

ADHD 아동의 전두엽-관리기능

김진구

김홍근[†]

대구대학교 재활심리학과

ADHD 아동 19명과 정상아동 19명을 신경심리기능에서 종합적으로 비교하였다. 각 측정치는 $M = 100$, $SD = 15$ 라는 공통된 점수 단위를 사용하였다. 주요 결과는 다음 세 가지였다. 첫째, ADHD군과 정상군을 언어기능, 시공간기능, 주의기능, 처리속도, 기억기능, 관리기능 (executive function)에서 비교한 결과 ADHD군의 결손은 관리기능에서 가장 현저하였다. Wechsler IQ와 Executive IQ를 비교할 시 ADHD군은 Wechsler IQ에서는 결손이 없었지만 Executive IQ에서는 매우 큰 결손이 있었다. 둘째, ADHD군은 정상군에 비해 주의기능에서도 결손이 있었지만 그 정도는 관리기능에 비해 미약하였다. 또한 주의력 결손은 단순한 주의과제에서는 없었고 관리기능이 요구되는 주의과제에서만 있었다. 셋째, [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표에서 ADHD군과 정상군의 분포는 매우 현격히 분리되어서 임상적 진단의 보조 자료로 활용될 수 있었다. 이상의 결과들은 ADHD의 핵심 결손이 관리기능에 있다는 '관리기능결손 가설'을 지지한다.

주요어 : 주의력결핍 과잉행동장애, ADHD, 관리기능, 실행기능, 신경심리검사

[†] 교신저자(Corresponding Author) : 김홍근 / 대구대학교 재활심리학과 / (705-714) 대구시 남구 대명3동 2288
Tel : 053) 650-8295 / Fax : 053) 650-8259 / E-mail : hongkn@daegu.ac.kr

주의력결핍 과잉행동장애(attention-deficit hyperactivity disorder, ADHD)는 부주의, 충동성, 과잉행동이 핵심 특징인 질환으로 전체 소아 정신과 의뢰 아동들 중 비율이 30~50%에 이른다. 이런 증상을 보이는 아동들은 과거 미세두뇌손상(minimal brain damage)이라고 불리던 개념과 연관시켜 왔지만, 1987년 미국정신과학회의 진단분류(DSM-III-R)에서 ADHD라는 용어가 처음 사용되었다. ADHD는 보통 7세 이전에 발병하며 이들 중 대다수가 성인기에도 잔존 증상을 보인다. 유병률은 연구에 따라 차이가 있지만 학령기 아동의 3~7% 정도이며, 남아에서 훨씬 흔하다(반진호, 2005). ADHD는 공존질환의 비율이 50% 이상인데 품행장애, 반항장애, 학습장애, 불안장애 등이 특히 높다. ADHD의 원인은 확실히 밝혀진 바는 없으나 가계 연구, 쌍생아 연구 등을 통해 유전적 소인이 시사되었고, 이러한 유전적 소인이 환경과 상호작용하여 발병한다고 본다. 신경화학적으로는 도파민이나 노에피네프린 체계의 이상과 연결시키는 가설이 지배적이다(Nigg, 2005).

ADHD는 초기부터 두뇌기능장애로 의심되었기 때문에 신경심리적 접근이 활발하였다. 이러한 연구들이 축적됨에 따라 한 가설이 특히 유력하게 부상하였는데 관리기능(executive function, '실행기능'이라고도 번역함)의 결손을 반영한다는 가설이다. 관리기능이란 신경심리 기능 중 상위기능을 지칭하는 용어로 추상적 사고, 인지적 유연성, 통찰력, 계획력, 억제력 등을 예로 들 수 있다(Hodges, 1994). 신경심리적 연구들은 관리기능이 전두엽 및 관련구조(예, 기저핵)에 의해 매개됨을 제시하였다. '관리기능결손 가설'이 시작된 배경은 부주의, 충동성과 같은 ADHD의 핵심 증상이 전두엽손

상 환자들의 증상과 질적으로 유사하다는 점이다. ADHD군이 정상군에 비해 관리기능검사에서 낮은 수행을 보임은 여러 연구들에서 보고되었다(김지혜, 홍성도, 1999; 신민섭 등, 2006; 이명주, 김귀애, 김상엽, 홍창희, 2004; Barkley, Grodzinsky, & Dupaul, 1992; Doyle, 2006; Pennington & Ozonoff, 1996; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). ADHD 아동의 뇌의 대한 연구들은 전두엽-기저핵 체계에 구조적(McAlonan et al., 2007) 또는 기능적 이상(김봉년, 이동수, 조수철, 2000; Dickstein, Bannon, Castellanos, & Milham, 2006)이 있음을 보고하였다.

본 연구는 ADHD의 '관리기능결손 가설'에 초점을 맞추고 다음 세 가지 사항들을 중점적으로 검증하였다. 첫째, ADHD군의 관리기능결손을 보고한 기존 연구들 중 다수가 ADHD군과 정상군을 관리기능에서만 비교하였다(e.g., 김지혜, 홍성도, 1999; Barkley et al., 1992). 그러나 ADHD군은 미세두뇌이상인 의심되는 집단이기 때문에 모든 신경심리기능에서 정도의 차이는 있지만 정상군 보다는 낮은 것으로 예상된다. 그러므로 ADHD군이 정상군에 비해 관리기능이 낮다는 보고는 그 자체로서는 '관리기능결손 가설'을 설득력 있게 지지하지 못한다. 보다 강력한 지지증거는 ADHD군과 정상군을 여러 신경심리기능에서 종합적으로 비교했을 시 관리기능에서 가장 심한 결손이 있다는 것을 보여주는 것이다. 그러므로 본 연구는 ADHD군과 정상군을 언어기능, 시공간기능, 주의기능, 처리속도, 기억기능, 관리기능에서 종합적으로 비교하였다.

