개의 검사를 제안한 바 있다. 이처럼 작업기억의 각 성분을 측정할 수 있는 다양한 검사가 소개됨에 따라 앞으로는 작업기억의 세 가지 성분 모두에 대해서 종합적으로 검토할 수 있게 되었다. 특히 시공작업장은 중앙집행기나 음운루프에 비해 상대적으로 주목을 받지 못해왔으나(Gathercole & Baddeley, 1993; Pearson, 2001), 뒤늦게나마 시공작업장과 관련된 뇌신경학적 연구(Farah, et al., 1988), 시각적 정보와 공간적 정보의 분리 처리에 관한 연구(Logie & Della Sala, 2005) 등 많은 연구가 축적되고 있다. Gathercole과 Pickering의 제안은 시공작업장 기능을 측정하는 데 큰 도움을 줌으로써 앞으로 작업기억 연구에서 시공작업장의 역할을 더 자세히 연구하는 데 이바지하였다.

주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억 능력에 대한 윤곽을 그리기 위해서 작업기억의 세 가지 성분에 대해 가능한 한 다양한 방식으로 조사를 할 필요가 있으며, 작업기억과 관련이 있는 언어이해, 지각조직, 주의집중, 처리속도 등의 인지기능을 동시에 살펴볼 필요가 있다. 최근에 최경순(2013)은 세 가지 검사를 통하여 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억에 관한 연구를 실시한 바 있으나 주로 중앙집행기의 기능 분석에 치우쳐 있고, 음운루프의 기능도 ‘숫자 바로 따라 말하기’ 검사 하나로 측정하여 음운정보의 처리 능력에 대한 충분한 분석이 이루어지지 않았으며 시공작업장에 대한 내용은 빠져 있다.

본 연구에서는 작업기억 모델을 충실히 반영하기 위하여 중앙집행기, 음운루프, 시공작업장 각각을 두 가지 검사로 측정하여 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 지능과 작업기억간의 관련성을 구체적으로 살펴보고자 하였다. 특히 시공작업장 기능 측정에서 지금까지 시각정보 위주로 측정해왔던 것을(도경수, 이은주, 2006; 백수진 외, 2007; 송중용, 1999) 본 연구에서는 공간정보 처리까지 포함하였다. 작업기억은 일반적으로 초등학교 4학년 이상이면 큰 변화가 없다는 국내연구(고선희, 최경순, 황민아, 2009)와 11, 12세경 성인 수준까지 발달한다는 연구(Cowan, et al., 1999; Gathercole, 1999) 등을 토대로 하여 초등학교 4학년과 5학년을 대상으로 하였다. 또한 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 일반아동에 비해서 전체적인 지능이 떨어진다는 연구가 있으므로(허영애, 2014; Barkley, DuPaul, & McMurray, 1990) 본 연구에서는 지능의 효과를 배제한 이후에도 작업기억의 차이가 있는지 보고자 하였다. 그리고 주의집중, 처리속도 등과 같은 인지적 과정과 작업기억 간의 관련성이 있는지도 조사하였다.

본 연구에서 설정한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 연구문제 1: 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 중앙집행기, 음운루프, 시공작업장 능력은 일반아동들과 차이가 있는가?
- 연구문제 2: 지능의 효과를 제거한 다음에도 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억 능력은 일반아동들과 차이가 있는가?
- 연구문제 3: 지능과 중앙집행기, 음운루프, 시공작업장 간의 관련성은 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동을 표집하기 위하여 경상남도 소재

초등학교, 지역아동센터, 클리닉, 지역보건소 내의 정신건강증진센터 등에서 4학년과 5학년 학생 중 주의력결핍 과잉행동장애가 있을 것으로 생각되는 아동에 대해서(1차 선별) 각 아동의 교사, 학부모, 또는 치료사들이 DSM-5에서 제시된 바대로 주의력 결핍이나 과잉행동/충동성 어느 쪽에서든 9개 항목 중 최소한 6개 항목 이상에 해당 하는지 조사하였다(2차 선별). 그리고 추후에 학교나 지역아동센터의 교사, 치료사 등을 대상으로 주의력결핍 과잉행동장애 아동에 대하여 확인조사를 실시하였다. 조사도구로는 DuPaul(1991)이 DSM-IV의 진단기준에서 추출하여 개발한 ADHD 평정척도를 토대로 소유경 외 4인(2002)이 타당화 연구를 실시 한 ‘ADHD 평가척도(ADHD Rating Scale: ARS)’를 활용하였다. 확인조사 결과 본 연구대상 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 모두 선별기준인 17점을 훨씬 초과하는 것으로 나타났다. 대상아동 중에서 최소값은 28, 최대값은 51, 평균 38.70이었다.

대상 아동 수는 4학년은 남학생이 10명, 여학생이 1명, 5학년은 남학생이 7명, 여학생이 2명으로 모두 20명이었다. 일반아동은 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 학년과 성별이 같은 아동 중에서 같은 숫자만큼 평범한 아동 중에서 학교교사가 임의로 표집 하였다. 두 집단 모두 특별한 지적, 신체적 장애는 없었다. 모든 아동에게 K-WISC-III 검사를 실시한 결과 모든 아동이 70 이상의 IQ를 나타내었으며, 전체 IQ에서 주의력 결핍 과잉행동장애 아동의 평균은 95.80, 일반아동의 평균은 115.80으로 두 집단 간에 차이가 있었다($t = -4.29, p = .000$). 전체 IQ뿐만 아니라 언어성 IQ($t = -4.35, p = .000$)와 동작성 IQ($t = -3.05, p = .004$) 각각에서도 두 집단 간에 차이가 있었다. 그 밖에 지능의 네 가지 요인의 지표점수를 포함하여 본 연구 대상 아동에 관한 구체적인 내용을 <표 1>에 제시하였다.

