

성인 ADHD 성향군의 오류 후 행동 특성*

이 상 일 변 신 철 장 문 선 광 호 완†

경북대학교 심리학과

본 연구에서는 성인 ADHD 성향군의 오류 후 수행 특성을 확인하고, 오류 후 행동 특성과 성인 ADHD 증상의 관련성을 알아보려 하였다. 구체적으로, 반응시간과 정반응 측정을 기반으로 연속수행과제 중 나타나는 오류와 오류 후 지연을 측정하고, 정상 수행으로의 행동 지표를 새롭게 제안하여 정상 통제군과 성인 ADHD 성향군 간의 차이를 비교하였다. 다음으로, 오류 후 행동 지표들과 변화맹시 및 회귀억제과제에서의 수행과 비교하여 오류 후 행동 지표들의 활용 가능성을 확인하였다. 분석 결과, 첫째, 연속수행과제의 일반 수행 지표들 중에서는 평균반응시간에서만 유의미한 차이가 관찰되었다. 그러나 오류 후 지연 지표(오류 후 즉시지연, 오류 전후 반응시간)에서는 ADHD 성향군에 비해 통제군이 유의미하게 많은 지연을 나타냈다. 그리고 정상 수행으로의 회복 지표들(정상수행회복시간, 초기 및 후기 평균반응시간)에서도 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 둘째, CAARS-K 내의 하위 척도들과의 상관분석에서도 회복 전 재이탈 횟수를 제외한 모든 지표들에 유의미한 부적 상관을 나타냈다. 셋째, 변화맹시 및 회귀억제 과제들과의 비교에서도 오류 후 행동 지표들은 두 과제의 하위 지표들과 유의미한 상관을 보였으며, 특히 많은 지표들이 회귀억제량과 유의미한 상관을 나타냈다. 집단 변별력을 비교하기 위한 판별분석에서도, 연속수행과제의 오류 후 행동 지표들의 경우 유의미한 판별함수와 판별적재량을 나타내었다. 종합해보면, 오류 발생 후 나타나는 반응시간의 지연 및 정상 수행 회복 특성은 성인 ADHD의 증상을 잘 나타내는 지표이며, 향후 보다 민감한 연속수행기제 기반 과제에서 활용가능성이 높음을 의미한다.

주요어 : 성인기 ADHD, 오류 후 행동, 연속수행기제, 실행기능

* 이 논문은 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

† 교신저자 : 광호완, 경북대학교 심리학과, 대구광역시 북구 대학로 80

E-mail : kwak@knu.ac.kr

주의력 결핍 과잉행동 장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder: 이하 ADHD)가 아동기에 국한된 장애가 아니라 청소년기를 거쳐 성인기에 까지 부정적인 영향을 끼친다는 것은 많은 연구들을 통해 밝혀졌다(e.g., Barkley, Fischer, Smallish, & Fletcher, 2006; Faraone & Biederman, 2005; Faraone, Biederman, & Mick, 2006). 정신장애의 진단 및 통계 편람(Diagnostic & Statistical Manual of Mental Disorders: 이하 DSM) 제4판(4th edition)에서는 ADHD를 발달수준에서 기대되는 정도를 벗어나는 부주의, 과잉행동성 및 충동적인 양상을 보이는 경우로 정의하였으며, 핵심적인 증상에 따라 부주의 우세형(inattentive type), 과잉행동-충동성 우세형(hyperactive-impulsive type), 혼합형(combined type)으로 분류하였다(APA, 2000).

2013년 개정된 DSM 제5판(5th edition)에서도 기존의 진단체계를 유지하고 있으나 몇 가지 유의미한 변화가 있었다. 우선, 세 가지 하위 유형(subtypes)을 표현형(presentations)으로 수정하였다(APA, 2013). 그 이유는, 개인의 ADHD 증상들이 생애주기에 따라 다르게 ‘표현(presentation)’되기 때문이며, 장애가 생애 특별한 시점(points of life)에서 미치는 부정적인 영향을 기술하는데 더욱 효과적이기 때문이다. 다음으로, ADHD를 진단할 때, 경도(mild), 중등도(moderate), 혹은 심도(severe) 단계로 증상을 구분하였다. 이러한 측면은 개인이 경험하는 증상의 양과 질적인 측면을 통해 장애를 평가하기 위함이다(APA, 2013).

ADHD 아동의 50-65%가 성인기에도 계속해서 심한 증상들과 관련된 손상을 경험하고(Barkley, Murphy, & Fischer, 2008), 성인 ADHD

의 경우, 부주의, 자기 통제, 조직화, 시간 관리와 관련된 문제들을 더 많이 보인다(APA, 2000; Barkley, Murphy, & Fischer, 2008). 성인 ADHD의 경우, DSM 진단체계에서 특정한 평가 준거가 따로 제시되어 있지 않으며 아동기 증상의 부분적 관해가 이루어진 ADHD로 진단될 뿐 실제 성인기 증상을 잘 대표할 수 있는 문제들에 대해서는 이견이 많은 상황이다(Murphy & Barkley, 1996). 그리고 표면적으로 드러나는 ADHD의 증상은 환자의 신체 및 심리적 성숙과 함께 변화하며 특히 아동기의 주요 문제였던 과잉행동이 대뇌의 성숙과 발달 과정을 통해 상당부분 호전되기 때문에 아동기 진단 및 분류 방식을 성인 집단을 진단하는데 그대로 적용하는 데에는 한계가 있다는 의견이 지배적이다(Johnson & Conners, 2002).

성인 ADHD를 변별하여 2차적인 문제를 예방하고 치료적 개입을 위한 노력이 진행되고 있으나 현실적으로 성인기 ADHD를 진단하기 위한 독립적인 체계가 아직 존재하지 않으며 그 과정 또한 매우 복잡하다. 특히 성인기의 경우 아동기와 마찬가지로 주의력과 관련된 문제들이 상당히 불수의적으로 일어나고 주어진 과제에 지속적으로 주의를 기울이는데 어려움이 있고(이상일, 장문선, 곽호완, 2012), 충동성(impulsivity)과 비조직적인(disorganized) 생활 패턴이 학교나 직장, 대인관계를 비롯한 전반적인 생활에서 복합적인 문제를 일으키고 있으나(장미자, 2004). 성인을 대상으로 ADHD를 진단하는 것은 아동기 주의력과 관련된 기억의 왜곡 가능성과 장애에 대한 높은 지식수준으로 인한 보고 편향 등의 문제와(Shaffer, 1994) 불안장애나 성격장애, 물질남용 등과의

높은 공존질환 비율로 인해 어려움이 많다 (Biederman, 2005). 신경심리학적 평가와 관련된 측면에서 성인기 ADHD의 결함을 탐지하고 변별하기 위한 노력이 국내외에서 많이 수행되어 왔다. 아동기 ADHD의 반응억제와 같은 실행기능결함이 성인기까지 이어진다는 연구 결과들(e.g., Barkley, 1997; Castellanos & Tannock, 2002; Epstein, Conners, Sitarenios, & Erhardt, 1998; Herver, Epstein & Curry, 2004)을 바탕으로 성인기 ADHD의 실행기능 결함을 측정하기 위해 많은 신경심리학적 과제들이 사용되어져왔다.

가장 대표적으로 연속수행과제(continuous performance test: 이하 CPT)가 있다. Conners의 패러다임을 기반으로 만들어졌으며, 부주의함과 과잉행동을 중심으로 지속적 주의(sustained attention)와 반응억제능력을 측정한다(곽호완, 장문선, 2007; 정진영, 장문선, 곽호완, 2008; Conners & MHS staff, 2000). 국내외의 연구에서도 아동 및 성인들을 대상으로 주의력 결함을 평가하고자 다양하게 수정된 패러다임으로 사용되어왔으며, 정상군에 비해 많은 누락오류와 오경보오류가 비교적 일관되게 보고되어왔다(e.g., 곽호완, 장문선, 2007; 이수경, 박경, 곽호완, 2012; 고승희, 신민섭, 홍강의, 1996; Epstein, et al., 1998). 그럼에도 불구하고, 최근 연구들은 CPT가 ADHD 진단에 도움을 주지만 감별진단을 위한 절대적인 기준을 제시하지 못하기 때문에(Cohen & Shapiro, 2007), 단일과제로서의 유용성은 불충분하다는 의견이 있다 (Epstein et al., 1998; Riccio, Reynolds, & Lowe, 2001; Solanto, Etefia, & Marks, 2004). 그래서 최근 새로운 신경심리학적 과제들이 개발되어져

왔으며 그 예로는 변화맹시(change blindness)¹⁾, 회귀억제(inhibition of return)²⁾ 과제 등이 있다. 그러나 대부분의 과제들이 해당 기제 내에서의 정반응, 반응시간, 수행의 편차, 간섭 정도에 대한 측정치만을 제공하는 경우가 많다. 특히 성인 ADHD와 같이 높은 인지기능을 보유하고 있는 장애 집단의 경우, 보다 민감한 진단적 변별력을 갖추기 위한 노력이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 성인기 ADHD의 자기 조절(self-regulation)의 중요 개념인 적응적 행동(adaptive behavior)과 자기 감시(self-

- 1) 변화맹시는 시각적 자극 내에서 일어나는 변화의 존재를 인식하지 못하거나 변화의 존재를 알고 있음에도 탐지하지 못하게 된다는 개념이다 (Cohen & Shapiro, 2007; Rensink, 2000; Rensink, O'Regan & Clark, 1997). 이 현상은 시각적 표상, 단기 기억, 비교과정과 주의과정 등이 상호작용하여 일어나는 것으로 알려져 있으나(Rensink, 2002), 근본적인 원인은 주의의 결여와 관련이 있다는 의견에 따라(Rensink, et al., 1997) 주의력 문제를 가진 집단을 변별하는 연구에서 활용되어져왔고, 국내의 연구들에서도 통계적으로 유의미한 변별력을 가지는 것으로 밝혀졌다(e.g., 이수경 등, 2012; 조민경 & 곽호완, 2010).
- 2) 회귀억제란 유기체가 시야의 어느 지점에서 주의를 집중했다가 다른 지점으로 주의를 옮기고 난 뒤에 원래의 지점에 주의를 다시 되돌리는 것이 새로운 지점으로 옮기는 것보다 더 어려워지는 현상이다(곽호완, 1996). 이러한 속성은 새로운 것을 찾으려는 정향(orienting)을 촉진하는 기제로 억제적인 주의능력과 관련된다. 실제로 ADHD 아동들이 정상 아동들에 비해 회귀억제 크기가 더 적었으며(Li, Chang, & Lin, 2003; 송현주 등, 2004), 성인 ADHD 성향군을 대상으로 한 연구들에서도 상대적으로 적은 회귀억제 크기(White, 2007; 정진영 등, 2008)와 ADHD 경향성 정도와 회귀억제 크기가 부적 상관을 보인다는 연구 결과들이 있다(곽호완, 장문선, 2007).

monitoring)의 지표로 연속수행과제 내 오류 후 지연(post error slowing)에 대해서 알아보고, 기타 실행기능을 측정하는 신경심리과제들과의 비교를 통해 성인기 ADHD의 특성을 탐지하는데 얼마나 효과적인지를 알아보고자 한다.

