

성인 ADHD 성향군의 억제결함: 안구운동 연구

박 지 연	장 문 선	곽 호 완 [†]	박 형 규
영남대학교의료원 정신건강의학과	경북대학교 심리학과		한국교통안전공단

본 연구는 안구운동측정을 이용하여 실험 과제들을 수행하는 성인 ADHD 성향군이 억제능력의 결함과 안구운동패턴에서 유의한 차이를 지니고 있는지 알아보려고 하였다. 연구 1에서는 실행기능의 억제 측정에서 대표적인 인지 과제 '스트롭 과제'를 안구운동장비에 사용가능하도록 수정하여 사용하였다. 연구 2에서는 연구 1에서 사용한 '스트롭 과제'를 수정하여 스트롭 과제가 제시되기 전 선행 자극으로 점화 단서를 제시한 '점화 단서-스트롭 과제'를 시행하였다. 분석 결과, 연구 1에서는 성인 ADHD 성향군이 통제군과 비교하여 자극에 대한 평균반응시간에서 유의한 수준의 차이를 나타냈으며 동공크기, 응시점 수에서는 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구 2에서는 ADHD 성향군이 모든 과제에서 통제군보다 느린 평균 반응시간을 나타냈으며 통제군이 관련-불일치 자극과 비관련-불일치자극에서 유의한 차이를 나타냈다. 이러한 결과들은 성인 ADHD 성향군이 실행기능 중 억제능력의 결함으로 인하여 자극 탐색을 효율적으로 하지 못하는 것과 관련이 있다. 즉, 성인 ADHD 성향군은 제공되는 정보를 선택적으로 처리하고 지속적으로 주의 유지와 철회하는 것에 어려움을 경험하고 있는 것을 의미한다. 종합적으로 볼 때, 본 연구의 결과들은 성인 ADHD 주요 특성 중 억제능력 결함이 정보처리에 미치는 영향과 성인 ADHD의 안구운동 패턴에 대한 유의미한 차이를 확인하였다. 이에 따라 본 연구의 결과는 성인 ADHD의 증상과 특성을 이해하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

주요어 : 성인 ADHD, 실행기능, 스트롭 과제, 점화 단서, 안구운동

* 본 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 수정·보완하였음.

[†] 교신저자(Corresponding Author) : 곽호완 / 경북대학교 사회과학대학 심리학과 / (41566) 대구광역시 북구 산격동 1370번지 / E-mail: Kwak@knu.ac.kr

주의력결핍 과잉행동 장애(Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: 이하 ADHD)는 아동기 장애 중 하나로 과활동성(hyperactivity), 충동성(impulsivity), 운동 지속성 장애(motor inperistence)를 비롯한 다양한 양상의 주의결함을 가지는 것을 특징으로 한다(Barkley, 1997). 주로 ADHD로 진단받은 아동기의 환자는 부주의, 과잉행동, 충동적인 행동과 같은 일차적인 증상들뿐만 아니라 이러한 증상으로부터 유발된 학업장애나 또래관계 및 가족관계에서의 다양한 문제를 경험하는 것으로 보고되었다(Cantwell, 1996). 과거에는 이러한 아동기 ADHD는 아동기를 지나면서 뇌 발달 및 신체의 성장과 함께 자연스럽게 치유된다는 일련의 주장과 함께 큰 문제로 인식되지 않았다. 하지만 그러한 주장과는 다르게 현재 학계에서는 아동기에 ADHD 진단을 받은 환자 중 성인이 된 후에도 ADHD의 주 증상을 지속적으로 보이는 비중이 30~50%에 달하는 것으로 보고 있으며, 과잉행동과 충동성 등 외현적 증상들은 점차 감소하더라도 부주의와 같은 내재적 증상이 생애 전반에 걸쳐 나타나고 있다(안재순, 김정민, & 정하나; Arnsten, & Rubia, 2012; Weyandt, Oster, Gudmundsdottir, DuPaul, & Anastopoulos, 2016). 또한 성인 ADHD는 조직화, 자기관리 및 집중력의 결함으로 학업 장면에서의 어려움을 겪는 것으로 나타났으며 대학을 입학한 경우, 학점이 낮거나 졸업을 하지 못하는 비율이 높은 것으로 보고되었다(김상현, & 이봉건, 2015; Advokat, Lane, & Luo, 2011; Frazier, Glutting, Youngstrom, & Watkins, 2007). 이는 아동기 ADHD는 성장과정에서 자연스럽게 치유되지 않는다는 것과 성인 ADHD의 문제가 전 생애에 걸친 문제로 파생될 수 있음을 시사한다.