<표 1> 연구대상 아동의 특성

	ADHD아동 (n=20)		일반아동 (n=20)		t	p
	평균	표준편차	평균	표준편차		
연령	11.00	.66	10.88	.52	.61	.546
전체 IQ	95.80	16.67	115.80	12.51	-4.29	.000
언어성 IQ	99.05	17.65	119.60	11.65	-4.35	.000
동작성 IQ	92.90	15.14	107.20	14.56	-3.05	.004
언어이해	100.65	16.91	122.40	12.44	-4.63	.000
지각조직	96.55	15.18	109.10	14.28	-2.69	.010
주의집중†	94.05	18.80	104.10	11.86	-2.02	.052
처리속도	86.55	20.24	101.15	15.51	-2.56	.015

† 주의집중은 두 집단의 등분산 가정을 할 수 없으므로 Welch-Aspin 검증결과를 제시하였음.

2. 검사도구

1) ADHD 평가척도

주의력결핍 과잉행동장애 아동들의 장애여부를 확인하기 위하여 DuPaul(1991)이 개발하고 소유경 등(2002)이 타당화 한 ADHD 평가척도(ADHD Rating Scale)를 사용하였다. 이 검사는 주의력결핍에 관한 9 문항과 충동성에 관한 9 문항 등 모두 18개 문항으로 구성되어 있다. 각 문항마다 '전혀 그렇지 않다' 0점, '약간(가끔) 그렇다' 1점, '자주 그렇다' 2점, '매우 자주 그렇다' 3점으로 평정하게 되어 있다. 따라서 점수의 범위는 0점에서 54점이다. 7세에서 12세까지의 아동을 연령별로 연구한 소유경 등의 연구에서 이 검사의 내적 일치도(Cronbach's alpha)는 .77 ~ .89인 것으로 조사되었다.

2) 지능검사

본 연구에서는 아동들의 지능을 측정하기 위하여 K-WISC-III를 사용하였다. 그것은 주의력결핍 과잉행동장애 및 작업기억과 관련이 있을 수 있는 주의집중, 처리속도와 같은 지표들이 포함되어 있기 때문이다. 이 검사는 '빠진곳찾기', '상식', '기호쓰기', '공통성', '차레맞추기', '산수', '토막짜기', '어휘', '모양맞추기', '이해', '동형찾기', '숫자', '미로'의 13개 소검사로 이루어져 있다. 이 중 '동형찾기', '숫자', '미로'는 보충검사이다. 이 소검사들은 언어성 소검사이거나 동작성 소검사인데 언어성 소검사 점수의 합으로 언어성 IQ를 산출하고, 동작성 소검사의 합으로 동작성 IQ를 산출하며, 언어성 소검사와 동작성 소검사의 점수를 합해서 전체 IQ 점수를 산출한다. 언어성 검사는 '상식', '공통성', '산수', '어휘', '이해', '숫자'이며, 동작성 검사는 '빠진곳찾기', '기호쓰기', '차레맞추기', '토막짜기', '모양맞추기', '동형찾기', '미로'이다. 언어성 보충검사인 '숫자'는 다른 언어성 소검사가 제대로 수행되지 않았을 때 대체할 수 있으며, 동작성 보충검사인 '미로'는 다른 동작성 소검사가 제대로 수행되지 않았을 때 대체할 수 있다. '동형찾기' 보충검사는 '기호쓰기'만 대체할 수 있다.

K-WISC-III에서는 요인분석에 의해서 소검사들을 활용하여 네 개의 지표점수, 즉 '언어이해', '지각조직', '주의집중', '처리속도'를 계산할 수 있다(곽금주, 박혜원, 김정택, 2001). 이 네 가지 지표점수를 구성하는 소검사들은 다음과 같다.

언어이해 : '상식', '공통성', '어휘', '이해'

지각조직 : '빠진곳찾기', '차레맞추기', '토막짜기', '모양맞추기'

주의집중 : '산수', '숫자'

처리속도 : '기호쓰기', '동형찾기'

3) 작업기억검사

작업기억은 Gathercole과 Pickering(2000)이 제안한 작업기억 측정검사와 같은 방식으로 초등학교 3학년 이상의 모든 연령에서 적용할 수 있도록 이한규(2011)가 제작한 작업기억 검사를 사용하였다. 이 검사는 Gathercole과 Pickering(2000)이 제안한 13가지 검사도구 중에서 중앙집행기, 음운루프, 시공작업장의 각 성분마다 두 가지 검사를 선택하여 모두 6개의 하위 검사로 구성되었다. 모든 검사는 컴퓨터 프로그램으로 만들어졌으며, 컴퓨터 모니터에 문항이 제시되는 시간과 답안지에 답을 작성하는 시간이 1000분의 1초 수준까지 세분화 되었다. 이 검사는 작업기억의 세 가지 성분을 자세히 측정해 줄 뿐 아니라 컴퓨터 프로그램화 되어 있으므로 검사자가 누구든지 동일한 조건으로 검사가 실시되는 장점이 있다.

(1) 중앙집행기

① 읽기폭(reading span) 검사

이 검사는 문장을 읽는(처리) 동안 문장의 마지막 단어를 기억(저장)하게 함으로써 작업기억 용량을 측정하는 방식이다. 피험자들이 처리는 하지 않은 채 끝 단어만 외우는 것을 방지하기 위하여 피험자들로 하여금 문장을 소리내어 읽게 하거나(Daneman & Carpenter, 1980), 틀린 문장을 섞어 제시하면서 피험자들로 하여금 문장의 정오 판단을 하게 하는(Harrington & Sawyer, 1992; Lee, 1997; Turner & Engle, 1989) 두 가지 방식이 주로 사용되는데, 본 검사에서는 후자의 방식이 사용되었다. 제시문은 끝 단어가 동사 외에 명사나 형용사도 될 수 있도록 완전한 문장과 구(句)가 혼용되었으며, 뜻이 통하는 구절(또는 문장)과 뜻이 통하지 않는 구절이 각각 절반씩 사용되었다. 모든 구절의 길이는 8~10글자로 제한되었으며 초등학생들에게 친숙한 단어로 구성되었다. (예: “자동차가 빨리 달린다”, “노래를 부르는 운동화”)