인간의 목적 지향적(goal-directed) 행동은 자신의 행동과 보유한 목적에 대한 지속적인 비교 관찰을 요구한다(Carter, et al., 1998; Ridderinkhof, Ullsperger, Crone, & Nieuwenhuis, 2004). 자기 수행을 관찰하는 것은 오류 후 효과적인 행동과 원래 계획된 수행 목적으로의 재적응 행동의 기반이 된다(Falkenstein, Hoorman, Christ, & Hohnsbein, 2000; Ullsperger, Bolz, & von Cramon, 2004). ADHD와 관련된 많은 병리학적 이론들에서 자기 감시의 역할은 다른 결함 요인들에 비해 상대적으로 중요하게 다뤄지지 않았다(Shiels & Hawk Jr, 2010). 그러나 Douglas(1985, 1999)는 ADHD의 조절 결함 모델(regulatory deficiency model)을 제안하면서, 자기 감시 및 적응적 행동이 기반이 된 자기 조절은 ADHD의 실행기능의 결함과 함께 병리적 측면에서 매우 중요하고, 지속적 주의나 반응 억제 등의 개별적 결함에서 벗어나 실행기능의 하위 요소들의 구조적인 영향에 대해서 접근할 수 있는 요인이라고 제안하였고, 이 과정에서 오류 탐지의 중요성에 대해서 언급하였다.

인간의 오류는 불가피하게 나타나고 어느 시점, 어느 곳에서 나타날지 알 수가 없다. 특히 오류를 일으킨 사실을 알게 되었을 때, 사람들은 일반적으로 전체적인 수행과 과제 태도를 돌아보게 된다(Cheyne, Carriere, Solman, & Smilek, 2011). 이러한 과정에서 이미 발생한

오류는 또 다른 오류를 일으키는 원인으로 작용하기도 하지만, 때때로 이후의 행동을 향상시키는 역할을 하기도 한다(Jonker, Seli, Cheyne, & Smilek, 2013; Steinborn, Flehmig, Bratzke, & Schroter, 2012). 오류 후 행동은 과제의 종류에 따라서 특징적으로 나타난다. 민첩한 반응이 요구되는 연속적 반응 과제(continuous response task)에서는 이전의 오류가 앞으로 진행되는 과제에 사용되어야 하는 인지적 자원을 사용하게 되어 과제 수행 효율성을 저해할 수 있으며(Cheyne, Carriere, & Smilek, 2009; Cheyne et al., 2011; Houtman & Notebaert, 2013), 반면에 자기 속도 과제(self-paced task)들에서는 오류 처리와 행동 평가가 다음 과제의 수행을 단순히 지연시키게 되며 오류 후 정확도를 증가시키거나 감소시키지는 않는다고 알려져 있다(Jonker et al., 2013).

일반적으로 오류를 인식하게 되면 이어지는 수행에서 반응시간이 느려진다. 이 현상은 오류 후에 나타나는 행동 중에서도 오류 후 지연(post-error slowing)이라고 불려지며(Cheyne et al., 2009; Cheyne, et al., 2011; Dutilh et al., 2012; Houtman & Notebaert, 2013), Rabbit(1966)에 의해서 처음 기술되었다. 오류 후 지연은 적응적 조절능력을 측정하기 위한 좋은 지표이고, 그 정도는 자기 감시의 정도로 해석될 수 있다(Shiels & Hawk Jr, 2010; Shiels, Tamm, & Epstein, 2012).

오류 후 지연은 두 가지 방법으로 측정할 수 있다. 우선 전통적이면서(traditional) 가장 직관적인 단일 오류 후 지연 정도의 측정은 오류 후(E+1) 시행과 오류 전 전체 정반응의 반응시간 차이를 계산하는 것이다(Dutilh et al.,

2012). 그러나 이 측정 방법은 실험 참가자의 동기수준(motivation)에 따라 과제 전후반부의 수행 편차가 심해지는 부분과 정확한 과제 수행에 대한 민감성(response caution)에 의해 많은 영향을 받기 때문에 정확한 측정이 불가능한 경우가 발생한다(Dutilh et al., 2012; Shiels, et al., 2012). 이러한 점을 개선한 측정 방법이 발생하는 모든 오류를 기준으로 오류 후(E+1) 반응시간과 오류 전(E-1) 반응시간의 차이를 계산하는 것이다. 이 방법을 사용할 경우 전통적인 측정방법이 영향을 받게 되는 두 요인으로부터 비교적 자유롭다. 그러나 이 경우에도 반응시간의 변화에 대해서 측정하는데 반해 반응시간 및 정반응 시행의 분포를 무시한다는 문제점이 지적되며(Dutilh et al., 2012), 이외에도 가장 적합한 측정방법 탐색을 위한 노력이 이어지고 있다.

ADHD의 오류 후 행동과 관련하여, 지금까지 ADHD에서 빈번하게 보고되어지는 정상 통제군에 비해 높은 빈도의 오류는 오경보 오류의 경우 반응 억제 능력으로, 누락오류의 경우에는 낮은 경계(vigilance) 수준과 부주의함을 반영한다고 알려져 왔다. 그러나 최근에는 오류 감시의 잠재적 결함과 관련된 방향으로 해석되고 있으며, 이러한 해석은 ADHD의 행동 평가와 관련하여 매우 흥미로운 영역이다(Balogh & Czobor, 2014). 몇몇 신경생리학적 연구들에서도 뇌파분석을 통해 오류의 탐지뿐만 아니라 의식적으로 오류를 재인하는 능력의 결함과 해당 결함이 과제 내에서 ADHD의 전략적 적응 능력의 문제를 일으킨다고 지적하였다(e.g., Groom et al., 2010; Herrmann, et al., 2009; Herrmann, et al., 2009; Wiersema, van der

Meere, & Roeyers, 2009; O'Connerll, et al., 2009).

그럼에도 불구하고, 현재까지 많은 신경심리학적 연구들에서는 오류 후 행동 지표를 핵심 측정치로 사용하기보다는 부수적인 지표로 활용하는 경우가 많다(Balogh & Czobor, 2014). 그리고 대다수의 연구에서 ADHD의 자기감시 결함으로 인해 오류 후 지연이 나타나지 않는다고 보고되고 있으나(e.g., Schachar et al., 2004; Spinelli et al., 2011; Van De Boorde, Roeyers, & Wiersema, 2010) 일부 연구에서는 오류 후 지연이 ADHD 하위 유형 중 일부에서만 나타나거나 효과 크기(effect size)가 매우 작은 경우도 있었다(e.g., Shiels et al., 2012; Yordanova et al., 2011). Balogh과 Czobor(2014)는 ADHD의 오류 후 지연 연구들에 대한 메타분석 연구에서 이 원인을 참가자 집단의 연령 등과 같은 변인의 특성과 실험 내 자극 간 제시시간격(inter-stimulus interval)의 차이, 그리고 방법론적인 차이로 인한 가능성을 지적하였다.

국내에서는 아직까지 ADHD를 대상으로 한 오류 후 행동특성에 대한 연구가 진행되지 않고 있다. 아동 및 성인기 ADHD의 변별을 위해 많은 노력이 이어지고 있으나 잠재적 장애 대상군의 기초 학력 수준과 여러 경로를 통해 장애에 대한 지식수준 또한 높아지고 있어 새로운 행동평가지표의 개발이 요구되고 있다. 종합하여, 본 연구에서는 오류 발생 후 행동양상에 대한 지표들을 제안하고 성인 ADHD의 특성을 가장 잘 나타낼 수 있는 지표들을 제안하고자 한다. 더불어, 목적 지향적 행동이라는 개념에 기반 해 오류 발생 후 정상 범위의 행동으로 회복하는 과정에서 나타나는 행동양상들을 살펴보고자 한다. 마지막으로 본

연구에서 제안한 오류 후 행동 지표들이 선행 연구들에서 검증된 실행기능과제들과의 관련성을 알아보고, 오류 후 행동 지표가 정상으로부터 ADHD 성향군을 변별하는데 유용한 지표들인지를 확인하고자 한다.

방 법

실험 참가자 모 대학교에서 심리학 관련 과목을 수강 중인 대학생 788명을 대상으로 Conners 성인 ADHD 평정척도-한국판(Conners Adult ADHD Rating Scales-Korean: 이하 CAARS-K)을 실시하였다. 수거된 자료 중 ADHD 반응 비일관성 지표가 8점 이상인 자료를 제외하고

DSM-IV 척도 총점(DSM-IV 부주의 및 DSM-IV 과잉행동/충동성 척도의 합산점수)이 18점(T점수=60.77점) 이상인 74명을 성인 ADHD 성향군으로, 8점(T점수=45.58점) 이하인 294명을 통제군으로 분류하였다. 이들 중 우울 및 불안 질문지의 점수가 임상적 수준 미만인 반면 실험자와의 전화면담을 통해 참가의사를 밝힌 총 66명(ADHD 성향군 34명, 통제군 32명)이 실험에 참가하였다. 실험 중 프로그램 오류로 인해 반응기록에 문제가 발생하거나 누락오류의 수가 전체 시행의 10% 이상 되는 참가자의 경우 불성실한 수행으로 간주하고 최종 분석에서 제외하였다.