현재 미국에서 성인 ADHD의 유병률은 4-5%에 이르고(Bálint, Bitter, & Czobor, 2014; Faraone, Biederman, Doyle, Murray, Petty, Adamson, & Seidman, 2006), 미국의 대학생의 약 2-8%가 임상적 수준의 ADHD에 속하는 것으로 추산되고 있다(DuPaul, Weyandt, O'Dell, & Varejao, 2009). 한편, 국내에서도 건강보험심사평가원의 질병 통계(2013, 2017)에 따르면 20대 이상 성인 중 ADHD로 진단을 받은 환자의 수는 2012년 2,342명에 불과하던 것이 2016년에는 5,567명으로 급격한 증가 추세를 보였다. 이와 같이 성인 ADHD 진단의 급격한 증가로 인해 국외에서는 대표적인 정신과 장애 분류인 DSM 초기 버전에서 아동 ADHD와 관련된 지침만을 제공한 것과 달리 DSM-IV에서는 성인 ADHD에 대해 처음으로 언급하기 시작하였고 최근에 개정된 DSM-5(American psychiatric Association[APA], 2013)에서는 ADHD를 더 이상 아동기에 국한된 장애가 아닌 성인기까지 지속되는 장애로 간주하여, 17세 이상의 성인 진단 기준에 대한 내용을 새롭게 추가 하였다. 이와 맞춰 국내에서도 2016년 9월부터 ADHD 치료제의 건강보험 적용대상이 기존 7세-18세에서 65세까지로 확대하였다(Korea Ministry of Health and Welfare, 2016). 이러한 흐름에도 불구하고 국내외에서의 성인 ADHD에 대한 연구가 부족한 실정이다. 현재 대부분의 정신건강의학과에서 아동 ADHD 진단에는 공인된 신경심리검사가 있지만 성인 ADHD 진단에는 환자의 보고와 자기보고식 검사만을 사용하고 있다. 이에 따라 성인 ADHD를 정확히 이해하고 진단하기 위한 선행 연구를 바탕으로 성인 ADHD 증상을 연구하는 것이 필요하다.

ADHD의 초기 연구에서는 주로 아동

ADHD를 대상으로 ADHD의 주요 특징인 주의력 결핍과 관련된 연구만을 중점적으로 하였다. 하지만 이후 연구에서 주의력을 포괄하는 상위 영역인 실행 기능의 이상이 ADHD와 관련이 높을 것이라는 가설이 설득력을 얻음에 따라 실행기능과 관련된 검사와 연구가 시행되었다(정진영, 장문선, & 곽호완, 2008; Barkley, 1997; Nigg J. T., Stavro, G., Ettenhofer, M., Hambrick, D. Z., Miller, T., & Henderson, J. M., 2005). 실행기능(Executive function)은 고차원적 인지기능으로 뇌의 전두엽(Frontal lobe)이 중요한 역할을 하고 있으며, 계획(planning), 작업기억(working memory), 주의(attention), 억제(Inhibition), 자기조절(self-regulation) 등을 포함하는데(Weyandt, Oster, Gudmundsdottir, DuPaul, & Anastopoulos, 2016), 대표적인 실행기능검사로 는 위스콘신 카드 분류 검사(Wisconsin Card Sorting test; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtis, 1993), 스트룹 검사 Stroop test; Jensen & Rohwer, 1966; MacLeod, 1991; Stroop, 1935), 단어유창성검사(Strauss, Sherman, & Spreen, 2006), 지속 수행 검사(Continuous Performance Test), 선추적 검사(Trail Making Test) 등이 있다. 이러한 흐름에서 신경심리학 분야에서는 ADHD와 실행기능을 대상으로 하는 연구가 이루어져 왔고(서보경, 2012; 정진영, 장문선, & 곽호완, 2008; Dibbets, P., Evers, E. A., Hurks, P. P., Bakker, K., & Jolles, J., 2010; Nam, Nam, & Baik, 2015), 그 결과 최근에는 ADHD가 실행기능 중에서도 억제의 결함과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고가 되었다(Polner, Aichert, Macare, Costa, & Ettinger, 2015).