구절(또는 문장)은 두 개, 세 개, 네 개씩 세트로 이루어져 있으며, 두 구절 세트에서부터 시작하여 두 구절 세트가 다 끝나면 세 구절 세트가 제시된다. 이런 식으로의 구절을 하나씩 늘려가며 제시한다. 각 구절을 읽을 때마다 그 구절의 의미가 통하는지, 통하지 않는지 판단하게 하고, 두 구절, 세 구절, 네 구절씩 각 세트가 끝난 다음에는 그 세트에서 제시된 구절의 마지막 단어를 기억하고 있다가 답안지에 적게 되어 있다. 문제 수는 두 구절, 세 구절, 네 구절짜리 각각 네 세트씩으로 모두 총 36 구절($2 \times 4 + 3 \times 4 + 4 \times 4$)이며, 채점은 끝 단어를 제시된 순서대로 바르게 회상한 횟수를 점수화한다. 채점할 때 처음 두 구절짜리 네 세트 중에서 세 세트 이상 바르게 회상했을 때 세 구절짜리로 넘어가며, 세 구절짜리를 세 세트 이상 바르게 회상하여야 네 구절 세트에 넘어간다. 세 세트 이상 바르게 회상하지 못 했을 때는 채점이 중단된다. 채점이 중단된 세트까지 바르게 회상한 단어의 수가 점수가 된다.

② 숫자회상(counting recall) 검사

붉은 점이 세 개, 네 개, 다섯 개, 여섯 개 그려진 사각형들 중에서 임의의 사각형을 연속해서 세 개씩 보여 주는 문제 4문항, 네 개씩 보여주는 문제 4문항, 다섯 개씩 보여주는 문제 4문항 등 모두 12문항으로 구성되었다. 사각형이 제시될 때마다 피험자들은 점의 개수를 “셋”, “여섯”, “넷” 하는 식으로 소리 내어 말하여야 한다. 각 세트가 끝날 때마다 보았던(소리 내어 말했던) 점의 개수를 답안지에 아라비아 숫자로 적게 한다. 각 단계의 네 문항 중에서 세 문항 이상 정확하게 회상했을 때 다음 단계의 문항을 채점하며 그러지 못했을 때 채점이 중단된다. 채점이 중단된 단계까지 점의 수를 바르게 회상한 문항의 수가 점수가 된다.

(2) 음운루프

① 무의미 글자 계열회상(serial recall of nonwords) 검사

받침 있는 한 글자짜리 무의미 단어 세 개, 네 개, 다섯 개 세트에서 글자를 하나씩 제시하고(예: “김, 녹, 슝, 율”) 한 세트가 끝날 때마다 글자를 순서대로 회상하여 답안지에 적는 검사이다. 문제 수는 세 글자 세트, 네 글자 세트, 다섯 글자 세트 각각 4문항씩 모두 12문항으로 구성된다. 제시된 글자들을 순서대로 정확하게 적은 것만 정답으로 채점한다. 각 단계의 네 문항 중 세 문항 이상 정답일 때 다음 단계의 채점을 하며, 그러지 못했을 때는 채점을 중단한다. 채점이 중단된 단계까지 바르게 회상한 문항의 수가 점수가 된다.

② 무의미 글자 계열인지(serial recognition of nonwords) 검사

앞의 검사와 같은 방식으로 무의미한 글자들을 사용하여 만든 글자 세 개, 네 개, 다섯 개짜리 각각 4개씩의 목록 중 두 개의 목록은 순서도 똑같은 동일한 쌍이며 두 개의 목록은 이웃한 두 글자의 순서를 바꾼 쌍이다. 처음 목록은 빨간 색으로 하나하나 제시되며, 다음 목록은 파란 색으로 제시된다. 피험자들은 각 목록 쌍이 동일한 순서의 목록인지 아니면 순서가 바뀐 목록인지 판단한다. 문제 수는 세 글자 목록, 네 글자 목록, 다섯 글자 목록 각각 4문항씩 모두 12문항이다. 각 단계의 네 문항 중 세 문항 이상에서 정확한 반응을 했을 때 다음 단계의 채점을 하고 그러지 못했을 때는 채점을 중단한다. 점수는 채점이 중단된 단계까지 바르게 판단한 문항수이다.

(3) 시공작업장

① 고정 매트릭스 기억(memory of static matrices) 검사

컴퓨터 화면상에 3×3, 4×4, 5×5 사각형 매트릭스를 보여주는데 각 매트릭스

마다 두 개의 칸에는 빨간 색칠이 되어 있다. 피험자들은 색칠된 칸을 기억하였다가 답안지에 그려진 똑같은 매트릭스 사각형 안에 색칠되었던 칸을 표시해야 한다. 문제 수는 3×3 , 4×4 , 5×5 매트릭스 각각 4개씩 모두 12문항이다. 각 단계의 네 문항 중 세 문항 이상 맞혔을 때 다음 단계를 채점하고 그러지 못했을 때는 채점을 중단한다. 채점이 중단된 단계까지 색칠된 칸을 바르게 표시한 문항의 수가 점수가 된다.