최종적으로 ADHD 성향군 31명(남성 18명,

표 1. 실험 참가자들의 특성

	ADHD 성향군(n=31)		통제군(n=31)		t
	Mean	SE	Mean	SE	
<u>인구통계학적</u>					
성별(남성비율, %)	58.06		64.52		
연령(세)	20.87	.34	21.71	.46	-1.571
<u>CAARS-K</u>					
부주의기억	16.58	.93	5.26	.59	10.283***
과잉행동	16.32	.98	5.61	.54	9.581***
충동정서	14.45	.83	3.07	.48	11.872***
자기개념	8.71	.64	3.58	.58	5.929***
ADHD index	14.74	.69	3.94	.69	11.110***
비일관성	4.16	.33	2.52	.30	3.660**
DSM 부주의	11.48	.60	1.84	.33	14.321***
DSM 과잉행동	10.07	.57	1.71	.25	13.537***
DSM 총점	21.74	.59	3.55	.46	24.247***

<.01, *<.001

여성 13명), 통제군 31명(남성 20명, 여성 11명)의 자료가 최종분석에 사용되었다. 실험에 참가한 참가자들의 인구통계학적 및 CAARS-K 점수 특성은 표 1과 같다. 두 집단의 연령 차이는 유의미하지 않았으며, 집단 선별에 사용된 CAARS-K의 모든 하위지표에서 유의미한 차이를 나타냈다.

도구

Conners 성인 ADHD 평가 척도 - 한국판 (CAARS-K). Conners, Erhatdt, 그리고 Sparrow (1999)가 개발한 성인 ADHD 평가척도를 김호영, 이주영, 조상수, 이임순, 김지혜(2005)가 번안한 것을 사용하였다. 이 척도는 0-3점의 평정척도로 총 66문항으로 구성되어 있으며 Conners 등(1999)이 요인분석을 통해 개발한 4개의 소척도(부주의-기억, 과잉행동, 충동-정서적 불안정성, 자기개념)와 DSM-IV 증상척도(부주의, 과잉행동 및 충동성), 그리고 임상집단과 정상집단을 가장 잘 변별해주는 문항으로 구성된 ADHD 지수 척도로 이루어져 있다. 이외에 일종의 타당화 지수로서 비일관성 지수를 제시하고 있다. 전체 문항 중 유사한 내용을 담고 있는 8쌍의 문항들을 선정한 후 두 문항의 점수 차이를 계산하여 합산한 값을 나

타낸다. 이 지수의 합이 8점 이상인 경우 반응의 일관성이 낮은 것으로 간주한다(Conners et al., 1999). 본 연구에서 내적 합치도 (Cronbach's alpha)는 부주의-기억 .90, 과잉행동 .89, 충동-정서적 불안정성 .92, 자기개념 .87, DSM-IV 부주의 .91, DSM-IV 과잉행동 및 충동성 .86, ADHD 지수 .88 그리고 전체 항목의 내적 합치도는 .98로 나타났다.

Beck 우울 척도(Beck Depression Inventory: 이하 BDI). 실험 참가자들의 정서적인 문제로 인한 결과 오염을 통제하기 위해 이영호와 송중용(1991)이 번안한 척도를 사용하였다. 이 척도는 정서적, 인지적, 동기적, 그리고 생리적 영역을 포괄한 우울증상을 측정하기 위해 개발된 총 21개 문항의 자기보고 검사이다. 각 문항은 0점에서 3점까지 4점 척도로 평정된다. 점수 범위는 0점에서 63점까지이며 점수가 높을수록 우울수준이 높음을 의미한다. 이영호와 송중용(1991)의 연구에서 내적 합치도는 .86으로 나타났으며, 본 연구에서는 .81로 나타났다.

Beck 불안 척도(Beck Anxiety Inventory: 이하 BAI). BDI와 같은 이유로 실험 참가자들

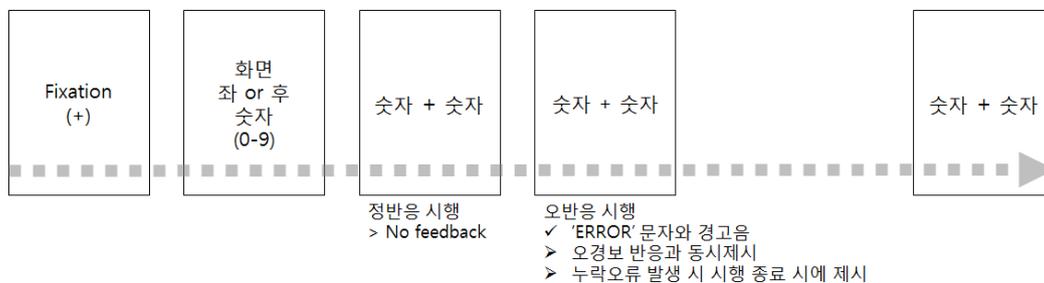


그림 1. 과제 진행 도해

의 불안을 측정하기 위해 Beck, Epstein, Brown 과 Steer(1988)가 개발한 자기보고식 검사를 Kwon(1992)이 번안한 한국판 BAI를 사용하였다. BAI는 불안의 인지적, 정신적, 신체적 영역을 포함하는 21개의 문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 0점에서 3점까지의 4점 척도로 평정된다. 점수 범위는 0점에서 63점이며 점수가 높을수록 불안 수준이 높음을 의미한다. Kwon(1992)의 연구에서 나타난 내적 합치도는 .94였으며, 본 연구에서 내적 합치도는 .91로 나타났다.

재료 및 과제

연속수행과제(Continuous Performance Test: CPT). 실험 과제는 Conners의 연속수행과제 패러다임을 따르는 것으로 프로그래밍 언어인 파이썬(Python)³⁾으로 제작하였다. 화면의 좌 또는 우측에 제시되는 숫자 중 5가 아닌 경우, 즉 5를 제외한 0부터 9까지의 숫자 중 하나가 제시될 경우에 스페이스 바(space bar)를 누른다. 자극 간의 간격은 1000msec이고 숫자의 제시시간은 200msec이다. 숫자 자극은 세로 약 1cm(font size=24)의 크기로 화면 중앙 응시점

(+) 기준으로 시야각 약 3도(화면과 실험 참가자간 거리 60cm 기준) 떨어진 좌측 혹은 우측에 제시되었다. 자극의 25%가 탐지자극(숫자 5)으로 제시되는데 이때 참가자들은 스페이스 바를 누르는 것을 억제해야 한다. 이외의 자극에서는 스페이스 바를 눌러야 한다. 정확한 반응을 한 시행에서는 아무런 피드백(feedback)이 주어지지 않고 자동으로 다음 시행으로 넘어간다. 그러나 부정확한 반응(탐지자극에서 스페이스 바를 누르거나, 그 이외의 자극에서 누르지 않는 경우)을 한 경우에는 화면 상단에 붉은 색 'ERROR' 글자와 '뚜우' 경고음이 약 100msec 동안 제시된다.

검사 시작 직후 평균반응시간의 누적을 위해 초반 10시행에서는 부정확한 반응들에 대해서는 오류 글자 및 경고음을 제시하지 않았다. 이후에도 정반응의 반응시간은 실험을 마칠 때까지 누적하였으며, 오류 발생 시 누적된 반응시간의 평균과 비교하였다. 실험은 연습시행을 제외하고 540시행이 쉬는 시간 없이 제시되었고 총 소요 시간은 약 10분이었다. 본 과제를 통해 얻어지는 종속측정치는 다음과 같다.

종속측정치는 크게 세 가지 범주로 분류되어진다. 첫째, 전반적인 수행에 대한 지표들이다. 이 지표들은 정반응 시행들의 평균 반응시간과 누락오류 및 오경보오류로 이루어진다. 둘째, 오류 후 수행 지표들이다. 이 지표들은 오류 발생과 관련 피드백으로 인해 이후의 수행에 얼마나 영향을 받게 되는지에 대한 측정 지표들로, 자기 관찰(self-monitoring)의 수준을 반영한다(Cheyne et al., 2011; Rabbit, 1966). 본 연구에서는 오류 후 지연을 선행연구들을 토

3) 파이썬(Python)은 초보자부터 전문가까지 폭넓은 사용자층을 보유하고 있는 프로그래밍 언어 중 하나이다. 파이썬은 동적 타이핑(dynamic typing) 범용 프로그래밍 언어이다. 다양한 플랫폼에서 쓸 수 있고, 라이브러리(모듈)가 풍부하여, 대학을 비롯한 여러 교육 기관, 연구 기관 및 산업계에서 이용이 증가하고 있다. 또한 순수한 프로그램 언어로서의 기능 외에도 다른 언어로 쓰인 모듈들을 연결하는 풀 언어(glue language)로써 자주 이용된다. 실제 파이썬은 많은 상용 응용 프로그램에서 스크립트 언어로 채용되고 있다.