억제(Inhibition)는 실행기능의 핵심 요소 중 하나로 단일적인 개념이라기보다 다차원적인 개념으로 사용되고 있으며 많은 선행 연구에

의해서 억제의 기제들에 대해 연구가 되었다. 최근 연구에서는 억제의 하위 요인을 인지적 억제와 행동적 억제로 구분하고 있다. 행동적 억제는 충동 조절과 외현적 행동을 억압하는 운동반응을 의미하고, 인지적 억제는 이전에 활성화되었던 과제와 관련이 없는 정보에 대한 인지적인 내용과 과정을 억제하는 것을 의미한다(Harnishfeger, 1995; Kipp, 2005). 대표적인 행동적 억제 과제는 정지신호과제(Stop signal test), 반응-비반응 과제(Go-No-Go test)가 있고 인지적 억제 과제는 스트룹 과제 Stroop task와 수반자극 과제(Flanker task)가 있다(Lee, Kim, & Hong, 2004). 하지만 억제를 측정하는 대부분의 과제들이 성인 ADHD를 진단하는 도구로서는 유용성이 부족하고 상반된 연구결과를 나타냈다(서보경, 2012; 정진영, 장문선, & 곽호완, 2008; Corbett & Stanczak, 1999; Lovejoy D. W., Ball, J. D., Keats, M., Stutts, M. L., Spain, E. H., Janda, L., & Janusz, J., 1999; Müllle, Gimbel, Keller-Pließnig, Sartory, Gastpar, & Davids, 2007; Perlstein, Carter, Barch, & Baird, 1998; Taylor & Miller, 1997; Walker, Shores, Trollor, Lee, & Sachdev, 2000).

이러한 이유로 억제에 관한 성인 ADHD 연구 도구로 점화 과제(Priming task)와 관련된 연구도 이루어졌다. 점화(Priming)는 선행자극(Priming)과 후행자극(Probe)의 관련성에 따라 후행자극이 더 빨리 처리되기도 하고 더 느리게 처리되기도 하는 현상을 일컫는다. 여기서 점화를 정적 점화(Positive Priming)와 부적 점화(Negative Priming)로 나누어 볼 수 있는데, 정적 점화는 후행자극과 비슷하거나 같은 자극이 먼저 제시되었을 때 후행자극을 처리하는데 걸리는 시간이 빨라지는 것을 의미하고, 부적 점화는 선행자극에서 무시되어야 했던

자극이 후행자극으로 다시 제시 될 때 후행 자극의 평균반응시간이 느려지는 현상을 의미한다. 이때 반응시간이 느려지는 현상을 억제라고 부르며 이를 통해 불필요한 자극을 얼마나 잘 통제할 수 있는지 측정할 수 있다(Garavan, Ross & Stein, 1999). 그러나 점화와 관련한 과제 도구에서도 날자 맞추기 과제(letter-matching task), 어휘판단 과제(lexical decision)에서는 실험군과 대조군 간 억제에서의 유의한 차이가 나타났으나 모양 맞추기 과제(shape matching task)에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Mclaren, 1989; Mclaughlin, 2002; Nigg, Butler, Huang-Pollock, & Henderson, 2002; Ossmann & Mulligan, 2003; Visser, Das Smaal, & Kwakman, 1996).

이와 같은 일관적이지 않은 연구결과로 인해 최근 ADHD의 억제와 관련된 연구에서는 안구운동에 초점을 두고 이와 관련된 연구가 활발히 일어나고 있다(이상일, 장문선 & 곽호완, 2012; Nigg, Butler, Huang-Pollock, & Henderson, 2002). 안구운동측정을 이용한 연구는 다른 연구에서 사용하는 키 반응(key press)보다 뇌의 반응을 통해 즉각적인 반응 측정이 가능하여 측정치의 오염을 최소화 할 수 있는 장점이 있다(Hodgson et al., 2009). 대표적으로 안구운동을 이용한 연구는 안구 운동의 일차적인 기능에 대한 연구로, 안구운동이 실험 참가자의 관심 대상을 파악하는 것이 가능하고, 시각적 장면에서 자신에게 필요한 정보를 얻기 위한 탐색 과정에서 동공의 팽창과 수축을 반복하는 것으로 가정한다. 이를 바탕으로 한 선행 연구에서 안구 운동에서 동공의 크기는 각성 수준과도 관련이 있어서 사람이 정신 활동을 하는 동안 그 일에 몰두하고 있는 지수로 사용이 가능하고 동공의 크기가 난이도