둘째, ADHD에 관한 다른 유력한 가설의 하나는 주의력결손을 반영한다는 것이다. 이러한 견해는 '주의력 결핍'이라는 병명 자체에

도 내포되어 있으며, DSM-IV(American Psychiatric Association, 1994)의 진단기준에서도 ‘부주의’는 핵심증상의 하나이다. ADHD군이 정상군에 비해 주의기능검사에서 낮은 수행을 보임은 여러 연구들에서 보고되었다(최보문, 이방락, 2000; Sergeant, 2000; Wu, Anderson, & Castiello, 2002). 그렇다면 ADHD는 관리기능의 결핍을 반영하는가? 아니면 주의기능의 결핍을 반영하는가? ‘관리기능결손 가설’의 관점에서 주의력결핍을 재해석해보면 단순히 주의력에 결손이 있는 것이 아니라 주의력의 관리적 측면에 결손이 있는 것이다. 본 연구는 이러한 가설의 검증을 위해서 ADHD군과 정상군을 관리기능이 요구되지 않는 주의과제와 관리기능이 요구되는 주의과제에서 동시에 비교하였다. ‘관리기능결손 가설’에 따르면 ADHD군은 정상군에 비해 관리기능-요구성 주의과제에서는 결손이 있지만 관리기능-비요구성 주의과제에서는 결손이 없어야 한다.

마지막으로, ADHD 아동들의 관리기능결손은 그 정도에서 많은 개인차가 있다(Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005). 본 연구는 이러한 개인차 분포에 초점을 맞춰서 ADHD군과 정상군을 비교하였다. 이 분석은 관리지능(Executive IQ; 김홍근, 2005a)의 분포와 관리지능과 기초지능의 차이인 [Executive IQ - Wechsler IQ]의 분포를 대상으로 하였다. [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표를 분석 대상에 포함시킨 것은 관리기능검사로 통용되는 사실상의 모든 검사들이 관리기능과 기초지능을 함께 반영하기 때문이다(김홍근, 2001; 서석교, 김홍근, 2004). 그러므로 이러한 검사들에 근거한 Executive IQ나 기타 지표는 관리기능의 ‘순수지표’가 아니라 관리기능과 기초지능을 함께 반영하는 ‘혼합지표’인 측면이 강하

다. 이에 비해 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표는 양변에 공통적인 기초지능을 상쇄하였으므로 관리기능의 보다 순수한 지표로 볼 수 있다. 그러므로 본 연구의 개인차 분석은 혼합지표인 Executive IQ와 더불어 순수지표인 [Executive IQ - Wechsler IQ]을 대상으로 하였다.

방 법

연구 대상

K 대학병원과 D 대학병원의 정신과에 의뢰된 학령기(7~14세) 아동들 중 정신과 전문의 1인과 임상심리전문가 1인이 DSM-IV에 의거하여 ADHD로 진단한 아동들을 일차적 대상으로 하였다. 이러한 진단은 아동의 상태에 대한 부모의 보고 및 아동의 행동관찰을 근거로 내려졌다. 또한 ADHD의 진단 기준을 보다 명확히 하기 위하여 Conners 단축형 증상설문지(오경자, 이해련, 1989; Goyette, Conners, & Ulrich, 1978)를 부모에게 실시하였고 여기에서 16점 이상인 아동만 연구대상에 포함하였다. 본 연구의 주제가 ADHD 아동의 인지기능임에 비추어 ADHD 진단은 DSM-IV의 준거에 충실하고, 인지기능검사의 결과는 진단에 영향을 주지 않도록 제한하였다. 이렇게 선별된 아동들 중 1) 정신지체 수준(Wechsler IQ < 69)의 지능을 가진 아동, 2) ADHD나 기타 증상으로 약물을 복용 중인 아동, 3) 뇌질환의 병력이 있는 아동, 4) 품행장애, 반항장애, 불안, 우울 등의 공존질환이 심각한 아동은 제외시켰다. 비교집단인 정상군은 ADHD군의 연령, 성별 등을 고려하여 지역사회 K 중학교와 B 초등학교에서 선별하여 구성하였다. 최종적

인 연구 대상으로는 ADHD군과 정상군에 각각 19명이 선발되었다. 평균연령은 ADHD군이 9.4 ± 1.9 년, 통제군이 9.3 ± 2.0 년으로 유의미한 차이가 없었다($t(36) < 1$, *n.s.*). 성비는 남아가 ADHD군에 84%, 정상군에 74%로 역시 유의미한 차이가 없었다($\chi^2 < 1$, *n.s.*).

신경심리검사

ADHD군과 정상군의 신경심리검사는 충분히 훈련을 쌓은 임상심리사에 의해 실시되었다. 조용한 방에서 검사자와 피검자가 1대 1로 마주 앉은 상태에서 실시하였으며 전체 검사시간은 120분 내외였다. 사용된 검사도구는 K-WISC-III, ‘아동용 Rey-Kim 기억검사’, ‘아동용 Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사’의 3가지였다. 각 검사도구를 약술하면 다음과 같다.