표 2. 오류 후 행동관련 증속 측정치 및 내용

증속 측정치 구분	내용
<i>오류 후 지연 지표</i>	
오류 후 즉시지연	(오류 전 정반응 시행들의 MRT) - (오류 후 첫 정반응시행의 RT)
오류 전후 반응시간	(오류 직전 정반응 시행의 RT) - (오류 후 첫 정반응시행의 RT)
<i>오류 후 수행 회복 지표</i>	
정상 수행 회복시간	오류 발생 후 정상반응 패턴으로 회복까지의 시행 수
회복 전 재 이탈 횟수	오류 발생 후 정상수행으로 회복과정에서 새로운 오류의 발생 수
최종 오류 후 회복시간	최종 오류 발생부터 정상반응 회복까지의 시행 수
회복과정 초기평균반응시간	오류 발생 직후 정반응 3시행의 MRT
회복과정 후기평균반응시간	정상수행 회복 직전 정반응 3시행의 MRT

주) RT(반응시간, msec), MRT(평균 반응시간, msec) 오류율(%), 횟수 혹은 시행 수(trials, count)

주) 정상수행 회복 측정조건: 3시행 연속 정반응과 오류 전 MRT로의 회복

대로 두 가지 방법으로 측정하였다. 오류 이전의 정반응시행들의 평균반응시간과 오류 직후 정반응시행의 반응시간 차이를 계산하는 방법과, 오류를 중심으로 직전의 정반응과 직후의 정반응 시행의 반응시간 차이를 계산하는 방법을 사용하였다. 셋째, 오류 발생 후 정상수행으로 회복과정에 대한 지표를 제시하였다. 하위 지표로는, 오류 발생 후 정상 수행으로 회복하는데 소요되는 시간과 정상 수행 회복 과정에서 나타나는 재 오류의 수, 마지막 오류 발생부터 정상 수행 회복까지 소요되는 시행의 수, 마지막으로 회복 과정 초기 및 후기 평균반응시간을 측정하였다. 이러한 측정치들을 토대로 오류 발생 직후 나타나는 수행의 차이뿐만 아니라 기존에 보유한 목적 지향적 행동으로의 회복 과정에서 나타나는 수행 양상을 알아보하고자 하였다.

변화맹시과제(Change Blindness task: 이하 CB). 실험 과제는 화면 좌우에 제시되는 두 반점자극이 완전히 동일한지, 부분적으로 다른지를 얼마나 신속하게 판단하고 정확하게 반응하는지를 측정하는 과제이다. 화면 중앙 응시점(+)이 500msec 동안 제시되고 잠시 후 화면 좌우에 반점자극이 제시된다. 제시된 반점자극이 같다고 판단되면 키보드의 오른쪽 방향키(→)를 누르고, 다르다고 판단되면 왼쪽 방향키를 눌러야 한다. 반점자극은 실험참가자가 반응할 때까지 유지된다. 반점자극은 정

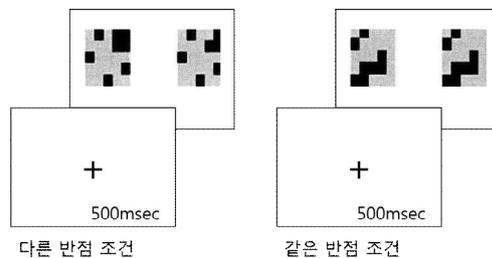


그림 2. CB 실험 도해

사각형의 회색바탕에 여러 패턴의 검정색 반점이 그려져 있다. 반점의 개수는 4개, 8개, 12개가 무작위로 제시된다. 실험은 연습시행을 포함하여 블록 당 24시행씩 총 4블록이 제시되었고 총 소요 시간은 약 10분이었다.

회귀억제과제(Inhibition of Return task: 이하 IOR). 본 실험은 Kwak과 Egeth(1992)에서 개발되고 곽호완과 장문선(2007)에 사용된 회귀억제 패러다임을 시용해서 구성되었다. 화면의 좌측 혹은 우측에 빨간색 문자 자극(*)이 제시되면 가능한 빠르게 키보드의 스페이스바(space bar)를 누르는 연속적 수행과제이다. 화면 중앙에 응시점(+)이 나타나면서 실험이 시작된다. 특정 반응-자극 제시시간 차(Response-Stimulus Interval, RSI)로 자극이 제시되며, 실험참가자의 반응 후 자동적으로 다음 시행이 시작된다. 반응-자극 제시 시간차는 500, 900msec로 설정되었다. 연습시행을 포함하여 한 블록 당 32시행씩 총 11블록이 제시되었으며, 총 소요 시간은 약 10분이었다.

실험절차 실험은 외부와 차단된 실험실에서 개별적으로 실시되었다. 가장 먼저 실험 진행 방법 및 내용에 대해서 구두로 안내하였다. 개인정보를 입력한 후 실험 초기화면에서 실험자가 시작단추를 누르면 실험이 시작되었으며 이후 연속수행과제의 경우 모든 시행을 마칠 때까지 휴식 없이 진행하였다. CB 및 IOR의 경우, 각 과제의 블록 간격 사이에 화면에 팝업(pop-up)창을 제시하여 자발적인 휴식을 가질 수 있도록 하였다.

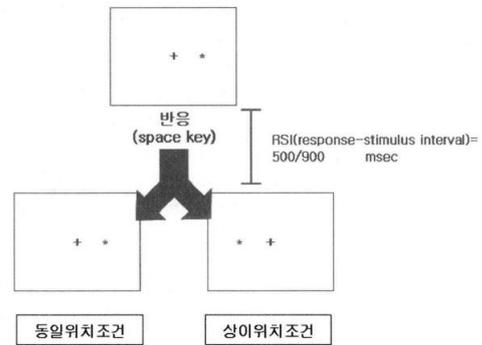


그림 3. IOR 실험 도해

실험 설계 및 분석 각 과제에서 ADHD 성향군과 통제군의 수행을 비교하고 지표들 간의 관련성을 확인하기 위해 몇 가지 분석을 실시하였다. 우선, CPT과제에서의 집단 간 차이를 비교하기 위해 독립변인 t 검정을 실시하였다. 그리고 CAARS-K의 하위지표들과 오류 후 행동 지표들 간의 관련성을 확인하기 위해 상관분석을 실시하였다. 다음으로, CB 및 IOR의 집단 간 차이를 혼합설계 분산분석을 통해 비교하고, 오류 후 행동 지표들과의 관련성을 확인하기 위해 상관분석을 실시하였다. 마지막으로, 오류 후 행동 지표들의 집단 변별력을 알아보기 위해 판별분석을 실시하여 판별 정확도와 투입된 지표들의 판별함수에 대한 관련 정도를 알아보았다.

결과 및 논의

집단 간 CPT 수행 비교 가장 먼저 CPT에서 평가된 지표들을 종속측정치로 ADHD 성향군과 통제군 간의 독립표본 t 검정을 실시하였다. 각 지표들의 기술통계량 및 분석 결과는 표 3과 같다.

표 3. 집단 간 평균차이검정 결과

	ADHD 성향군 (n=31)		통제군 (n=31)		t	p
	M	SE	M	SE		
<u>일반적 수행 지표</u>						
평균반응시간	354.39	5.66	375.06	6.94	-2.309	.024*
반응시간 표준편차	62.71	2.45	65.51	3.02	-.722	.473
누락 오류	5.32	1.47	5.84	1.07	-.283	.778
오경보 오류	38.52	3.94	33.06	3.12	1.084	.283
<u>오류 후 지연 지표</u>						
오류 후 즉시지연	-17.18	5.32	-49.55	6.62	-3.813	.000***
오류 전후 반응시간	-35.33	6.59	-70.44	8.98	-3.154	.003**
<u>오류 후 수행 회복 지표</u>						
정상 수행 회복시간	5.21	.31	6.55	.45	-2.454	.017*
회복 전 재 이탈 횟수	1.58	.08	1.68	.07	-.401	.690
최종 오류 후 회복시간	4.42	.28	5.28	.38	-1.824	.073
초기 평균반응시간	355.35	5.30	393.65	7.36	-4.223	.000***
후기 평균반응시간	333.07	4.85	354.53	5.69	-2.872	.006**

*<.05, **<.01, ***<.001

독립표본 t검정 결과, 우선, 일반적 수행 지표들 중에서는 정반응 시행의 평균반응시간만이 통계적으로 유의미하였다[t(60)=-2.309, p<.05]. 그러나 반응시간의 표준편차와 누락오류 및 오경보오류는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 오류 후 지연 지표들 중 오류 후 즉시지연[t(60)=-3.813, p<.001]과 오류 전후 반응시간[t(60)=-3.514, p<.01]에서는 통계적으로 유의미한 결과가 나타났다. 마지막으로, 오류 후 정상수행으로의 회복 과정에 대한 지표에서는, 오류 발생 후 정상 수행 회복시간[t(60)=-2.454, p<.05]과 회복 과정 중 초

기[t(60)=-4.223, p<.001] 및 후기 평균반응시간 [t(60)=-2.872, p<.01]에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 그리고 최종오류 발생 후 회복시간[t(60)=-1.824, p=.073, ns.]에서 통계적으로 유의미하지는 않았으나 고려할만한 결과가 나타났다.