가 높은 과제일수록 효율적으로 정보를 탐색하기 위해 동공의 크기가 증가되는 경향이 있는 것으로 알아냈다(Choe, Blake, & Lee, 2016; Jang, Kim, Lee, & Mallipeddi, 2013). 또 다른 안구운동연구인 도약안구운동(Saccade)을 이용하는 연구에서는 망막을 통해 입력되는 시각적 정보를 시각피질로 전달하여 위치정보와 운동정보들을 배측시각통로를 통해 두정엽과 전두엽으로 보내고 이 때 과제를 수행하는 반응시간은 두정엽과 전두엽과도 관련이 있을 것을 밝혀냈다(Bucci & Seassau, 2012).

이러한 안구운동에 대한 연구들을 바탕으로 ADHD의 선행 연구에 따르면 ADHD는 반사적인(reflexive) 안구운동에는 어려움이 없으나 수의적인(Voluntary) 안구운동에서 어려움을 보이는 것으로 나타났다(Rommelse, Van der Stigchel, & Sergeant, 2008). 대표적으로 ADHD를 대상으로 한 역행적-도약안구운동(anti-saccade) 과제는 화면에 주어지는 목표 자극을 응시하지 않도록 하고 시각적으로 유도되는 방향의 반대편을 응시하도록 지시를 하였으며 ADHD는 통제군보다 자신의 안구운동을 통제하지 못하고 증가된 반응 시간을 보였다(이상일, 장문선, & 곽호완, 2012; Hanisch, Radach, Holtkamp, Herpertz-Dahlmann, & Konrad, 2006; Ross, Olincy, Harris, Sullivan, & Radant, 2000; Olivers, Van Der Stigchel, & Hulleman, 2007). 또한 지속적 응시과제(Prolonged fixation task)에서도 ADHD가 통제군보다 지속적으로 응시점을 바라보는 것에 어려움이 있고 도약안구운동이 더 많은 것으로 나타났다(Munoz, Armstrong, Hampton, & Moore, 2003). 하지만 ADHD를 대상으로 한 안구운동 연구에서 대부분 반응시간과 오류율에 대해서만 연구를 하였고, 안구운동장치를 사용하여 즉각적으로 측정 가능

한 동공의 크기나 응시점의 수에 대한 연구는 미비한 것으로 나타났다(이상일, 장문선, & 곽호완, 2012; Hanisch, Radach, Holtkamp, Herpertz-Dahlmann, & Konrad, 2006; Ross, Olincy, Harris, Sullivan, & Radant, 2000; Olivers, Van Der Stigchel, & Hulleman, 2007). 또한 지속적인 응시과제는 자극 탐색 후 찾은 자극에 대해 지속적인 응시를 지시하는 응시점의 수에 대한 과제이지만 국내에서는 이와 관련된 연구가 거의 없는 것으로 나타났다.

종합적으로 본 연구는 국내외 성인 ADHD를 대상으로 한 선행연구들의 제한점을 바탕으로 안구운동 추적 기법을 인지 과제인 스트룹 과제(Stroop task)에 활용하여 아동 ADHD뿐만 아니라 성인 ADHD에게도 억제의 결함이 나타나는지 검증하고 성인 ADHD 특유의 안구 운동 패턴에 대해 연구하고자 한다. 세부적으로 연구 1에서는 스트룹 과제를 사용하여 기존의 key 반응이나 구두로 반응하는 방식에서 벗어나 안구운동장치로 스트룹 효과(Stroop effect)를 확인한 과제를 수정 보완하여(Hodgson, Parris, Gregory, & Jarvis, 2009) 연구할 것이다. 그리고 연구 2에서는 연구 1을 바탕으로 수정된 점화 단서-스트룹 과제(Priming-Stroop task)를 이용할 것이다. 이는 본 연구가 성인 ADHD의 억제능력 결함과 안구운동 패턴을 분석하는 데 유용할 것으로 보여진다.

연구 1. 스트룹 과제에서 ADHD 성향군의 억제능력 결함

본 연구에서는 수정된 스트룹 과제를 안구운동추정기를 사용하여 성인 ADHD 성향군과

일반 성인 사이의 억제능력과 특유의 안구운동 패턴에 대해 알아보하고자 한다.