② 미로이동 기억(memory of dynamic mazes) 검사

두 겹짜리, 세 겹짜리, 네 겹짜리 사각형의 한가운데 개구리가 있는 미로 그림에서 각 사각형마다 출구가 두 개씩 있으며, 개구리가 그 중 한 출구를 통해 밖으로 나가는 경로가 빨간 점의 움직임으로 모니터 상에 표시된다. 피험자들은 답안지에 그려진 똑같은 미로 그림에서 개구리가 밖으로 나가는 경로를 연필로 표시하여야 한다. 문제 수는 두 겹, 세 겹, 네 겹짜리 미로 각각 4문항씩 모두 12문항이다. 각 단계의 네 문항 중에서 세 문항 이상 맞혔을 때 다음 단계를 채점하며 그러지 못했을 때 채점을 중단한다. 점수는 채점이 중단된 단계까지 경로를 바르게 그린 미로의 수이다.

3. 연구절차 및 자료분석

자료수집은 2014년 11월에서 2015년 10월에 걸쳐 이루어졌다. 인근지역의 초등학교, 지역아동센터, 클리닉, 지역보건소 내의 정신건강증진센터 등에 의뢰하여 교사, 학부모, 치료사가 주의력결핍이나 과잉행동/충동성 어느 쪽에서든 9개 항목 중 최소한 6개 항목 이상에 해당한다고 응답한 아동을 연구대상으로 표집하였다. 추후에 다시 소유경 등(2002)이 타당화 한 'ADHD 평가척도'를 활용하여 주의력결핍 과잉행동장애 여부를 재차 확인하였다.

검사는 대상 아동이 재학하고 있는 초등학교, 심리치료를 받고 있는 심리센터, 또는 본 연구자의 대학의 실험실 등에서 실시되었다. 검사자는 심리학 관련 전공 박사학위 소지자 및 박사과정 재학생들이었다. 모든 대상 아동은 개별적으로 검사를 받았으며 지능검사가 시간이 많이 걸리는 점을 고려하여 지능검사, 작업기억 검사의 순으로 실시하였다. 검사 시간이 오래 소요되어 당일에 끝마치지 못한 일부 아동의 경우 작업기억 검사를 다른 날에 실시하였다.

자료의 분석과정에서 작업기억 검사의 한 하위검사 전체가 무응답이거나, 문제를 잘못 이해하여 잘못된 반응을 한 아동은 제외하였다. 유효한 자료는 SPSS 프로그램을 사용하여 t -검증, 공변량분석(ANCOVA) 및 상관계수를 통해서 분석하였다.

III. 결과

1. 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동 간의 작업기억 차이

먼저 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동 간의 작업기억 각 성분별 차이를 *t*-검증을 통해 비교하였으며 그 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> ADHD아동-일반아동 간의 작업기억 능력 차이

	ADHD아동 (n=20)		일반아동 (n=20)		<i>t</i>	<i>p</i>
	평균	표준편차	평균	표준편차		
중양집행기						
읽기폭	2.40	2.35	4.15	2.94	-2.08	.044
숫자회상	7.75	2.95	9.45	2.19	-2.07	.045
음운루프						
글자 계열회상	3.00	2.03	3.15	1.81	-.25	.807
글자 계열인지	9.40	3.02	10.40	2.35	-1.17	.249
시공작업장						
매트릭스 기억	8.95	2.70	9.95	1.73	-1.39	.172
미로이동 기억	7.95	2.54	8.20	2.53	-.31	.757

전체적으로 주의력결핍 과잉행동장애 아동들은 일반아동들에 비해 중양집행기 기능이 떨어지는 것으로 나타났다. 중양집행기 기능을 측정한 두 가지 검사, 즉 읽기폭 ($t = -2.08, p = .044$)과 숫자회상($t = -2.07, p = .045$) 모두에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동들은 일반아동들보다 낮은 수행을 보였다. 그렇지만 중양집행기의 기능을 보조하는 두 중속기관, 즉 음운루프나 시공작업장의 기능을 측정한 검사에서는 두 집단 간의 차이가 나타나지 않았다.

2. 지능의 효과를 제거한 다음의 작업기억의 차이

주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동들 간에 중양집행기 능력에서 유의미한 차이가 있다고 나타났으므로, 이 차이가 지능의 효과를 통계적으로 제거한 다음에도

남을 것인지 조사하였다. 달리 말해서 본 연구의 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 일반 학생들에 비해서 지능이 낮으므로, 만일 이 지능의 차이를 통계적으로 보정해 주었을 때도 중앙집행기의 차이가 유지되는지 보고자 하였다. 이를 위해서 전체 IQ 점수를 공변인으로 사용하여 공변량분석(ANCOVA)을 실시하였으며 그 결과를 <표 3>에 제시하였다.

<표 3> 중앙집행기 능력에 대한 공변량분석

변량원		SS	df	MS	F	p
읽기폭	공변인(전체 IQ)	17.32	1	17.32	2.54	.119
	집단	4.68	1	4.68	.69	.412
	오차	252.03	37	6.81		
숫자회상	공변인(전체 IQ)	6.73	1	6.73	1.00	.325
	집단	8.58	1	8.58	1.27	.267
	오차	249.97	37	6.76		

<표 3>에서 보는 바와 같이 전체 IQ에서의 차이를 통계적으로 보정하였을 때 읽기폭과 숫자회상 모두에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동 집단과 일반아동 집단 간의 F검증 결과는 차이가 없는 것으로 나타났다. 다시 말해서 중앙집행기 작업 기억에서 두 집단 간에 차이가 있었던 것은 부분적으로 지능의 차이가 포함되었기 때문이라고 볼 수 있다.

3. 작업기억 각 성분들 간의 상호관련성

앞의 공변량분석에서 지능의 차이를 통계적으로 보정한 결과 작업기억에서의 집단간 차이가 없어졌으므로 지능과 작업기억은 부분적으로 관련되어 있다고 볼 수 있다. 지능과 작업기억의 각 성분들 간에 어떤 상호관련성이 있는지 조사하기 위하여 전체 학생들을 대상으로 상관계수를 조사하여 그 결과를 <표 4>에 제시하였다.