ADHD 성향군은 통제군에 비해 과제 수행 동안 비교적 일관되고 유의미하게 빠른 반응을 보였다. 그러나 누락오류 및 오경보오류에서는 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 그럼에도 불구하고 오류 후 지연 지표들에서는 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다. 세부적

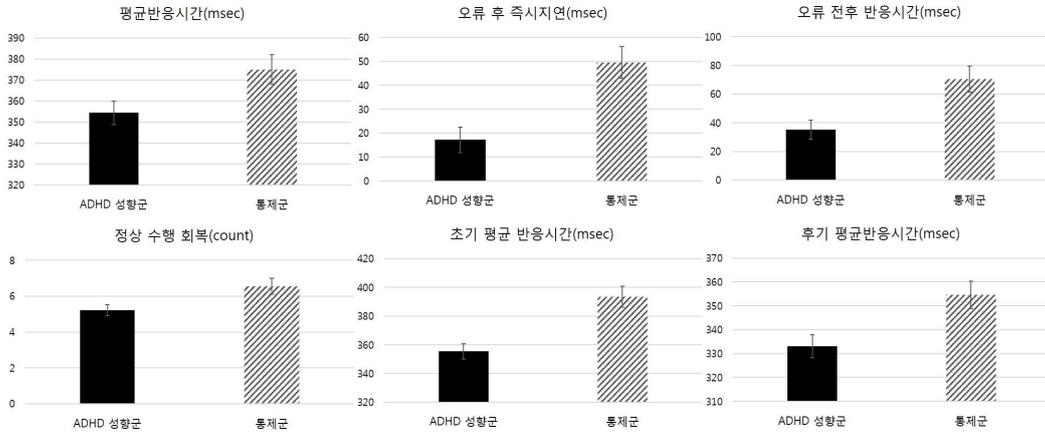


그림 4. 집단 간 연속수행과제 수행 비교

으로, 통제군은 ADHD 성향군에 비해 오류 발생 전 정반응 시행들의 평균반응시간과 비교하는 오류 후 즉시지연 지표와 오류 발생을 기준으로 직전의 정반응 시행의 반응시간과 직후의 정반응 시행의 반응시간을 비교하는 오류 전후 반응시간 지표 모두에서 유의미하게 더 지연된 반응시간을 보였다. 그리고 정상수행으로의 회복과정에서도 ADHD 성향군은 통제군에 비해 유의미하게 빠른 반응시간을 일관되게 나타냈다. 이러한 결과는 CPT 및 기타 신경심리학적 과제들에서 일반적으로 사용되는 누락 및 오경보오류 측정치에서 유의미한 차이가 나타나지 않았음에도 불구하고, 오류 후 행동 지표들에서 집단 간 유의미한 차이가 나타났다는 점에서 의미가 있다. 그리고 오류 후 즉각적인 행동뿐만 아니라 본 연구에서 정상행동으로의 회복 과정 양상을 알아보기 위해 제시한 지표들에서도 유의미한 차이가 나타났다는 점에서 의미가 있다. 특히, 오류 발생 후 정상수행으로의 회복 시간이 ADHD 성향군에 비해 통제군이 통계적으로

유의미하게 더 오래 소요되었다는 점은 흥미로운 결과이다.

CAARS-K와 CPT 하위 지표들 간의 관련성
CAARS-K의 하위지표들과 오류 후 행동 지표들 간의 관련성 정도를 알아보기 위해 상관분석을 실시하였다. 그 결과는 표 4와 같다.

상관분석 결과, 연속수행과제의 평균반응시간 및 표준편차 그리고 누락오류 및 오경보오류는 CAARS-K척도 및 DSM척도 모두에서 유의미한 상관을 나타내지 않았다. 그럼에도 불구하고, 오류 후 지연에 대한 지표 중 오류 후 즉시지연 지표는 CAARS-K 및 DSM의 모든 지표들과 유의미한 부적상관을 보였다. 그리고 오류 전후 반응시간 지표도 자기개념과 ADHD지수를 제외한 모든 지표들과 유의미한 부적상관을 보였다. 이러한 결과는, 성인기 ADHD 증상이 심할수록 오류 발생 후 반응시간의 지연이 작아짐을 나타낸다.

목적 지향적 정상수행으로의 회복 과정에 대한 지표들 중에서, 정상수행 회복시간의 경

표 4. CAARS-K 하위척도와 연속수행과제 지표들 간의 상관분석

	CAARS-K 척도				DSM 척도		
	부주의/ 기억	과잉행동	충동/정서	자기개념	ADHD 지수	부주의	과잉행동
평균반응시간	-.181	-.144	-.184	-.191	-.137	-.201	-.211
반응시간 표준편차	-.110	-.141	-.150	-.055	-.103	-.099	-.191
누락오류	-.065	-.138	-.073	.024	-.076	-.015	-.160
오경보오류	.112	.096	.092	.105	.033	.151	.027
오류 후 즉시지연	-.305*	-.342**	-.448***	-.346**	-.295*	-.401**	-.416**
오류 전후 반응시간	-.261*	-.358**	-.381**	-.195	-.217	-.391**	-.370**
정상 수행 회복시간	-.234	-.255*	-.320*	-.359**	-.298*	-.263*	-.258*
회복 전 재 이탈 횟수	-.039	-.125	-.082	.011	-.113	-.031	-.183
최종 오류 후 회복시간	-.164	-.158	-.241	-.330**	-.209	-.213	-.154
초기 평균반응시간	-.350**	-.230*	-.407**	-.369**	-.340**	-.427**	-.396**
후기 평균반응시간	-.241	-.195	-.263*	-.293*	-.233	-.276*	-.251*

* < .05 ** < .01 *** < .001

우, CAARS-K의 부주의/기억 하위 지표들 제외 한 모든 지표들과 유의미한 부적 상관을 보였다. 그리고 최종 오류 후 회복시간의 경우 자기개념($r = -.330, p < .01$)과 유의미한 부적 상관을 보였다. 회복 과정 중 초기 평균반응시간은 모든 지표들과 부적상관을 나타냈고, 후기 평균반응시간은 충동/정서적 불안정성($r = -.263, p < .05$), 자기개념($r = -.293, p < .05$), DSM 부주의($r = -.276, p < .05$), 과잉행동($r = -.251, p < .05$)과 유의미한 부적 상관을 보였다. 이러한 결과는 성인기 ADHD 증상이 심할수록 오류 후 정상 수행으로의 회복에 더 적은 시간이 소요되고, 회복 과정 초기 및 후기에서 빠른 반응시간을 보인다는 것을 의미한다.

종합하면, 성인 ADHD의 증상과 관련된 하

위 지표들과의 관련성에서도 앞서 집단 간 평균 비교결과와 마찬가지로 연속수행과제의 일반적 수행지표가 유의미한 상관을 나타내지 않았다. 그렇지만 오류 후 행동과 관련된 하위 지표들은 유의미한 부적 상관을 나타냈다. 이는 성인 ADHD 증상이 심할수록 오류 후 지연이 나타나지 않으며, 정상 수행으로의 회복 과정에도 유의미한 영향을 미친다는 점을 나타낸다.

집단 간 CB 및 IOR 수행 비교 CB와 IOR에서의 집단 간 수행을 비교하기 위해 혼합설계 분산분석을 실시하였다. CB의 경우, 집단(ADHD 성향군, 통제군)을 참가자 간 변인으로, 자극동일성(동일, 상이)과 반점개수(4, 8,

12개)를 참가자 내 변인으로 설정하였다. 종속 변인은 반응시간과 표준편차, 반응시간 기울기⁴⁾, 그리고 정반응률이었다. IOR의 경우, 집단(ADHD 성향군, 통제군)을 참가자 간 변인으로, 표적위치동일성(동일, 상이)과 자극제시 간격(500, 900msec)을 참가자 내 변인으로 설정하였다. 종속변인은 정반응률과 반응시간이다.

세부적으로, CB의 정반응률에 대한 분산분석 결과, 집단 주효과 $[F(1, 60)=7.234, p<.01]$ 와 자극동일성 $[F(1, 60)=5.429, p<.05]$, 반점개수 $[F(2, 120)=51.801, p<.001]$ 의 주효과가 유의미하였다. 그리고 자극동일성과 반점개수 간의 상호작용이 유의미하였고 $[F(2, 120)=4.524, p<.01]$, 집단과 자극동일성 간 상호작용이 통계적으로 유의미하지는 않았으나 고려할만한 수준으로 나타났다 $[F(1, 60)=3.425, p=.069, m.]$. 평균반응시간에 대한 분산분석 결과, 반점개수 주효과가 유의미하였다 $[F(2, 120)=16.374, p<.001]$. 그리고 자극동일성과 반점개수 간 상호작용이 유의미하였다 $[F(2, 120)=47.424, p<.001]$.

종합해보면, 전반적으로 ADHD 성향군이 통제군에 비해 일관되게 낮은 정반응률을 나타냈다. 반점개수의 증가에 따라 두 집단 모두 정반응률이 낮아지는 패턴을 보였으나, ADHD 성향군의 경우 수행 저하가 상대적으로 더 컸다. 평균반응시간에서도 반점개수 4개의 일치조건과 반점개수 12개의 상이조건을 제외하고는 ADHD 성향군이 상대적으로 빠른

반응시간을 보였으며, 전체 6개의 조건들 중에서 4개의 조건(반점개수 4개의 상이, 8개의 동일 및 상이, 12개의 동일조건)에서 정확도와 반응시간의 교환(trade off)법칙이 관찰되었으나 모든 조건에서 일관되지는 않았다.

다음으로, IOR의 분산분석 결과, 정반응률에서는 자극 간 제시간격 주효과가 유의미하였다 $[F(1, 60)=12.607, p<.01]$. 평균반응시간에 대한 분산분석 결과, 표적위치동일성 $[F(1, 60)=24.536, p<.001]$, 자극 제시간격 $[F(1, 60)=103.297, p<.001]$ 이 유의미하였다. 그리고 집단과 표적위치동일성 간의 상호작용이 통계적으로 유의미하지는 않았으나 고려할만한 수준으로 나타났다 $[F(1, 60)=3.329, p=.073, m.]$. 표적위치조건 중 동일위치 조건의 반응시간과 상이위치 조건의 반응시간 차이를 나타내는 회귀억제량에서, ADHD 성향군의 경우 두 자극 제시간격 조건 모두에서 통제군에 비해 적은 회귀억제량을 일관되게 나타냈다. 그러나 그 차이가 통계적으로 유의미하지는 않았다.

종합해보면, IOR에서 ADHD 성향군의 정반응률 및 반응시간에서의 수행 저하가 유의미하지 않았다. 그러나 회귀억제량에서 통제군에 비해 모든 자극 제시간격 조건에서 일관되게 적은 회귀억제량을 보여, 정진영 등(2008)의 ADHD 성향군에 대한연구 결과를 일부 지지하였다.

오류 후 행동 지표와 CB 및 IOR 지표들 간의 관련성

오류 후 행동지표들과 CB 및 IOR 지표들 간의 관련성을 알아보기 위해 상관분석을 실시하였다. 그 결과는 표 5와 같다.