방 법

연구대상

***대학에서 심리학 관련 과목을 수강 중인 대학생들을 대상으로 Conners 성인 ADHD 평정척도-한국판을 실시하였다. ADHD 반응 비일관성 지표가 8점 이상인 자료를 제외하고 260명의 자료 중 DSM-IV 척도인 DSM-IV 부주의와 DSM-IV 과잉행동-충동성을 합한 점수를 기준으로 성인 ADHD 성향군(T점수=64점, 상위 11.5%), 통제군(T점수=36점, 하위 11.5%)로 분류하였다. 이들 중 전화면담을 통해 참가의사를 밝힌 총 40명(ADHD 성향군: 22명, 통제군 18명)이 실험에 참가하였으며 참가자 중 실험 부적격자와 기기오류를 제외한 총 24명 중 성인 ADHD 성향군 12명(남성 5명, 여성 7명), 통제군 12명(남성 4명, 여성 8명)을 최종 분석에 사용하였다. 참가자들의 평균 연령은 24세(범위 21-30세)였다.

측정도구

Conners 성인 ADHD 평정척도-한국판 (Conners' Adult ADHD Rating Scale-Korea: 이하 CAARS-K)

Conners, Erhardt 및 Sparrow(1999)가 개발한 성인 ADHD 평가척도를 김호영 등(2005)이 변안한 것을 사용하였다. 척도는 0-3점의 평정척도로 CAARS-K는 총 66문항으로 이루어져 있으며, Conners 등이 요인분석을 통해 각 문항

을 4개의 소척도(부주의/기억 문제, 과잉행동/초조함, 정서적 불안정성/충동성, 자기개념의 문제)와 DSM-IV 증상척도 2개(부주의, 과잉행동-충동성 척도), ADHD 지수 척도로 총 7개의 소척도로 구성하였다. 이 외에 일종의 타당화 지수로 비밀관성 지수를 제시하고 있으며, 전체 문항 중 유사한 문항 8쌍을 선정하여 두 문항의 점수차를 계산하여 합산한 값이다. 이 지수의 값이 8점 이상인 경우 반응을 일관성이 낮은 것으로 간주한다(Conners et al., 1999).

안구 운동 기록과 분석(Eye movement recording and analysis)

본 실험의 안구운동 측정에는 Tobii 社의 Tobii 1750 안구운동 측정장치(Eye tracker)를 사용하였다. Tobii 1750 모델은 모니터 하단부에 1개의 적외선 카메라와 5개의 적외선 램프로 실험참가자의 안구움직임을 탐지한다(Tobii technology AB, 2006). Tobii 1750은 초

당 50frame의 시간 해상도와 0.25°의 공간 해상도를 가지고 있으며, 전방 60cm에서 약 30 (W)x15(H)x20(D)cm 정도의 머리 움직임에 대한 문제점을 보완할 수 있는 내부 프로세스를 가지고 있다(Lee, Park, Chang, & Kwak, 2015). Tobii 1750에서 자극의 제시, 측정 및 분석은 Tobii Studio 프로그램을 통해 이루어졌다.

재료 및 과제

스트룹 과제(Stroop task)

실험과제는 스트룹 과제로 안구운동에 사용 가능하도록 하기 위해 수정 보완하여 수정된 스트룹 과제를 만들었다(Hodgson et al., 2009). 화면 중앙에 응시점(+)이 1000ms간 제시된 후, 불일치, 일치, 중립의 과제 중 한 가지가 화면 중앙에 제시된다(그림 1). 실험 참가자는 화면 중앙에 제시된 자극을 보고 자극을 중심으로 상하좌우에 배열된 색 패치 중 인쇄된 색과 동일한 색 패치를 찾아서 바라보면 된다. 그