<표 4> 전체아동의 지능과 작업기억 간의 상관계수

	읽기폭	숫자회상	글자 계열회상	글자 계열인지	매트릭스 기억	미로이동 기억
전체 IQ	.38*	.31	.13	.20	.45**	.10
언어성 IQ	.40*	.33*	.27	.24	.49**	.01
동작성 IQ	.30	.22	-.09	.11	.30	.20
언어이해	.39*	.28	.30	.20	.43**	-.03
지각조직	.24	.16	-.14	.11	.24	.14
주의집중	.23	.38*	.01	.30	.49**	.01
처리속도	.25	.25	.26	.06	.42**	.29

*: $p < .05$, **: $p < .01$

<표 4>에서 보는 바와 같이 전체 IQ는 읽기폭($r = .38$) 및 매트릭스 기억($r = .45$)과 의미 있는 상관을 보였다. 세부적으로 보면 언어성 IQ는 읽기폭($r = .40$), 숫자회상($r = .33$), 매트릭스 기억($r = .49$)과 의미 있는 상관을 보인 반면 동작성 IQ는 작업기억의 어느 하위 검사와도 의미 있는 상관을 나타내지 않았다. 지능검사를 구성하는 네 가지 요인과 작업기억의 상관을 보면 언어이해가 읽기폭($r = .39$) 및 매트릭스 기억($r = .43$)과 의미 있는 상관을 보였고, 주의집중은 숫자회상($r = .38$) 및 매트릭스 기억($r = .49$)과 의미 있는 상관을 보였으며, 처리속도는 매트릭스 기억($r = .42$)과만 의미 있는 상관을 나타내었다. 지각조직은 작업기억의 어느 검사와도 유의미한 상관을 보여주지 않았다.

한편 작업기억 검사를 중심으로 살펴보면 특이하게도 시공작업장 능력 중 매트릭스 기억이 지능과 상당히 밀접한 상관이 있음을 알 수 있다. 매트릭스 기억은 전체 IQ, 언어성 IQ와 높은 상관을 보였으며, 요인별 지표점수와의 상관에서도 언어이해, 주의집중, 처리속도와 높은 상관을 보였다. 같은 시공작업장 검사인 미로이동 기억은 지능과 아무런 상관을 보여주지 않았다. 중앙집행기 검사인 읽기폭, 숫자회상은 공히 언어성 IQ와 의미 있는 상관을 나타내었다. 반면에 음운루프 검사인 글자 계열회상과 글자 계열인지는 지능과 의미 있는 상관을 보여주지 않았다.

주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동들을 별도로 하여 지능과 작업기억 간의 상관계수를 조사한 결과는 <표 5>와 <표 6>에 제시하였다.

<표 5> ADHD아동의 지능과 작업기억 간의 상관계수

	읽기폭	숫자회상	글자 계열회상	글자 계열인지	매트릭스 기억	미로이동 기억
전체 IQ	.13	.21	.27	.24	.51*	-.09
언어성 IQ	.16	.18	.36	.16	.47*	-.14
동작성 IQ	.10	.22	.11	.30	.45*	.03
언어이해	.15	.06	.40	.07	.36	-.17
지각조직	.08	.13	.03	.30	.34	-.05
주의집중	-.00	.47*	.10	.24	.46*	-.10
처리속도	.13	.29	.35	.08	.54*	.27

*: $p < .05$

<표 5>에서 보는 바와 같이 ADHD아동의 경우 매트릭스 기억은 전체 IQ($r = .51$), 언어성 IQ($r = .47$), 동작성 IQ($r = .45$) 모두와 의미 있는 상관을 보였지만 나머지 작업기억 검사들은 지능과 유의미한 상관을 보여주지 못하였다. 매트릭스 기억은 지능 요인별 지표검사와의 상관에서도 주의집중($r = .46$) 및 처리속도($r = .54$)와 의미 있는 상관을 나타내었다.

<표 6> 일반아동의 지능과 작업기억 간의 상관계수

	읽기폭	숫자회상	글자 계열회상	글자 계열인지	매트릭스 기억	미로이동 기억
전체 IQ	.40	.07	-.09	-.08	.19	.32
언어성 IQ	.46*	.22	.22	.19	.44	.16
동작성 IQ	.26	-.08	-.38	-.32	-.11	.38
언어이해	.41	.24	.27	.20	.44	.05
지각조직	.18	-.09	-.40	-.32	-.10	.32
주의집중	.34	-.03	-.19	.31	.43	.16
처리속도	.17	-.10	.14	-.18	.04	.33

*: $p < .05$

일반 아동의 경우 <표 6>에서 보듯이 중앙집행기의 읽기폭과 언어성 IQ 간의 상관($r = .46$)만 의미 있는 것으로 나타났을 뿐 나머지 상관에서는 유의미한 상관이 나타나지 않았다. 전체집단 및 주의력결핍 과잉행동장애 아동 집단에서 두드러지게 지능과 높은 상관을 보였던 매트릭스 기억도 일반아동 집단에서는 지능과 유의미한 상관을 보이지 않았다.

IV. 논 의

1. 집단간 작업기억의 차이

주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동의 비교에서 작업기억의 가장 핵심적인 중앙집행기의 기능에서 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 집행기 기능의 저하 현상은 국내외의 여러 연구가 거의 일치된 견해를 보이고 있다(최경순, 2013; Pennington & Ozonoff, 1996; Wu, Anderson, & Castiello, 2006). 그러나 중앙집행기 외의 음운루프나 시공작업장에서도 차이가 있는지에 관해서는 연구가 충분하지 않을뿐만 아니라 일치된 결론을 찾기 어렵다. 주의력결핍 과잉 행동장애 아동의 작업기억 손상에 관한 연구들의 메타분석에서 Martinussen과 그 동료들(2005)은 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 작업기억의 여러 가지 기능에서 결함을 보인다는 결론을 얻었다. 그렇지만 본 연구에서는 종속체제인 음운루프나 시공작업장에서는 두 집단 간의 차이가 발견되지 않았다. 최경순(2013) 또한 음운루프에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동의 차이가 없다는 결론을 내린 바 있다.