상관분석 결과, 오류 후 행동지표와 CB 지

4) 종속 측정치 중 반응시간 기울기의 경우, 과제 내의 각 블록 간의 평균반응시간의 차이를 의미한다. 따라서 반응시간 기울기가 클수록 반응시간의 일관성이 낮음을 의미한다.

표 5. 오류 후 행동 지표와 실행기능 과제 지표들 간의 상관분석 결과

		오류 후 즉시지연	오류전후 반응시간	정상수행 회복시간	회복전 재 이탈 횟수	최종 오류 후 회복시간	초기평균 반응시간	후기평균 반응시간
변화 맹시	정반응률	.053	.102	-.078	-.025	-.063	.154	.110
	평균반응시간	-.043	.003	-.137	.085	-.143	.084	.078
	반응시간 표준편차	.083	.119	.104	-.285*	.134	.104	.099
	반응시간 기울기	-.251*	-.215	-.079	-.045	-.051	-.009	.122
회귀 억제	정반응률	-.014	.117	.140	.062	.154	.329**	.229
	평균반응시간	.165	-.137	.076	.224	.039	.172	.116
	반응시간 표준오차	-.031	.014	-.044	-.169	-.049	-.155	-.106
	반응시간 기울기	-.091	-.003	.080	.047	.165	.190	.171
	회귀억제량 500msec	.157	.110	.226	-.070	.269*	.315*	.286*
회귀억제량 900msec	.271*	.159	.167	.059	.150	.286*	.090	

* <.05, ** <.01

표들과의 분석에서, 오류 후 즉시지연이 반응 시간 기울기와, 회복 전 재 이탈 횟수가 반응 시간 표준편차와 유의미한 부적 상관을 나타냈다. IOR 지표들과의 분석에서, 오류 후 즉시지연이 900msec 조건의 회귀억제량과 유의미한 정적상관을 나타냈고, 최종오류 후 회복시간이 500msec 조건의 회귀억제량과, 초기 평균 반응시간의 경우 정반응률, 500 및 900msec 조건의 회귀억제량과 정적 상관을, 후기 평균 반응시간의 경우 500msec 조건의 회귀억제량과 정적 상관을 나타냈다.

오류 후 행동 지표들은 CB보다 IOR의 회귀억제량과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 CB 및 IOR 분석 결과에서 선행 연구들에 비해 집단 간 차이가 크지 않았다는 점을 고려해 볼 때, 선행연구들 수준의 집단 간 차이라면 보다 높은 관련성이 나타났을 것

으로 예상된다. 그럼에도 불구하고, 오류 후 행동 지표들 중 많은 수가 IOR의 핵심 지표인 회귀억제량과 유의미한 상관을 나타냈다는 점은 흥미롭다.

오류 후 행동 지표의 판별분석 CPT에서 얻어진 7개의 오류 후 행동 지표들을 투입하여 정상군으로부터 ADHD 성향군을 변별하는데 어느 정도의 변별력을 가지는지 확인하기 위해 판별분석을 실시하였다. 투입된 지표들과 표준화된 정준판별함수 간의 상관관계를 통해 종속측정치들 간의 상대적 중요도를 확인하기 위해 판별 적재량(discriminant loading)⁵⁾을 확인

5) 전통적으로 각 독립변수의 판별력을 보기 위해 표준화된 판별계수를 이용하였으나, 다중 회귀 분석의 경우와 유사하게 각 독립변수의 판별력이 다중공선성(multicollinearity) 때문에 낮게 나타

표 6. 오류 후 행동 지표들의 판별적재량

오류 후 행동 지표	판별적재량
초기평균반응시간	.810
오류 후 즉시지연	.731
오류 전후 반응시간	.605
후기평균반응시간	.551
정상수행회복시간	.471
최종 오류 후 회복시간	.350
회복 전 재 이탈 횟수	.077

하였다. 그 결과는 표 6과 같다.

판별분석 결과, 오류 후 행동지표의 판별함수가 유의미하였다[Wilk's Lambda=.688, $p < .01$]. 오류 후 행동지표의 전체 판별정확도는 72.6%로 나타났고, 민감도는 80.6%, 특이도는 64.5%로 나타났다. 다음으로, 오류 후 행동 지표들의 판별적재량을 살펴보면, 우선 회복 전 재 이탈 횟수($r=.077$)를 제외한 모든 지표가 유의미하게 받아들일 수 있는 수준의 판별적재량을 나타냈다. 세부적으로, 정상수행으로의 회복 과정에서 나타나는 초기 평균반응시간($r=.810$)이 가장 높은 판별적재량을 나타냈다. 그리고 오류 후 지연 지표인 오류 후 즉시지연($r=.731$)과 오류 전후 반응시간($r=.605$)이 높은 판별적재량을 나타냈으며, 후기 평균반응시간($r=.551$), 정상수행 회복시간($r=.471$), 최종 오류 후 회복시간($r=.350$)이 유의미한 수준의 판별적재량을 나타내었다.

날 수 있다. 이러한 이유로 최근에는 변수와 판별함수간의 상관관계 값을 보여주는 구조행렬상의 판별적재값을 많이 이용하는 경향이 있다. 이 경우 보통 판별적재값은 $\pm .30$ (혹은 $.40$) 이상인 경우 유의적으로 받아들인다(이학식, 임지훈, 2011).

종합해보면, 본 연구에서 제안한 오류 후 행동 지표들이 유의미한 수준의 판별함수와 함께 수용할만한 수준의 전체 분류정확도를 나타냈다. 투입된 지표들의 상대적 중요도에 서도 회복 전 재 이탈 횟수를 제외한 모든 지표들이 판별함수에 유의미한 수준의 상관지표를 나타낸 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는, 오류 후 지연 및 정상 수행으로의 회복 과정과 관련하여 제안된 지표들이 성인기 ADHD의 변별에 유용하게 활용될 수 있음을 의미한다.

종합논의

본 연구는 연속수행과제에서 나타나는 ADHD 성향군의 오류 후 행동 특성을 알아보고, ADHD 특성을 가장 잘 나타내는 지표들을 제안하고자 하였다. 또한 오류 후 행동지표들과 선행 연구들에서 사용된 실행기능 과제들의 관련성 및 판별력 검정을 통해 해당 지표들의 성인기 ADHD 변별지표로서의 활용 가능성에 대해서 알아보는 것을 목적으로 하였다. 본 연구의 핵심 결과들을 정리하면 다음과 같다.

첫째, CPT의 일반적 수행지표 중에서는 평균반응시간에서만 집단 간 유의미한 차이가 있었으며, 나머지 지표들에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 CPT가 ADHD 감별진단과 변별에서 충분한 유용성을 가지지 못한다는 연구결과들을 지지한다(Cohen & Shapiro, 2007; Epstein et al., 1998; Riccio et al., 2001; Solanto et al., 2004). 그럼에도 불구하고, 동반 측정된 오류 후 지연 및 정상수행으

로의 회복과 관련된 지표들에서는 집단 간 유의미한 차이가 관찰되었다. 세부적으로, 오류 후 지연의 정도를 측정하는 오류 후 즉시지연 및 오류 전후 반응시간 차이 값이 통계적으로 유의미하였다. ADHD 성향군의 경우 오류 발생에 대한 시각 및 청각 피드백에도 불구하고 자기감시 기제에 기반 한 오류 후 반응시간의 지연이 정상군에 비해 유의미하게 적게 나타나지 않았다. 이러한 결과는 오류 전 전체 정반응 누적 평균반응시간과 오류 직후 정반응 시행의 반응시간 차이를 계산한 전통적인 오류 후 지연 측정치와 오류 직전 및 직후 정반응 시행 간의 반응시간의 차이를 측정한 수정된 측정치에서 일관되게 관찰되었다. 그리고 오류 후 지연과 관련된 선행연구들의 결과를 지지한다(e.g., Schachar et al., 2004; Spinelli et al., 2011; Van De Boorde et al., 2010).

둘째, 오류 발생 후 목적행동으로의 회복과정에서 나타나는 행동 특성을 측정하기 위해 제안한 지표들에서도 집단 간 유의미한 차이가 나타났다. 세부적으로, 오류 발생 후 정상 수행으로의 회복에 소요되는 시간이 ADHD 성향군에 비해 통제군이 유의미하게 더 오래 걸렸으며, 최종 오류 발생 후 회복까지 소요되는 시간도 통계적으로 유의미하지 않았으나 고려할 수준으로 통제군이 더 오래 걸렸다. 이 결과는 매우 흥미롭다. 본 연구자들이 제안한 정상 수행 회복의 기준은 3시행 연속 정반응과 해당 시행들이 오류발생 전 정반응 수행들의 평균반응시간의 일정 오차 이내로의 복귀라는 조건이었다. 따라서 오류 발생 후 자기감시 체계의 활성화는 새로운 오류 발생 방지를 위한 민감도를 향상시키고 이에 따라

반응시간이 유의미하게 저하되는 것으로 나타난다. 자기감시의 정도는 일반적으로 오류 후 새로운 오류의 발생을 예방(prevention)하는 역할을 한다(Crump & Logan, 2013). 그러나 새로운 오류 발생의 예방을 위해 상향되는 신중함은 느린 반응시간으로 나타나고 본 연구에서 설정한 정상수행회복에 부정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 회복과정 지표들 중에서 초기와 후기 평균반응시간의 집단 간 차이가 유의미하였다는 점이 이러한 결과를 뒷받침 한다. 다음으로 오류 발생 후 회복까지 통제군이 ADHD 성향군에 비해 일관되게 느린 반응시간을 보였다. 이 결과는 오류 발생 직후 자기감시 정도에 따르는 것으로 보이며, 오류 발생 직후 시행과 회복 직전의 시행 모두에서 이러한 수행 양상을 관찰되는 것으로 보아 정상 수행으로의 회복과정에서 나타나는 수행 특이점으로 보인다.