K-WISC-III. 웨슬러 아동지능검사-3판(Wechsler, 1991)을 박금주, 박혜원, 김청택(2001)이 국내 표준화한 것으로 적용 연령은 6~16세이다. 총 13개의 소검사들 중 ‘미로’를 제외한 모든 소검사들을 실시하였다. 소검사들 중 ‘상식’, ‘공통성’, ‘어휘’, ‘이해’는 언어이해지표(verbal comprehension index, VCI), ‘빠진 곳찾기’, ‘차레맞추기’, ‘토막짜기’, ‘모양맞추기’는 지각조직지표(perceptual organization index, POI), ‘산수’와 ‘숫자’는 주의집중지표(freedom from distractibility index, FDI), ‘기호쓰기’와 ‘동형찾기’는 처리속도지표(processing speed index, PSI)의 산출에 각각 사용된다. 이 지표들은 모두 $M = 100$, $SD = 15$ 인 점수단위를 사용한다.

아동용 Rey-Kim 기억검사. 김홍근(2005b)이 아동의 기억기능 측정에 초점을 맞추어 국

내 표준화한 검사로 적용연령은 7~15세이다. Auditory verbal learning test(AVLT; Rey, 1964)와 Complex figure test(CFT; Rey, 1941)의 2개 소검사로 구성된다. AVLT에서는 15개의 단어들을 1초에 하나 정도의 속도로 불러준 후 즉시회상시키는 시행을 5회 반복한다. 20분 후에는 15개의 단어를 회상시키는 지연회상시행을 실시하며, 그 직후에는 50개의 단어들 중 검사자가 불러준 15개의 단어들을 골라내는 지연재인시행을 실시한다. CFT에서는 먼저 피검자에게 Rey complex figure (RCF)를 보고 그리게 하는 보고 그리기시행을 실시한다. 그 직후에는 RCF를 안 보고 그리는 즉시회상시행을 실시하고, 20분 후에는 역시 RCF를 안 보고 그리는 지연회상시행을 실시한다. CFT의 채점은 전체 그림을 18개의 요소로 나누고 각 요소에 대해 모양과 위치를 고려하여 채점한다. 전체 요약점수는 기억지수(memory quotient, MQ)라고 불리며 $M = 100$, $SD = 15$ 인 점수 단위를 사용한다.

아동용 Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사. 김홍근(2005a)이 아동의 관리기능 측정에 초점을 맞추어 국내 표준화한 검사로 적용 연령은 7~15세이다. ‘스트룹검사’, ‘단어유창성’, ‘도안유창성’, ‘인출효율성’의 4개 소검사로 구성된다. 각 소검사들을 약술하면 다음과 같다. 첫째 ‘스트룹검사’(Stroop, 1935)의 주요 시행은 단순시행과 간접시행이다. 단순시행에서는 24개의 원이 그려진 검사판에서 각 원이 그려진 색깔을 가능한 빨리 말하도록 시킨다. 간접시행에서는 24개의 색깔명이 쓰여진 검사판에서 각 색깔명이 쓰여진 색깔을 빨리 말하도록 시킨다. 이 시행에서 색깔명과 그것이 쓰인 색깔은 항상 불일치하였다(예, ‘파랑’이란 색깔명

이 검정색으로 쓰여짐). 둘째, ‘단어유창성’(Benton, 1968)에서는 어떤 철자로 시작하는 단어를 가능한 많이 말하도록 시킨다. ‘ㅅ’, ‘ㅇ’, ‘ㄱ’의 3개 시행이 순차적으로 실시되며 각 시행당 제한 시간은 1분이다. 셋째, ‘도안유창성’(Ruff, Light, & Evans, 1987)에서는 다섯 개의 점이 연속적으로 그려진 용지를 제시하고, 각각 다른 형태로 가능한 많이 완성하도록 시킨다. 역시 3번의 시행이 순차적으로 실시되며 각 시행당 제한 시간은 1분이다. 마지막으로, ‘인출효율성’은 AVLT를 관리기능에 초점을 맞춘 검사로 재편한 것이다. 지연회상점수 및 [지연회상점수 - 지연재인점수] 지표를 채점에 반영한다. 전체 요약점수는 관리지능지수(Executive IQ)라고 불리며 $M = 100$, $SD = 15$ 인 점수단위를 사용한다.

자료 분석

서론에서 제시한 세 가지 연구 주제에 맞추어 다음과 같은 순서로 자료를 분석하였다. 첫째, ADHD군의 결손이 여러 신경심리기능 중에서도 관리기능에서 가장 심하다는 가설을 검증하기 위하여 집단(ADHD, 정상)과 신경심리기능(언어기능, 시공간기능, 주의기능, 처리속도, 기억기능, 관리기능)이 독립변인인 이원변량분석을 실시하였다. 언어기능은 VCI, 시공간력은 POI, 주의기능은 FDI, 처리속도는 PSI, 기억기능은 MQ, 관리기능은 Executive IQ를 측정치로 잡았다. 또한 기초지능(하위지능)과 관리지능(상위지능)의 관점에서 ADHD군과 정상군을 비교하기 위하여 집단(ADHD, 정상)과 지능(Wechsler IQ, Executive IQ)이 독립변인인 이원변량분석도 실시하였다.

둘째, ADHD군의 핵심 결손이 주의력에 있

는지 관리기능에 있는지를 검증하기 위하여 집단(ADHD, 정상)과 기능(주의기능, 관리기능)이 독립변인인 이원변량분석을 실시하였다. 주의기능은 FDI, 관리기능은 Executive IQ를 측정치로 잡았다. 또한 ADHD군이 단순히 주의력이 낮은 것이 아니라 주의력의 관리적 측면이 낮다는 가설을 검증하기 위하여 집단(ADHD, 정상)과 스트룹시행(단순, 간섭)이 독립변인인 이원변량분석을 실시하였다. 측정치는 단순시행과 간섭시행의 환산점수이었다.