언어정보 처리의 경우, 사용 언어의 고유한 특성에 따라 주의력결핍 과잉행동장애가 음운루프의 기능에 미치는 정도가 다를지도 모른다. 예를 들어 영어의 경우 자음이나 모음 모두 한 가지 이상의 음운정보를 함축할 수 있는데 비해(예: **gate**와 **geometry**, 그리고 **date**와 **machine**) 한글에서는 한 가지 음운만 내포하므로 주의력결핍 과잉행동장애 아동이라고 해서 음운처리에서 특별히 어려움을 겪으리라고 보기 어렵다. 시공작업장의 경우 시각정보와 공간정보의 처리가 별도로 이루어진다는 연구(Logie & Della Sala, 2005)도 있거니와 시공간 정보의 처리능력을 측정하는 방식도 일정하지 않아서 주의력결핍 과잉행동장애가 시공작업장에 어느 정도의 영향을 미치는지 결론을 내리기는 어렵다.

주의력결핍 과잉행동장애 아동이 종속체제보다 중앙집행기 기능에 결함이 있다는 것은 지각의 문제보다 정보의 저장 및 처리에 문제가 있음을 시사한다. 중앙집행기는 무관한 정보를 억제함으로써 작업기억의 전 과정에서 중요한 역할을 하는데(Cowan, 2005), Barkley(1997)에 의하면 주의력결핍 과잉행동장애의 핵심적인 결함은 억제과정을 작동할 능력이 부족하다는 점이다. 그러므로 주의력결핍 과잉행동장애 아동이 불필요한 정보는 억제하고 필요한 정보만 처리할 수 있도록 도와줄 수 있다면 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억 능력을 신장시킬 수 있을 것으로 추정해볼 수 있다.

2. 지능효과를 제거한 다음의 작업기억 차이

주의력결핍 과잉행동장애 아동이 중앙집행기의 두 하위 검사에서 일반아동과 차이를 나타냈으므로 그 차이가 IQ의 영향을 제거한 다음에도 유지되는지 보기 위하여 전체 IQ를 공변인으로 하는 공변량분석을 실시한 결과 중앙집행기에서의 집단 차이는 나타나지 않았다. 다시 말해서 만일 IQ가 비슷하다면 작업기억에서 차이가 나지 않을 것임을 의미한다. 이것은 지능과 중앙집행기의 기능이 상당히 중첩되기 때문으로 추정할 수 있다. 실제로 1990년대 중반 이후로 많은 유명한 지능검사들이 개정될 때마다 작업기억을 측정하는 하위검사를 추가해왔다(Dehn, 2008). WISC-III 검사에서 보장된 주의집중(freedom from distractibility)은 기호쓰기, 산수, 동형찾기 및 숫자 검사들로 측정되는데 이런 것들은 단기기억과도 관련이 있다(곽금주, 박혜원, 김청택, 2001). 따라서 본 연구에서 지능의 효과를 통계적으로 제거했을 때 작업기억에서의 집단차가 사라진 것은 특이하다고 보기 어렵다.

하지만 최경순(2013)의 연구에서는 IQ가 비슷한 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동이 중앙집행기에서 차이를 보였으므로 이것은 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 지능검사에서 측정되는 주의집중력과 무관하게 작업기억에서 취약할 수 있음을 의미한다. 주의력결핍 과잉행동장애 아동이 불안, 우울과 같은 정서적인 문제를 보일 수 있다는 점(허영애, 2014)을 고려하면 주의력결핍 과잉행동장애 아동은 정서적인 이유로 작업기억 기능의 저하를 나타낼 가능성도 있다고 보아야 할 것이다. 지능 외에도 정서처럼 작업기억에 영향을 미칠 수 있는 요인에 관해서는 앞으로 더 많은 연구가 있어야 할 것이다

3. 지능과 작업기억 간의 상관

지능과 작업기억의 각 성분들 간의 상관관계를 전체 아동에서 조사한 결과 전체 IQ는 읽기폭, 매트릭스 기억과 높은 상관이 있었으며 언어성 IQ는 읽기폭, 숫자회상 및 매트릭스 기억과 높은 상관을 보인 반면 동작성 IQ는 작업기억의 어느 성분과도 의미 있는 상관을 보이지 않았다. 이는 Woodstock-Johnson 인지능력검사의 하위검사 중 전체 지능은 작업기억과 높은 상관(.74)이 있으나 시공간 사고(visual-spatial thinking)는 작업기억과 미미한 상관(.28)이 있다는 연구(McGrew & Woodstock, 2001)를 뒷받침하며, 중앙집행기와 음성학적 단기기억 간에 상당히 높은 상관이 있다는 주장(Gathercole, et al., 2004)과도 상통하는 것이다.

네 가지 요인의 지표점수와의 상관에서는 언어이해-읽기폭, 언어이해-매트릭스 기억, 주의집중-숫자회상, 주의집중-매트릭스 기억, 그리고 처리속도-매트릭스 기억

간에 의미 있는 상관이 있었던 한편 지각조직은 작업기억의 어느 검사와도 유의미한 상관을 보이지 않았다. 읽기폭과 숫자회상이 언어이해 및 주의집중과 각각 높은 상관을 보인 것은 인지과정 중에서 주의집중과 음운처리기 작업기억 간에 밀접한 관련이 있다는 McNamara와 Scott(2001)의 연구와 같은 의미로 해석될 수 있다. 특히 작업기억 이론의 발달 초기부터 이론가들은 중앙집행기가 정보의 흐름을 통제하는 데 주의집중이 핵심적인 역할을 한다고 보았다(Gathercole & Baddeley, 1993). 이런 점에서 본 연구의 결과는 작업기억 이론을 잘 뒷받침한다고 할 수 있다.