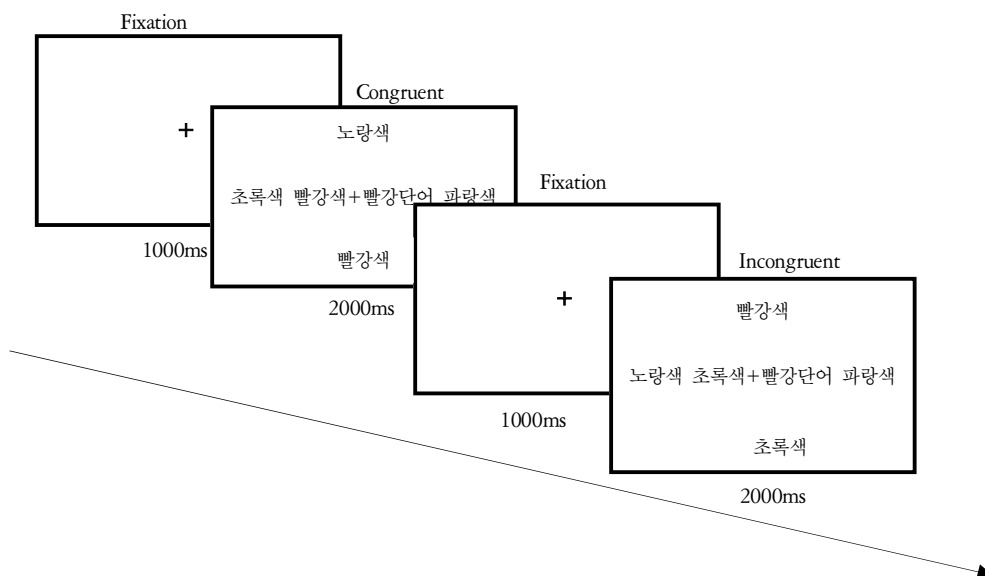


그림 1. 스트룹 과제 시행 절차

리고 응시점이 나타나면, 다시 화면 중앙을 바라보고 앞서 시행한 방법과 동일하게 수행하면 된다. 본 실험에서 사용된 과제는 불일치(incongruent), 일치(congruent), 중립(neutral)으로 구분하여 사용하였다. 화면 중앙에는 4가지 색중 한 가지 색으로 인쇄된 단어(빨강, 파랑, 노랑, 초록)가 나타나고, 그 단어를 중심으로 상, 하, 좌, 우에는 4가지 색 패치(빨강, 노랑, 파랑, 초록)가 무작위로 각각 배치되어 있다. 과제는 인쇄된 단어를 무시하고 인쇄된 색과 동일한 색 패치를 바라보아야 한다. 불일치 과제는 인쇄된 단어와 색칠된 단어가 불일치하는 자극(예: 인쇄된 단어(노랑), 인쇄된 색(파랑))이고, 일치 과제는 인쇄된 단어와 인쇄된 색과 일치하는 자극(예: 인쇄된 단어(노랑), 인쇄된 색(노랑))이다. 마지막으로 중립 과제는 아무런 의미가 없는 문자에 색만 인쇄된 자극(예: 인쇄된 단어(XXXX), 인쇄된 색(파랑))이다.

연구절차

실험은 외부 방해 자극을 최소화한 실험실에서 개별적으로 이루어졌으며, 실험에 앞서 모든 참가자는 본 연구의 절차에 대한 전반적인 설명을 들은 후 실험 참가 동의서를 작성한 후에 실험에 참가하였다. 참가자들은 실험을 시작하기 전에 9개의 무선적인 점을 사용한 시점보정작업(calibration)을 실시하여 일정 수준 이상의 결과를 얻은 후 본 실험을 실시하였다. 실험을 시작하기 전에 실험 참가자에게 화면 중앙에 제시된 단어의 의미를 무시하고 그 단어에 색칠된 색과 동일한 색 패치 방향으로 안구운동으로 자극을 탐색하고 다음 슬라이드로 화면이 바뀔 때까지 제시된 자극

을 지속적으로 응시하도록 지시하였다. 실험은 응시점 제시부터 시작하였으며, 실험 참가자는 6번의 연습 시행을 한 후에 48번씩 총 3회를 시행하여 총 150번을 시행하였다. 실험에 소요된 시간은 약 20분이었다.

실험 설계 및 분석

본 연구의 실험설계는 2(집단: 성인 ADHD 성향군/통제군) \times 3(불일치/일치/중립) 반복측정 혼합설계로 집단을 피험자 간 변수, 자극의 조건을 피험자 내 변수로 설정하였다. 본 실험에서 측정되는 측정치는 정반응률, 전체 응시점수, 평균반응시간, 평균동공크기였다. 정반응은 자극의 상하좌우에 배치된 색 패치의 크기와 동일하게 AOI(Area of interest)로 지정하였고, 표적 화면이 나타나고 AOI범위 안에 처음 응시점이 맺힌 경우에 정반응으로 하였다. 동공크기는 좌, 우측 눈동자를 측정하여 평균을 내었고, 평균반응시간은 표적 화면이 나타나고 정반응을 할 때까지의 시간으로 측정하였다. 응시점수는 전체 화면을 AOI로 설정하여 전체 화면에 생기는 응시점수를 전체 응시점수로 설정하였다. 본 연구에서 모든 자료 분석은 SPSS 21.0을 사용하였다.