셋째, ADHD군과 정상군에서 관리기능의 개인차를 분석하였다. 이 분석은 관리기능의 혼합지표인 Executive IQ와 관리기능의 순수지표인 [Executive IQ - Wechsler IQ]에 대하여 실시하였다. [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표를 간단히 해설하면 Executive IQ = 기초지능 + 관리지능, Wechsler IQ = 기초지능으로 볼 수 있다. 그러므로 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표는 양수(+)일수록 관리기능이 높고 음수(-)일수록 관리기능이 낮은 것으로 해석할 수 있다. Executive IQ는 점수를 10점 간격으로 나누고 각 급간에서의 빈도를 조사하였다. [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표는 점수를 5점 간격으로 나누고 각 급간에서의 빈도를 조사하였다. χ^2 를 사용하여 ADHD군과 정상군의 분포 차이를 검증하였다.

모든 분석은 SPSS 15.0을 사용하여 실시하였다. 통계적 유의미성을 판단하기 위한 임계치는 $p < .05$, 양방을 사용하였다. ADHD군과 정상군을 비교하는 검증에서는 효과의 크기(effect size)를 나타내는 η^2 도 함께 제시하였다. η^2 은 전체 변량 중 집단간 차이에 의해 설명되는 변량의 비율을 반영하며 0에서 1의 값을 가진다(Hays, 1981). 예를 들어 본 연구에서 $\eta^2 = 0.50$ 의 의미는 전체 피검자들 간의 개

인차 중 50%가 ADHD인가 정상인가에 의해 설명된다는 것이다.

결 과

신경심리기능의 종합적 비교

집단(ADHD, 정상)과 신경심리기능(언어기능, 시공간기능, 주의기능, 처리속도, 기억기능, 관리기능)이 독립변인인 이원변량분석을 하였다. 집단과 신경심리기능의 상호작용은 유의미하였다($F(5, 180) = 9.5, p < .001$). 표 1에는 각 신경심리기능 별로 두 집단의 차이를 검증한 결과가 제시되어 있다. ADHD군은 정상군에 비해 모든 기능에서 낮았지만 그 차이는 관리기능($p < .001$), 기억기능($p < .05$), 처리속도($p < .05$)에서만 유의미하였다. 효과의 크기(η^2)를 기준으로 양 집단의 차이는 관리기능에서 가장 컸다. 정상군에서는 신경심리기능들 간에 유의미한 차이가 없었지만($F(5, 90) < 1, n.s.$), ADHD군에서는 유의미한 차이가 있었다($F(5, 90) = 13.3, p < .001$). ADHD군에서 가장 낮은 기능은 관리기능이었다. 이 결과들

은 ADHD에서 가장 낮은 신경심리기능이 관리기능임을 제시한다.

집단(ADHD, 정상)과 지능(Wechsler IQ, Executive IQ)이 독립변인인 이원변량분석을 실시하였다. 그림 1에 도시되어 있듯이 집단과 지능의 상호작용은 유의미하였다($F(1, 36) = 59.1, p < .001$). Wechsler IQ는 정상군($M = 104$)에 비해 ADHD군($M = 101$)이 3점만 낮았으며 이 차이는 유의미하지 않았다($F(1, 36) < 1, n.s., \eta^2 = .009$). 반면에 Executive IQ는 정상군($M = 105$)에 비해 ADHD군($M = 76$)이 29점이나 낮았으며 이 차이는 통계적으로 매우 유의미하였다($F(1, 36) = 26.0, p < .001, \eta^2 = .42$). 정상군에서는 Wechsler IQ와 Executive IQ 간에 유의미한 차이가 없었지만($t(18) < 1, n.s.$), ADHD군에서는 Wechsler IQ에 비해 Executive IQ가 유의미하게 낮았다($t(18) = 8.1, p < .001$). 이 결과들은 ADHD군의 핵심 결손이 관리기능에 있음을 제시한다.

주의기능과 관리기능의 비교

집단(ADHD, 정상)과 기능(주의기능, 관리기

표 1. 정상군과 ADHD군의 신경심리기능별 비교

신경심리기능(측정치)	정상군($n = 19$)	ADHD군($n = 19$)	비교	
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$F(1, 36)$	η^2
언어기능(VCI)	101.7 $\pm$ 14.4	101.6 $\pm$ 15.0	.00	.000
시공간기능(POI)	104.9 $\pm$ 11.2	100.9 $\pm$ 20.6	.55	.015
주의기능(FDI)	104.6 $\pm$ 13.8	93.8 $\pm$ 19.3	3.89 †	.100
처리속도(PSI)	102.4 $\pm$ 12.3	92.7 $\pm$ 14.0	5.20 *	.126
기억기능(MQ)	101.6 $\pm$ 12.4	89.4 $\pm$ 17.8	6.04 *	.144
관리기능(Executive IQ)	105.2 $\pm$ 14.3	76.5 $\pm$ 20.2	25.61 ***	.416

주. † $p < .10$ * $p < .05$ *** $p < .001$.