셋째, 오류 후 행동특성 지표들과 CAARS-K의 지표들 간의 관련성에서도 많은 부분 유의미한 상관이 나타났다. 특히 오류 후 즉시지연 지표의 경우 모든 CAARS-K 척도 하위 지표와 부적 상관을 나타냈으며, 오류 전후 반응시간 지표도 부주의/기억, 과잉행동, 충동/정서와 부적 상관을 나타냈다. 회복 과정에 대한 지표 중에서도 초기 평균 반응시간의 경우 모든 CAARS-K 척도 지표들과 부적 상관을 나타냈으며, 후기 평균반응시간의 경우 충동/정서성 및 자기개념과 유의미한 부적 상관을 나타냈다. 정상 수행 회복시간의 경우 부주의/기억을 제외한 모든 CAARS-K 척도 지표들과 유의미한 부적 상관을 나타냈으며, 후기 평균반응시간의 경우 충동/정서성 및 자기개념과, 최

중 오류 후 회복시간의 경우 자기개념과 유의미한 부적 상관을 나타냈다. DSM 척도와의 관련성에서는 회복 전 재 이탈 횟수 및 최종 오류 후 회복시간을 제외한 모든 오류 후 행동 지표들이 유의미한 부적 상관을 나타냈으며, 특히 오류 후 즉시간연과 초기 평균반응시간에서 가장 높은 부적 상관을 나타낸 것으로 관찰되었다.

넷째, 기존의 실행기능을 측정하는 신경심리과제들과의 관련성에 대한 결과에서도 일부 유의미한 상관이 나타났다. 특히 회귀억제량과 유의미한 상관이 다수 관찰되었다. 이러한 결과는, 본 연구에서 CB와 IOR이 선행연구 수준의 집단 간 차이를 나타내지 못한 상황을 고려해볼 때 더 의미가 있다. 그리고 각 과제들의 집단 변별력의 정도를 비교하기 위한 판별분석 결과에서도 CPT의 오류 후 행동지표들만이 유의미한 판별함수와 가장 높은 판별 정확도를 나타냈다.

다섯째, 본 연구에서 제안한 오류 후 행동 지표의 ADHD 성향군에 대한 변별력을 확인하기 위해 실시한 판별분석에서도 유의미한 판별함수가 확인되었고, 각 지표들의 판별함수에 대한 관련정도를 나타내는 판별적재량에서도 대부분의 지표가 유의미한 수준의 상관정도를 나타냈다. 특히, 오류 후 지연을 나타내는 두 지표와, 정상 수행 과정에서의 초기 및 후기 평균반응시간이 .50 이상의 높은 관련을 나타냈다. 이러한 결과는, 오류 후 지연 및 정상 수행으로의 회복과정과 관련하여 제안된 지표들이 성인기 ADHD의 변별에 유용하게 활용될 수 있음을 의미한다.

본 연구는 몇 가지 측면에서 의미가 있다.

첫째, 국내의 신경심리학적 측정 과정에서 우선시 되고 있지 않은 오류 후 행동 지표의 활용 가능성에 대해서 확인했다는 점에서 의미가 있다. 집단 간 변별이 요구되는 상황에서 해당 집단이 높은 수준의 인지적 능력을 보유하고 있는 경우 민감한 과제를 구현하기 어렵다. 또한 대부분의 신경심리학적 과제들이 누락 및 오경보오류, 반응시간 및 표준편차에 대한 지표로 구성되어 있기 때문에 성인기 ADHD와 같은 특성을 지닌 집단을 변별하는 것은 더욱 어렵다. 따라서 기존에 개발된 신경심리기제의 측정과 관련하여 오류 후 행동에 대한 접근이 추가될 경우 이러한 제한점을 극복할 수 있는 발판이 될 것으로 기대한다. 둘째, 오류 후 반응시간의 지연에 대한 접근에 추가하여 오류 발생 후 목적행동으로의 회복 과정에 대한 지표들을 제안했고, 유의미한 결과를 얻었다는 점에서 의미가 있다. 오류 직후 반응시간의 지연에 대한 연구는 국외 연구들(e.g., Dutilh et al., 2012; Schachar et al., 2004; Spinelli et al., 2011; Van De Boorde et al., 2010)에서 다루어진 적이 있으나 수행 회복 과정에서 나타나는 특징에 대한 지표 연구는 수행된 적이 없다. 본 과제에서 새로운 측정치로 제시한 목적 수행에서의 이탈 이후 원래 목적수행으로의 회복 과정 또한 매우 중요하며, 오류 후 행동 특성을 파악하고 특정 장애군의 변별에 도움이 될 것으로 기대한다. 셋째, 본 연구에서는 숫자 자극을 사용한 억제 능력 중심의 CPT(CPT not X)를 사용하였다. CPT를 활용한 연구들 중 숫자자극이 아닌 대상군의 특성에 따라 기타 자극을 제시하거나 자극 간 제시 간격이나 기타 참가자 내 조건

을 추가하여 변형한 과제들이 일부 사용되어져 왔으며(e.g., 이선희, 장문선, 광호완, 2011; 조아름, 2012), 이러한 점은 대상군의 인지적 특성에 따른 변별력을 확보하기 위함이다. 그러나 본 연구에서는 위와 같은 추가적인 조작을 제외한 연속수행과제를 실시하였으며, 이를 통해 과제 내 오류 후 행동의 순수한 측면을 탐색하고자 하였다. 누락오류와 오경보오류가 유의미하지 않은 상황에서도 오류 후 행동 지표들 중 대다수가 집단 간 유의미한 차이와 CAARS-K의 많은 지표들과 유의미한 상관관계를 나타냈다는 점은 주목할 만하다. 향후 보다 복잡한 과제의 측정치로 본 연구에서 제안한 오류 후 행동 지표들이 활용될 가능성에 대해 제안할 수 있었다는 점에서 의의가 있다.

본 연구의 제한점 및 향후 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 성인기 ADHD 연구에서 언급하지 않을 수 없는 임상적 진단 유무와 관련된 점이다. 현재 국내에는 성인 ADHD에 대한 독립적인 진단체계가 없으며, 진단을 또한 매우 낮다. 따라서 실제 연구에 임상군을 사용하는 것은 현실적으로 매우 어렵다. 따라서 아동 및 청소년기 ADHD를 대상으로 하거나 성인기 성향군을 선정하여 연구를 진행할 수밖에 없다. 그러나 성향군을 대상으로 한 연구 또한 임상적 진단의 대상이 되는 성인기 ADHD의 특성을 이해하는데 도움이 되는 것은 분명하다. 둘째, 본 연구에서는 성인기 ADHD를 대상으로 하였으나 향후 연구에서는 다양한 연령층에 대한 추가 연구가 필요하다. ADHD의 경우 생애주기에 따라 그 특성이 달라진다. 따라서 아동 및 청소년

기 ADHD를 대상으로 오류 후 행동 지표 특성을 탐색해보는 연구가 필요하다. 셋째, 본 연구 결과들을 살펴보면, 오류 후 행동지표들의 표준오차가 다소 크다. 이는 오류 후 행동 연구들의 일반적인 특성이기도 하지만, 특정 장애군의 특성을 일반화하기 위해서는 걸림돌이 된다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 측면을 보완할 수 있는 새로운 계산 공식의 적용 등의 노력이 요구된다.

참고문헌

- 고승희, 신민섭, 홍강의 (1996). KEDI-WISC와 TOVA를 이용한 소아정신과 장애별 주의력 문제와 인지적 특성에 관한 연구. *한국심리학회지: 임상*, 15(1), 165-178.
- 광호완 (1996). 회귀억제효과로 본 억제적 주의과정의 기제. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 8(2), 133-145.
- 광호완, 장문선 (2007). 성인 ADHD 경향성에 대한 웹기반 실험신경심리연구: 회귀억제, 스트룹 및 내생-외생 주의과제. *한국심리학회지: 임상*, 26(4), 1039-1055.
- 김호영, 이주영, 조상수, 이임순, 김지혜 (2005). 한국판 Conners 성인 ADHD 평정척도의 신뢰도 및 타당도 연구: 대학생 표본을 중심으로. *한국심리학회지: 임상*, 24(1), 171-185.
- 송현주, 권미경, 오경자, 김민식, 하은혜, 송동호, 신민섭 (2004). ADHD 아동의 회귀억제 결함. *한국심리학회지: 임상*, 23(1), 243-251.
- 이상일, 장문선, 광호완 (2012). 안구운동추적

- 과 주의력 신경심리검사를 이용한 성인 ADHD 변별과제 개발. 한국심리학회지: 일반, 31(4), 1211-1230.
- 이선희, 장문선, 곽호완 (2011). 폭식경향 집단의 충동성과 주의력 결함. 한국심리학회지: 임상, 30(2), 537-551.
- 이수경, 박 경, 곽호완 (2012). ADHD 아동의 주의력 결함 판별을 위한 웹-기반 신경심리 연구. 한국심리학회지: 임상, 31(1), 203-216.
- 이영호, 송종용 (1991). BDI, SDS, MMPI-D, 척도의 신뢰도 및 타당도에 관한 연구. 한국심리학회지: 임상, 10(1), 98-113.
- 이학식, 임지훈 (2011). SPSS 18.0 매뉴얼. 서울: 도서출판 집현재.
- 장미자 (2004). 성인 주의력 결핍-과잉행동장애의 특징과 교육적인 중재 전략. 교육발전연구, 20(2), 43-57.
- 정진영, 장문선, 곽호완 (2008). 성인 ADHD 성향군의 회귀억제와 반응억제 결함. 한국심리학회지: 일반, 27(1), 179-196.
- 조민경, 곽호완 (2010). 변화맹시과제 제시방법에 따른 성인 ADHD 성향군의 주의력 결함. 한국심리학회지: 인지 및 생물, 22(3), 355-368.
- 조아름 (2012). 인지기능저하 노인집단의 정서인식 특성. 경북대학교 석사학회논문.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorder (4th ed. rev.)*. Washington, D. C.: American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorder (5th ed.)*. Washington, D. C.: American Psychiatric Association.
- Balogh, L., & Czobor, P. (2014). Post-error slowing in patients with ADHD: A meta-analysis. *Journal on Attention Disorders*, 1-13.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition sustained, attention, and executive function: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Barkley, R. A., Fischer, M., Smallish, L., & Fletcher, K. (2006). The persistence of attention-deficit/hyperactivity disorder into young adulthood as a function of reporting source and definition of disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 279-289.
- Barkley, R. A., Murphy, R. R., & Fischer, M. (2008). *ADHD in Adults: What the science tells us*. New York: Guilford Press.
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56, 893-897.
- Biederman, J. (2005). Attention-deficit hyperactivity disorder: A selective overview. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1215-1220.
- Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: The search for endophenotypes. *Nature Review Neuroscience*, 3, 617-628.
- Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D., Cohen, J., D. et al. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of