결 과

본 연구에서는 참가자들에게 수집한 평균반응시간, 정반응률, 평균동공크기, 전체응시점수, 에 대해 변량분석을 했다. 각 종속측정치들에 대한 평균과 표준편차는 표 1과 같다.

표 1. 스트룹 과제의 기술통계

		Control (n=12)		Adult ADHD Tendency (n=12)	
		M	SD	M	SD
RTs (msec)	incongruent	449.59	56.78	639.31	71.28
	congruent	425.09	32.98	531.15	58.65
	neutral	426.62	40.43	536.38	64.21
CRR (%)	incongruent	98.31	2.83	94.19	6.73
	congruent	99.24	1.56	96.87	3.75
	neutral	99.39	1.24	97.93	3.34
Average Pupil size (mm)	incongruent	5.37	1.02	4.45	.88
	congruent	5.43	1.02	4.30	.80
	neutral	5.37	1.04	4.21	1.08
Total Fixation count (unit)	incongruent	3.22	.93	5.29	1.55
	congruent	3.4	1.08	5.29	2.03
	neutral	3.54	1.21	4.91	1.63

Note. RTs = Response times; CRR = Correct response Rate;

반응시간 분석

스트룹 과제의 각 조건들의 효과를 알아보기 위한 반응시간에 대해 분산분석 ANOVA를 실시한 결과, 집단 간 차이가 유의미 하였고 [F(1, 22) = 43.76, p < .001], 자극 유형에 따라 주효과가 유의미하였다[F(2, 44) = 37.62, p < .001]. 또한, 집단과 자극 유형 간의 상호작용 효과[F(2, 44) = 15.06, p < .001]가 유의미 하였다. 이는 성인ADHD 성향군과 통제군이 평균반응시간에서 유의미한 차이를 보이고 성인 ADHD 성향군(M = 544.45)이 통제군(M = 478.12)에 비해 느린 평균반응시간을 나타냈음을 의미한다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 스트룹 과제에서 자극 유형에 따라 집단 간의

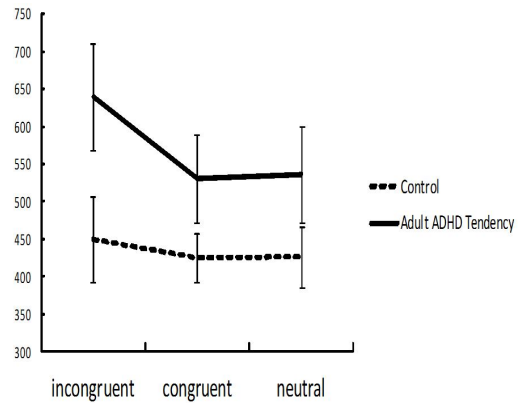


그림 2. 집단 간의 평균반응시간(msec)

단순일차 상호작용 효과를 검정 결과, 불일치 자극에서 집단 간의 차이[F(1, 22) = 52.00, p < .001]와 일치 자극에서 집단 간의 차이[F(1,

22) = 29.81, $p < .001$]가 통계적으로 유의하게 나타났다. 마지막으로 중립 자극에서 집단 간의 차이[F(1, 22) = 25.11, $p < .001$]가 통계적으로 유의하게 나타났다.

정반응률 분석

스트룹 과제에서 각 집단별 정반응률을 알아보기 위해 분산분석을 실시하였고, 측정치는 각 자극별 전체 시행 수에서 틀린 시행수의 비율(%)를 사용하였다. 정반응률에 대한 분산분석 결과, 집단 간 차이가 유의미 하였고 [F(1, 22) = 5.03, $p < .05$], 자극 유형에 따라 차이가 유의미하였다[F(1, 22) = 4.76, $p < .05$]. 하지만, 집단과 자극 유형간의 상호작용은 나타나지 않았다.