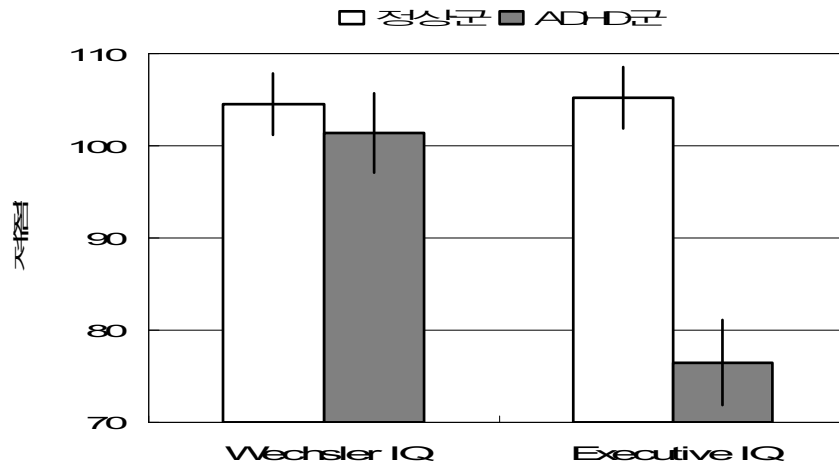


그림 1. 정상군과 ADHD군의 Wechsler IQ와 Executive IQ 평균. 오차막대는 $\pm 1SE$ 임.

능)이 독립변인인 이원변량분석을 실시하였다. 측정치는 주의기능이 FDI, 관리기능이 Executive IQ이었다. 집단과 기능의 상호작용은 유의미하였다($F(1, 36) = 19.6, p < .001$). 주의기능에서 정상군($M = 105$)에 비해 ADHD군($M = 94$)이 9점 낮았으며 이 차이는 유의미성에 근접하였다($F(1, 36) = 3.9, p = .056, \eta^2 = .10$). 반면에 앞서 보았듯이 관리기능은 정상군($M = 105$)에 비해 ADHD군($M = 76$)이 29점이나 낮았으며 이 차이는 통계적으로 매우 유의미하였다($F(1, 36) = 26.0, p < .001, \eta^2 = .42$). 정상군에서는 주의기능과 관리기능 간에 유의미한 차이가 없었지만($t(18) < 1, n.s.$) ADHD군에서는 주의기능에 비해 관리기능이 유의미하게 낮았다($t(18) = 5.3, p < .001$). 이 결과는 ADHD군의 결손이 주의기능 보다 관리기능에서 보다 심함을 제시한다.

집단(ADHD, 정상)과 시행(스트룹-단순시행, 스트룹-간섭시행)이 독립변인인 이원변량분석을 하였다. 그림 2에 도시되어 있듯이, 집단과 시행의 상호작용은 종속변인이 환산점수인 경

우에는 유의미성에 근접하였고($F(1, 36) = 3.4, p = .07$), 종속변인이 원점수인 경우에는 유의미하였다($F(1, 36) = 6.4, p < .05$). 단순시행에서는 정상군($M = 9.9$)과 ADHD군($M = 8.6$)간에 유의미한 차이가 없었지만($F(1, 36) = 1.6, p > .20, \eta^2 = .04$), 간섭시행에서는 정상군($M = 10.3$)에 비해 ADHD군($M = 7.3$)이 유의미하게 낮았다($F(1, 36) = 9.2, p < .01, \eta^2 = .20$). 이 결과는 ADHD군의 결손이 단순한 주의력에 있는 것이 아니라 주의력의 관리적 측면에 있다는 가설과 일치한다.

관리기능 결손의 개인차

표 2의 원편 열에는 ADHD군과 정상군의 Executive IQ(관리기능의 혼합지표) 빈도 분포가 제시되어 있다. ADHD군과 정상군 모두 Executive IQ에 상당한 개인차가 있었지만 분포 중심은 ADHD군이 훨씬 낮았다. 이를 반영하여 경계선이하(즉 ≤ 79)인 점수의 비율은 정상군(6%)에 비해 ADHD군(63%)에서 훨씬 높았다

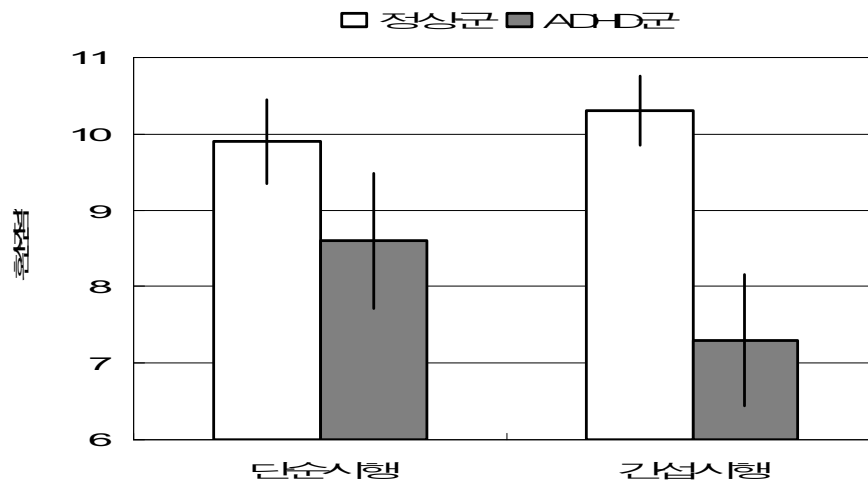


그림 2. 정상군과 ADHD군의 '스트룹검사' 단순시행과 간접시행의 환산점수 평균. 오차막대는 $\pm 1SE$ 임.