지능과 작업기억 간의 상관을 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동별로 나누어 살펴보았을 때, 일반아동 집단에서는 오직 언어성 IQ와 읽기폭 간의 상관만 의미 있는 것으로 나타났다. 반면에 주의력결핍 과잉행동장애 아동 집단에서는, 사례수가 절반으로 줄었음에도 불구하고, 전체 집단에서와 비슷한 패턴이 유지되었다. 주의집중과 숫자회상은 여전히 높은 상관을 보였고, 매트릭스 기억은 전체 IQ, 언어성 IQ, 동작성 IQ, 주의집중, 처리속도 등과 유의미한 상관이 있는 것으로 나타났다. 주의력결핍 과잉행동장애와 작업기억 결합 모두 중앙집행기의 결합과 관련이 있다는 연구(Wu, Anderson, & Castiello, 2006)에 비추어 보면 본 연구에서 주의집중과 숫자회상 간에 높은 상관이 나타난 것은 충분히 이해될 수 있다.

본 연구에서 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 특히 매트릭스 기억과 지능 간에 강한 상관을 보인 점은 상당히 특이한 현상으로서 이전에 연구에서 거의 드러나지 않았던 특징이었다. 본 연구에서는 확인되지 않았지만 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 언어적 작업기억보다 시공간 작업기억에서 더 큰 손상을 보인다는 연구(Martinussen et al., 2005; Martinussen & Tannock, 2006))와 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 일반적으로 음운 단기기억에서는 결합을 보이지 않는다는 주장(Dehn, 2008)을 종합해보면, 본 연구를 비롯한 여러 연구에서 지적된 바와 같이 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 일반아동들에 비해 낮은 지능을 나타내는 원인 중의 하나는 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 인지과정에서 시공간 작업기억이 부족함에도 불구하고 언어보다 시공간 정보에 더 크게 의존하기 때문일 것으로 추정해 볼 수 있다. 하지만 본 연구에서 미로이동 기억(공간정보 처리)은 지능과 아무런 상관을 보이지 않았기 때문에 엄밀히 말하면 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 인지과정에서 공간정보보다 시각정보 처리에 의존한다고 추정해야 할 것이다. 사실 최근까지 국내에서 시공간 작업기억에 관한 연구에서는 주로 Logie, Zucco, Baddeley(1990)가 사용한 매트릭스 기억(백수진 외, 2007; 송중용, 1999) 또는 거울상 지각(도경수, 이은주, 2006) 검사를 통해서 측정되는 시각정보 처리능력에 관해서 이루어졌으며 공간정보 처리능력은 별로 다루어지지 않았다. 하지만 시각적 작업기억과와 공간적 작업기억은 구분된다는 주장(Logie & Della Sala, 2005)도 있으므로 앞으로의 주의력결핍 과잉행동장애 연구에서는 공간적 작업기억을 포함하여 시공간 작업기억과의 관련성에 관한 연구가 더 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 학교현장에서 드물지 않게 볼 수 있는 주의력결핍 과잉행동장애 아동들의 인지적 특징을 지능과 작업기억을 중심으로 살펴보았다. 본 연구에서 살펴보고자 했던 구체적인 연구문제는 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동 간에 작업기억의 차이가 있는가, 차이가 있다면 지능의 효과를 통계적으로 제거한 다음에도 차이가 남아 있는가, 그리고 지능과 작업기억의 관계는 어떠한가였다. 연구결과를 종합하여 내릴 수 있는 결론과 그것의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 주의력결핍 과잉행동장애 아동들은 작업기억 중에서 중앙집행기의 기능에서만 일반아동에 비해 뒤쳐졌을 뿐, 중속체제인 음운루프나 시공작업장에서는 차이를 보이지 않았다. 이것은 음운정보나 시공간 정보의 지각에는 별 문제가 없으나 정보를 일시적으로 붙들어 두면서 처리하는 능력이 부족함을 의미한다. 그러므로 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억 능력 향상을 위해서는 저장과 처리가 잘 이루어질 수 있도록 불필요한 정보를 억제하는 것을 도와줄 필요가 있다.

둘째, 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동의 지능의 차이를 통계적으로 보정했을 때 두 집단 간의 중앙집행기 기능의 차이는 사라졌다. 이것은 작업기억의 중앙집행기를 측정하는 검사와 지능검사 간에 상당한 공통점이 있음을 시사한다. 하지만 주의력결핍 과잉행동장애 아동과 일반아동이 지능이 비슷한 경우에도 중앙집행기 기능에 차이가 존재한다는 연구(최경순, 2013)도 있으므로 지능 외에 정서가 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억에 영향을 미칠 가능성도 충분히 고려해야 할 것이다.

셋째, 지능과 작업기억 검사 간의 상관을 살펴본 결과 전체집단 및 주의력결핍 과잉행동장애 집단에서 나타난 특이한 현상은 매트릭스 기억이 지능의 여러 요인과 의미 있는 상관을 보였다는 점이다. 이것은 주의력결핍 과잉행동장애 아동들이 시각정보처리 능력이 부족함에도 불구하고 인지과정에서 시각정보 처리에 의존하는 경향이 있음을 암시한다. 따라서 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 인지적 활동을 돕고자 한다면 시각정보를 적극 활용하되 가능한 한 불필요한 정보는 억제하고 필요한 정보에만 집중할 수 있도록 도와준다면 작업기억의 향상을 기대해 볼 수 있을 것이다.