- performance. *Science*, 280, 747-749.
- Cheyne, J. A., Carriere, J. S. A., & Smilek, D. (2009). Absent minds and absent agents: Attention-lapse induced alienation of agency. *Consciousness and Cognition*, 18, 481-493
- Cheyne, J. A., Carriere, J. S. A., Solman, G. J. F., & Smilek, D. (2011). Challenge and error: Critical events and attention-related errors. *Cognition*, 121, 437-446.
- Cohen, A. L., & Shapiro, A. K. (2007). Exploring the performance differences on the flicker task and the Conners' continuous performance test in adults with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 11(1), 49-63.
- Conners, C. K., Erhart, D., & Sparrow, E. P. (1999). *Conners' adult ADHD rating scales, technical manual*. New York: Multi-Health Systems.
- Conners, C. K., & MHS Staff. (Eds.) (2000). *Conners' continuous performance test II: Computer program for Windows technical guide and software manual*. North Tonawanda, NY: Multi-Health Systems.
- Crump, M. J. C., & Lagan, G. G. (2013). Prevention and correction in post-error performance: An ounce of prevention, a pound of cure. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(3), 692-709.
- Douglas, V. I. (1985). The response of ADD children to reinforcement? theoretical and clinical implications. In Bloomingdale, L. L., editor. *Attention Deficit Disorder Identification, Course, and Rationale*. New York: Spectrum.
- Dutilh, G., Van Ravenzwaaij, D., Nieuwenhuis, S., L. J., Han, Van der Mass, Forstmann, B. U., & Wagenmakers, E. -J. (2012). How to measure post-error slowing: A confound and a simple solution. *Journal of Mathematical Psychology*, 56, 208-216.
- Epstein, J. N., Conners, C. K., Sitarenios, G., & Erhardt, D. (1998). Continuous performance test results of adult with attention deficit hyperactivity disorder. *The Clinical Neuropsychologist*, 12, 155-168.
- Falkenstein, M., Hoonmann, J., Christ, S., & Hohnsbein, J. (2000). ERP components on reaction errors and their functional significance: A tutorial. *Biological Psychology*, 51, 87-107.
- Faraone, S. V., Biederman, J. (2005). What is the prevalence of Adult ADHD? Results of a population screen of 966 adults. *Journal of Attention disorders*, 9, 384-391.
- Faraone, S. V., Biederman, J., & Mick, E. (2006). The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: A meta-analysis of follow-up studies. *Psychological Medicine*, 36, 159-165.
- Groom, M. J., Cahill, J. D., Bates, A. T., Jackson, G. M., Calton, T. G., Liddle, P. F., Hollis, C., et al. (2010). Electrophysiological indices of abnormal error-processing in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51, 66-76.
- Herrmann, M. J., Mader, K., Schreppe, T., Jacob, C., Heine, M., Boreatti-Hummer, A., et al.

- (2009). Neural correlates of performance monitoring in adult patients with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *World Biological Psychiatry*, 10, 1-8.
- Herve, A. S., Epstein, J. N., & Curry, J. F. (2004). Neuropsychology of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Neuropsychology*, 18, 485-503.
- Houtman, F., & Notebaert, W. (2013). Blinded by an error. *Cognition*, 128, 228-236.
- Johnson, P. S., & Conners, C. K. (2002). *The assessment process: conditions and comorbidities, Clinician's guide to adult ADHD: Assessment and intervention*, 71-83. San Diego: Academic Press.
- Jonker, R. T., Seli, P., Cheyne, J. A., & Smilek, D. (2013). Performance reactivity in a continuous-performance task: Implications for understanding post-error behavior. *Consciousness and Cognition*, 22, 1468-1476.
- Kwak, H. -W., & Egeth, H. (1992). Consequences of allocating attention to locations and to other attributes. *Perception & Psychophysics*, 51, 455-464.
- Kwon, S. M. (1992). *Differential roles of dysfunctional attitudes and automatic thoughts in depression: An integrated cognitive model of depression*. Unpublished doctoral dissertation, Queensland University, Australia.
- Li, C-S. R., Chang, H-L., & Lin, S-C. (2003). Inhibition of return in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Experimental Brain Research*, 149, 125-130.
- Murphy, K., & Barkley, R. A. (1996). Attention deficit hyperactivity disorder adults: comorbidities and adaptive impairments. *Comprehensive Psychiatry*, 37, 393-401.
- O'Connell R. G., Bellgrove, M. A., Dockree, P. M., Lau, A., Hester, R., Garavan, H., et al. (2009). The neural correlates of deficient error awareness in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Neuropsychologia*, 47, 1149-1159.
- Rabbitt, P. M. (1966). Error and error correction in choice response task. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 264-272.
- Rensink, R. A. (2000). When good observers go bad: Change blindness, inattention blindness, and visual experience. *Psyche*, 6(9).
- Rensink, R. A., O'Regan, J. K., & Clark, J. J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive change in scenes. *Psychological Science*, 8(5), 368-373.
- Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone, E. A., & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, 306, 443-447.
- Roccio, C. A., Reynolds, C. R., & Lowe, P. A. (2001). *Clinical application of continuous performance test: Measuring attention and impulsive responding in children and adult*. New York: Wiley & Sons.
- Schachar, R. J., Chen, S., Logan, G. D., Ornstein, T. J., Crosbie, J., Ickowicz, A., & Pakulak, A. (2004). Evidence for an error monitoring deficit in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*,

- 32, 285-293.
- Shaffer, D. (1994). Attention deficit hyperactivity disorder in adults. *American Journal of Psychiatry*, 151, 633-638.
- Shiels K. & Hawk Jr., L. W. (2010). Self-regulation in ADHD: The role of error processing. *Clinical Psychology Review*, 30(8), 951-961.
- Shiels, K., Tamm, L., & Epstein, J. N. (2012). Deficient post-error slowing in children with ADHD is limited to the inattentive subtype. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 18(3), 612-617.
- Solanto, M. V., Etefia, K., & Marks, D. J. (2004). The utility of self report measures and the continuous performance test in the diagnosis of ADHD in adult. *CNS Spectrums*, 9, 649-659.
- Spinelli, S., Vasa, R. A., Joel, S., Nelson, T. E., Pekar, J. J., & Mostofsky, S. H. (2011). Variability in post-error behavioral adjustment is associated with functional abnormalities in the temporal cortex in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 808-816.
- Steinborn, M. B., Flehmig, H. C., Bratzke, D., & Schroter, H. (2012). Error reactivity in self-paced performance: Highly-accurate individuals exhibit largest post-error slowing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65, 624-631.
- Ullsperger, M., Volz, K. G., & von Cramon, D. Y. (2004). A common neural system signaling the need for behavioral changes. *Trends Cognitive Science*, 8, 445-446; author reply, 446-447.
- Van De Boorde, S., Roeyers, H., & Wiersema, J. R. (2010). Error monitoring in children with ADHD or reading disorder: An event-related potential study, *Biological Psychology*, 84, 176-185.
- White, A. (2007). Inhibitory control of proactive interference in adults with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 11(2), 141-149.
- Wiersema, J. R., van der Meere, J. J., Roeyers, H. (2009). ERP correlates of error monitoring in adult ADHD. *Journal of Neural Transmission*, 116, 371-379.
- Yordanova, J., Kolev, V., Alvrecht, B., Uebel, H., Banaschewski, T., & Rothenberger, A. (2011). May posterror performance be a critical factor for behavioral deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder? *Biological Psychiatry*, 70, 246-254.

1 차원고접수 : 2015. 05. 07

수정원고접수 : 2015. 07. 28

최종게재결정 : 2015. 07. 28

Characteristics of post-error behavior in adult ADHD tendency

Sangil Lee

Shinchul Byoun

Mun-Seon Chang

Ho-Wan Kwak

Kyungpook National University

This study examined post-error behavior in adult ADHD tendencies based on self-monitoring deficit, and relationship between characteristics of post-error behavior and adults ADHD symptoms. We have measured general performance(response time, omission and commission errors) and post-error slowing based on response time and accuracy while accomplishing a continuous performance test(CPT), also we newly suggested that the goal recovery performance indices. Next, we have compared performance of participants between post-error behavior and executive function indices to examine whether the post-error behavior indices could be useful or not. As results, in general performance in a CPT, there was only a significant difference in a mean of response time index. In contrast, in the post-error performance indices, there were significant difference in the post-error slowing and the recovery of goal performance indices. Normal controls showed more slow response time as a correct trial after error than ADHD tendencies, and more slow response time during the recovery. Interestingly ADHD tendencies showed more short recovery time than normal controls. Next, There were significant negative correlations in nearly all indices between the post-error behavior indices and CAARS-K scale indices. There were significant correlations between the post-error behavior indices and change blindness(CB) and inhibition of return(IOR) indices, especially, many indices showed significant correlations with the amount of IOR. In addition, the result of a discriminant analysis showed that indices from the post-error behavior have significant discrimination function and discriminant loading. Taken together, the result of the present study may be useful in understanding the characteristic of the post-error behavior and symptom of self-monitoring process in adults with ADHD tendency. Finally, these mean that the post-error behavior can have high possibility of utilizing in the more sensitive neuropsychological task.

Key words : Adult ADHD, post-error behavior, continuous performance test, executive function