표 2. Executive IQ와 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표의 빈도

Executive IQ의 빈도			[Executive IQ - Wechsler IQ]의 빈도		
급간	정상군 (n = 19)	ADHD군 (n = 19)	급간	정상군 (n = 19)	ADHD군 (n = 19)
120 ~ 129	1	1	10 ~ 14	1	—
110 ~ 119	8	1	5 ~ 9	2	—
100 ~ 109	5	—	0 ~ 4	9	—
90 ~ 99	3	2	-5 ~ -1	4	2
80 ~ 89	1	3	-10 ~ -6	3	1
70 ~ 79	—	7	-15 ~ -11	—	1
60 ~ 69	1	2	-20 ~ -16	—	2
50 ~ 59	—	1	-25 ~ -21	—	4
40 ~ 49	—	2	-30 ~ -26	—	4
			-35 ~ -31	—	1
			-40 ~ -36	—	2
			-45 ~ -41	—	—
			-50 ~ -46	—	2

($\chi^2 = 11.7, p < .01$).

표 2의 오른쪽 열에는 ADHD군과 정상군의 [Executive IQ - Wechsler IQ](관리기능의 순수 지표) 분포가 제시되어 있다. [Executive IQ - Wechsler IQ]의 분포에서 ADHD군과 정상군 모두 상당한 개인차가 있었지만 분포 중심은 ADHD군이 훨씬 음수(-)쪽(즉 관리기능이 낮은 쪽)에 위치하였다. 예를 들어 이 지표가 음수(-)인 비율은 정상군에서는 37%에 그쳤지만 ADHD군에서는 100%이었으며 이 차이는 통계적으로 유의미하였다($\chi^2 = 14.7, p < .001$). 정상군에서 [Executive IQ - Wechsler IQ]의 최소치는 -10이었다. 이 최소치를 절단점으로 잡아서 ≥ -10 은 정상, ≤ -11 은 ADHD로 피검자 38명을 분류하였을 때, 정상군은 19명 중 0명이 ADHD로 분류되었고, ADHD군은 19명 중 16명이 ADHD로 분류되었다. 이 결과에 근거한 진단적 효율성은 민감도(sensitivity)가 84% (16/19), 특이도(specificity)가 100%(19/19), 양성예언치(positive predictive value)가 100%(16/16), 음성예언치(negative predictive value)가 86%(19/22)이었다. 이 결과는 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표가 ADHD 진단의 한 요소로서 상당한 유용성이 있음을 보여준다.

논 의

본 연구는 ADHD가 관리기능의 결손을 반영한다는 가설에 초점을 맞추고 ADHD군과 정상군을 여러 인지기능 측정치들에서 비교하였다. 주요 결과는 다음 세 가지였다.

첫째, ADHD군과 정상군을 언어기능, 시공간기능, 주의기능, 처리속도, 기억기능, 관리기능에서 종합적으로 비교한 결과 ADHD군

의 결손은 관리기능에서 가장 현저하였다. Executive IQ에서 ADHD군은 정상군에 비해 무려 29점이 낮았으며 이 차이는 매우 유의미하였다. 그러나 Wechsler IQ에서 ADHD군은 정상군에 비해 불과 3점이 낮았으며 이 차이는 유의미하지 않았다. ADHD군과 정상군의 차이가 여러 인지기능 지표들 중 관리기능지표에서 가장 심한 것은 ADHD의 핵심적 결손이 관리기능에 있다는 가설과 잘 일치한다. ADHD군이 정상군에 비해 관리기능이 낮다는 것은 기존 연구들에서도 거듭 보고된 바 있다(e.g., 김지혜, 홍성도, 1999; Barkley et al., 1992). 그러나 많은 연구들이 관리기능만을 비교하였기 때문에 관리기능에만 결손이 있는지 아니면 다른 신경심리기능에도 결손이 있는지 불확실하였다. 관리기능과 다른 신경심리기능을 함께 비교한 연구들에서도 점수 단위가 상이해서 어떤 기능에 가장 심한 결손이 있는지 불명확하였다(e.g., 신민섭 등, 2006; Shue & Douglas, 1992). 본 연구는 ADHD군과 정상군을 점수 단위가 동일한 인지기능 측정치들에서 종합적으로 비교함으로써 ‘관리기능결손 가설’을 보다 설득력 있게 지지할 수 있었다.

둘째, ADHD군과 정상군을 주의기능지표와 관리기능지표에서 동시에 비교한 결과 관리기능지표에서의 결손이 보다 현저하였다. 주의기능지표인 FDI는 ADHD군이 정상군에 비해 9점이 낮았으며 이 차이는 유의미성에 근접하는데 그쳤다($p < .06$). 반면에 관리기능지표에서는 앞서 지적하였듯이 ADHD군이 정상군에 비해 29점이나 낮았으며 이 차이는 매우 유의미하였다. 이 결과는 ADHD의 핵심 결손이 주의력이 아니라 관리기능에 있음을 제시한다. 또한 ADHD군과 정상군을 ‘스트룹검사’의 단순시행과 간섭시행에서 동시에 비교한 결과,

ADHD군은 단순시행에서는 정상군과 동등한 수행을 보였지만, 간섭시행에서는 유의미하게 낮은 수행을 보였다. 스트룹검사의 단순시행은 관리기능-비요구성 주의과제인 반면에, 간섭시행은 관리기능-요구성 주의과제이다. 그러므로 ADHD군의 결손이 간섭시행에서만 나타나는 점은, ADHD 아동들이 주의력 자체에 결손이 있는 것이 아니라 주의력의 조절, 즉 주의력의 관리적 측면에 문제가 있다는 가설을 설득력 있게 지지한다.