주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억을 향상시킬 수 있으면 주의력결핍 과잉행동장애 자체의 문제뿐만 아니라 그와 관련된 다른 문제도 누그러뜨릴 수 있다(Klingberg, Forssberg, Westerberg, 2002). 그러므로 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 교육에서 그들의 작업기억 능력을 향상시키는 일은 매우 중요하다. 본 연구의 결과는 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 작업기억 능력을 향상시키는 데 필요한 정보를 조금이나마 제공해 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

- 고선희, 최경순, 황민아 (2009). 읽기 폭 과제로 측정된 정상아동의 작업기억 발달. **언어청각 장애연구**, 14, 303-312.
- 곽금주, 박혜원, 김청택 (2001). **한국 웨슬러 아동 지능검사(K-WISC-III)**. 서울: 도서출판 특수교육.
- 도경수, 이은주 (2006). 텍스트 유형과 작업기억이 읽기 정상 아동과 읽기 지진 아동의 텍스트 이해에 미치는 영향. **인지과학**, 17(3), 191-206.
- 백수진, 안성우, 서유경, 신영주 (2007). 읽기장애아동과 일반아동의 작업기억 특성 비교 연구. **정서·행동장애연구**, 23(3), 265-300.
- 소유경, 노주선, 김영신, 고선규, 고윤주 (2002). 한국어판 부모, 교사 ADHD 평가 척도의 신뢰도와 타당도 연구. **신경정신의학**, 41(2), 283-289.
- 송종용 (1999). **한글 읽기장애 아동의 작업기억 특성**. 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 이용기, 안성민 (2014). 주의력결핍 과잉행동장애(ADHD) 아동의 작업기억 과제 수행 시 fMRI 분석. **한국콘텐츠학회논문지**, 14(12), 854-862.
- 이한규 (2002). **언어발달과 언어처리**. 서울: 원미사.
- 이한규 (2011). 읽기 관련 작업기억 분석. **인지과학**, 22(2), 193-215.
- 최경순 (2013). 고학년 ADHD 아동의 작업기억 능력. **학습장애연구**, 10(1), 109-121.
- 허영애 (2014). 'K-WISC-IV'에 나타난 ADHD 고위험군 아동의 인지적 특성에 관한 연구. 석사학위논문. 울산대학교 대학원.
- American Psychiatric Association(APA) (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders(5th ed.)*(DSM-5). Seoul: Hakjisa
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York: Academic Press.
- Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Academic Press.
- Barkley, R. A., DuPaul, G. J., & McMurray, M. B. (1990). Comprehensive evaluation of attention deficit disorder with and without hyperactivity as defined by research criteria. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 58, 775-798.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cowan, N., Nugent, L. D., Elliot, E. M., Ponomarev, I., & Saults, J. S. (1999). The role of attention in the development of short-term memory: Age differences in verbal span of apprehension. *Child Development*, 70, 1082-1097.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

- DuPaul, G. J. (1991). Parent and teacher ratings of ADHD symptoms: Psychometric properties in a community-based sample. *Journal of Clinical Child Psychology, 20*, 245-253.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*(pp. 102-134). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Farah, M. J., Hammond, K. M., Levine, D. N., & Calvanio, R. (1988). Visual and spatial mental imagery: Dissociable systems of representation. *Cognitive Psychology, 20*, 439-462.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences, 3*, 410-419.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology, 92*, 377-390.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4-15 years of age. *Developmental Psychology, 40*, 177-190.
- Harrington, M., & Sawyer, M. (1992). L2 working memory capacity and L2 reading skill. *Studies in Second Language Acquisition, 14*, 25-38.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 24*, 781-791.
- Lee, H. (1997). *Syntactic interference and language processing of bilinguals*. Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin-Madison.
- Logie, R. H., & Della Sala, S. (2005). Disorders of visuospatial working memory. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*. New York: Cambridge University Press.
- Logie, R. H., Zucco, G. M., & Baddeley, A. D. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica, 75*, 55-74.
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 44*, 377-384.

- Martinussen, R., & Tannock, R. (2006). Working memory impairments in children with attention-deficit hyperactivity disorder with and without comorbid language learning disorders. *Journal of the Clinical and Experimental Neuropsychology, 28*, 1073-1094
- McGrew, K. S., & Woodstock, R. W. (2001). *Woodstock-Johnson III technical manual*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory and Cognition, 29*, 10-17.
- Pearson, D. (2001). Imagery and the visuo-spatial sketchpad. In J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective*. New York: Taylor & Francis Inc.
- Pennington B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*, 51-87.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language, 28*, 127-154.
- Wu, K. K., Anderson, V., & Castiello, U. (2006). Attention-deficit/hyperactivity disorder and working memory: A task switching paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 28*, 1288-1306.

A Study on the relationship between intelligence and working memory of ADHD children

Lee, Hankyu

Inje University

<Abstract>

This study was performed to examine the difference of working memory between ADHD and general children, the difference after eliminating the effect of intelligence, and the correlation coefficients between intelligence and working memory. Subjects were 20 ADHD boys and girls of 4th and 5th grade, and the same number of general children. Intelligence was measured by K-WISC-III, and each of three components of working memory(central executive, phonological loop, visuospatial sketchpad) was measured by two subtests. The data were analysed with t-test, ANCOVA, and Pearson correlation coefficients. The results showed the difference between the two groups only in the central executive of working memory, not in the phonological loop or visuospatial sketchpad. This implies that the impairments of ADHD children are not in the perception of information but in the storage, regulation, and processing of information. The difference in the capacity of central executive between the two groups disappeared when the effects of intelligence was mediated statistically in the ANCOVA analysis. It means that the intelligence and working memory may share some common cognitive processes. The analysis of correlation coefficients revealed that the central executive and the memory of static matrices had high correlations with intelligence both in the ADHD and the whole group. This made it possible to presume that the ADHD children may rely heavily on the visual information in their cognitive processes in spite of their inefficiency of visual information processing.

Key Words : ADHD, intelligence, working memory, central executive,
phonological loop, visuospatial sketchpad

논문 접수: 2016. 03. 05 심사 시작: 2016. 03. 10 게재 확정: 2016. 04. 28