ADHD의 핵심 결손이 관리기능에 있는가? 주의기능에 있는가? 의 의문은 일종의 개념적 문제와도 연관되어 있다. 예를 들어 Wu 등 (2002)은 ADHD의 결손이 관리기능에 있지 않고 주의자원의 통제(regulation for attentional resources)에 있다고 주장하였다. 그러나 주의자원의 통제가 바로 관리기능을 요한다는 점에서 이러한 주장은 관리기능결손 가설과 구분하기 어렵다. Sergeant(2000)는 ADHD의 핵심 결손이 주의력에 있다는 이론을 전개하면서 관리기능을 주의기능의 하위 요소로 거론하였다. 그러나 관리기능은 정의상 ‘상위기능’이 가장 핵심적 속성이다(김홍근, 2003). 그러므로 주의기능을 관리기능의 하위요소로 볼 수는 있어도 그 역으로 보는 것에는 많은 무리가 따른다.

셋째, ADHD군과 정상군에서 Executive IQ (관리기능의 혼합지표)와 [Executive IQ - Wechsler IQ](관리기능의 순수지표)의 개인차를 조사하였다. Executive IQ 분포든 [Executive IQ - Wechsler IQ] 분포든 정상군과 ADHD군의 분포간에는 상당한 이격(separation)이 있었다. 그러나 이격의 정도는 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표를 사용할 경우가 훨씬 컸다. 예를 들어 Executive IQ의 경우 정상군의 최저

점은 63이었는데 ADHD군에서 이 보다 낮은 점수의 비율은 16%(3/19)이었다. [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표의 경우 정상군의 최저점은 -10이었는데 ADHD군에서 이 보다 낮은 점수의 비율은 84%(16/19)이었다. Executive IQ 보다 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표에서 정상군과 ADHD군의 이격이 훨씬 큰 것은 [Executive IQ - Wechsler IQ]가 보다 순수한 관리기능 지표라는 가설과 잘 부합한다. 연구대상자 38명을 [Executive IQ - Wechsler IQ]를 기준으로 -10점 이상은 정상, -11점 이하는 ADHD로 분류하는 경우 양성예언치(즉, ADHD라고 분류했을 때 진짜로 ADHD일 확률)는 100%, 음성예언치(즉, 정상이라고 분류했을 때 진짜로 정상일 확률)는 86%이었다. 이 결과는 [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표가 ADHD 진단의 한 요소로서 상당한 유용성이 있음을 제시한다. 그러나 관리기능결손은 ADHD 이외에도 고기능자폐, 품행장애, 반항장애와 같은 임상군에서도 보고된 만큼 이러한 점이 변별 진단에서 잘 고려되어야 할 것이다(Pennington & Ozonoff, 1996).

본 연구의 주요 제한점을 들면 다음과 같다. 첫째, ADHD에는 주의력결핍 우세형, 과잉행동-충동성 우세형, 혼합형의 아형들이 있지만, 본 연구는 피검자수의 부족 등으로 이러한 아형 구분을 하지 않고 결과를 분석하였다. 그러므로 차후 연구에서는 본 연구의 결과가 ADHD 아형들 모두에 해당되는지 아니면 특정 아형에 국한되는지 규명할 필요가 있다. 둘째, 본 연구의 결과는 ADHD군에서 주의력의 결손이 관리기능 결손에 비해 미약함을 제시한다. 그러나 이는 주의력의 측정치로 FDI를 사용한 것에 기반한 결과이므로, 결과가 보다 일반성을 가지려면 FDI 이외의 주의력

측정치에 기반한 경우에도 동일한 결과가 나오는지 검증할 필요가 있다. 셋째, 연구 결과의 해석에서 공존질환의 영향을 배제하기 위하여 본 연구는 품행장애, 반항장애, 불안, 우울 등의 공존질환이 심각한 아동은 연구 대상에서 제외시켰다. 그러나 실제로 ADHD 아동들 중 상당수가 이러한 공존질환을 가지고 있으므로 공존질환의 배제는 연구 결과의 일반화를 제한하는 측면이 있다. 그러므로 차후 연구에서는 공존질환이 있는 ADHD군과 없는 ADHD군을 모두 포함시켜서 공존질환의 영향을 보다 체계적으로 살펴볼 필요가 있다. 마지막으로, ADHD군의 표집이 특정 병원에 내원한 집단에 국한되었고, 표집의 크기가 집단당 19명으로 작은 수준인 점은 연구 결과의 일반화 가능성을 제한하는 측면이다. 이러한 제한점을 극복하기 위하여 차후 연구에서는 보다 분산되고 큰 표집에 근거한 검증이 요구된다.

요약하면 본 연구의 주요 결과는 다음 3가지였다. 첫째, ADHD군과 정상군을 언어기능, 시공간기능, 주의기능, 처리속도, 기억기능, 관리기능의 신경심리기능에서 종합적으로 비교한 결과 ADHD군의 결손은 관리기능에서 가장 현저하였다. 둘째, ADHD군과 정상군을 주의기능과 관리기능에서 비교한 결과, ADHD군은 주의기능에서는 미약한 결손을 보인 반면 관리기능에서는 매우 심한 결손을 보였다. 또한 관리기능이 요구되는 주의과제와 요구되지 않는 주의과제에서 비교한 결과 ADHD군은 관리기능이 요구되는 주의과제에서만 결손을 보였다. 셋째, [Executive IQ - Wechsler IQ] 지표에서 정상군과 ADHD군의 분포는 상당한 수준으로 이격되어 있어서, 이 지표를 ADHD의 임상적 진단에서 유용한 보조지표로 활용

될 수 있었다. 이 결과들은 ADHD가 관리기능의 결손을 반영한다는 가설을 지지한다.

참고문헌

- 곽금주, 박혜원, 김청택 (2001). K-WISC-III 지침서. 서울: 도서출판 특수교육.
- 김봉년, 이동수, 조수철 (2000). 주의력결핍/과잉운동장애에서의 뇌혈류 이상. 신경정신의학, 39, 412-423.
- 김지혜, 홍성도 (1999). 주의력 결핍/과잉행동장애 아동의 실행 능력. 소아청소년정신의학, 10, 15-20.
- 김홍근 (2001). Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사: 해설서. 대구: 도서출판 신경심리.
- 김홍근 (2003). 지능검사와 신경심리검사는 무엇이 다른가? 한국심리학회지: 임상, 22, 141-158.
- 김홍근 (2005a). 아동용 Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사: 해설서. 대구: 도서출판 신경심리.
- 김홍근 (2005b). 아동용 Rey-Kim 기억검사: 해설서. 대구: 도서출판 신경심리.
- 반건호 (2005). 주의력결핍-과잉행동장애. 대한의사협회지, 48, 1110-1120.
- 서석교, 김홍근 (2004). 정신분열병 환자의 전두엽-관리기능. 한국심리학회지: 일반, 23, 23-43.
- 신민섭, 김현미, 온싱글, 황준원, 김봉년, 조수철 (2006). 주의력결핍 과잉행동 장애, 아스퍼거 장애, 학습 장애 아동의 실행기능 비교. 소아청소년정신의학, 17, 131-140.
- 오경자, 이해련 (1989). 주의력 결핍 과잉 활동

- 증 평가도구로서의 단축형 Conners 평가 척도의 활용. 한국심리학회지: 임상, 8, 135-142.
- 이명주, 김귀애, 김상엽, 홍창희 (2004). 주의력 결핍 과잉행동 장애 아동의 억제능력, 계획능력, 그리고 작업기억 능력. 소아청소년정신의학, 15, 82-90.
- 최보문, 이방락 (2000). 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 주의집중력의 특성: 시각 및 청각 TOVA와 지능검사 결과를 중심으로. 신경정신의학, 39, 870-878.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington, DC: Author.
- Barkley, R. A., Grodzinsky, G., & Dupaul, G. J. (1992). Frontal lobe functions in attention deficit disorder with and without hyperactivity: a review and research report. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 20, 163-188.
- Benton, A. L. (1968). Differential behavioral effects in frontal lobe disease. *Neuropsychologia*, 6, 53-60.
- Dickstein, S. G., Bannon, K., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2006). The neural correlates of attention deficit hyperactivity disorder: an ALE meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 1051-1062.
- Doyle, A. E. (2006). Executive functions in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67(suppl 8), 21-26.
- Goyette, C. H., Conners, C. K., & Ulrich, R. F. (1978). Normative data on revised Conners Parent and Teacher Rating Scales. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6, 221-236.
- Hays, W. L. (1981). *Statistics* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Hodges, J. R. (1994). *Cognitive assessment for clinicians*. New York: Oxford University Press.
- McAlonan, G. M., Cheung, V., Cheung, C., Chua, S. E., Murphy, D. G. M., Suckling, J., et al. (2007). Mapping brain structure in attention deficit-hyperactivity disorder: a voxel-based MRI study of regional grey and white matter volume. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 154, 171-180.
- Nigg, J. T. (2005). Neuropsychologic theory and findings in attention-deficit/hyperactivity disorder: the state of the field and salient challenges for the coming decade. *Biological Psychiatry*, 57, 1424-1435.
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., & Sonuga-Barke, E. J. S. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biological Psychiatry*, 57, 1224-1230.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-87.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 286-340.
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Press Universitaire de France.
- Ruff, R. M., Light, R., & Evans, R. (1987). The Ruff Figural Fluency Test: a normative

- study with adults. *Developmental Neuropsychology*, 3, 37-51.
- Sergeant, J. (2000). The cognitive-energetic model: an empirical approach to attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24, 7-12.
- Shue, K. L., & Douglas, V. I. (1992). Attention deficit hyperactivity disorder and the frontal lobe syndrome. *Brain and Cognition*, 20, 104-124.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Wechsler, D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children-III*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. S., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Wu, K. K., Anderson, V., & Castiello, U. (2002). Neuropsychological evaluation of deficits in executive functioning for ADHD children with or without learning disabilities. *Developmental Neuropsychology*, 22, 501-531.
- 원고접수일 : 2007. 8. 21.
게재결정일 : 2007. 12. 14.

Frontal-executive functions in children with ADHD

Jin-Goo Kim

Hongkeun Kim

Daegu University

Nineteen ADHD and 19 normal control (NC) children participated in the study. The two groups were compared on a battery of neuropsychological tests to evaluate language, visuospatial function, attention, processing speed, memory, and executive functions. All measures utilized a standard score with $M = 100$ and $SD = 15$. The major findings were as follows. First, the deficits among the ADHD children relative to the NC children were most severe in the executive functions. The deficits in the children with ADHD was greater for the Executive IQ than the Wechsler IQ. Second, the children with ADHD children had deficits in attention. However, this deficit was apparent only when the attention tasks required executive regulation. Third, the ADHD vs. NC group differed with regard to the distribution of the Executive IQ — Wechsler IQ index, suggesting use of this index as a supportive diagnostic tool. These findings lend strong support for the hypothesis that ADHD reflects primary deficits in executive functions.

Key words : attention—deficit hyperactivity disorder, executive function, prefrontal function, neuropsychological test