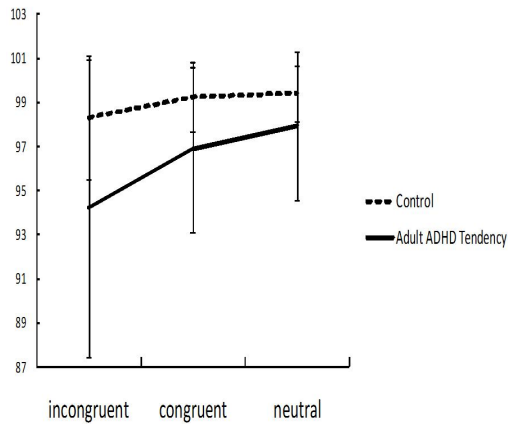


그림 3. 성인 ADHD와 통제군 간의 정반응률(%)

동공크기 분석

스트룹 과제에서 성인 ADHD 성향군과 통제군 사이의 평균동공크기의 차이를 알아보기 위해 분산분석을 실시하였고 측정치는 실험 참가자가 과제 수행 과정에서 목표 자극을 찾

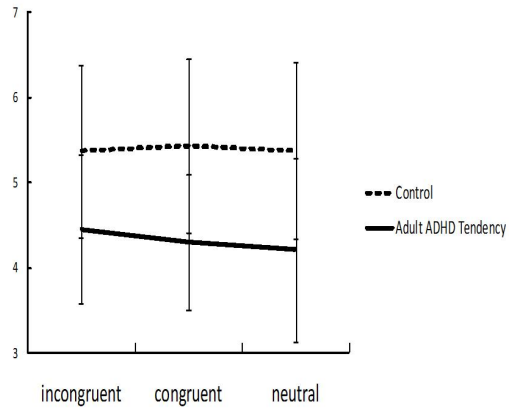


그림 4. 집단 간의 동공 크기(mm)

았을 때, 좌측과 우측 동공에 측정된 동공크기의 평균이다. 동공크기에 대한 분산분석 결과, 집단 간 차이가 유의미 하였다[F(1, 22) = 7.58, $p < .05$]. 하지만, 자극 유형과 집단과 자극 유형간의 상호작용은 나타나지 않았다.

응시점수 분석

스트룹 과제에서 성인 ADHD 성향군과 통제군 사이의 응시점수의 차이를 알아보기 위해 분산분석을 실시하였다. 응시점수에 대한

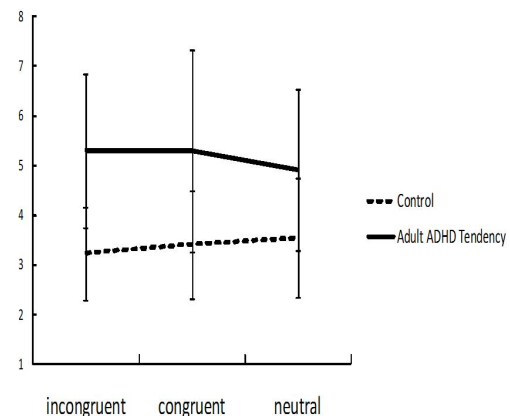


그림 5. 집단 간의 응시점수(unit)

분산분석 결과, 집단 간 차이가 유의미 하였다[F(1, 22) = 9.89, p < .05]. 하지만, 자극 유형과 집단과 자극 유형간의 상호작용은 나타나지 않았다. 이는 통제군에 비하여 성인 ADHD 성향군이 응시점수가 더 많은 것을 의미한다. 즉, 성인 ADHD 성향군이 통제군에 비하여 자신의 안구의 움직임을 조절하고 통제하는 것이 더 어려운 것을 의미한다.

연구 2. 점화 단서 - 스트룹 과제에서 ADHD 성향군의 억제능력 결함

연구 1에서는 화면 중앙에 나타나는 단어의 의미를 무시하고 인쇄된 색을 바라보는 억제를 실험하였고 억제의 결함이 관찰 되었다. 하지만 선행 연구에서는 스트룹 과제를 이용하여 억제능력에 어려움이 있고 이러한 억제의 어려움이 정보 처리에 영향을 미쳐서 처리 속도가 저하되는 것을 확인하였다. 이에 따라 연구 2에서는 스트룹 과제의 선행 자극으로 과제 관련 자극과 과제 비관련 자극을 점화 단서로 제시하여 성인 ADHD 성향군이 과제 수행에 필요한 정보를 처리하는 방식과 억제의 유지와 철회에 있어서도 어려움이 있는지에 알아보려고 신경심리학적 과제의 투입을 하였다. 따라서 본 연구에서는 화면 중앙에 색이 없는 인쇄된 단어를 제시하는 슬라이드를 점화 단서로 제시하고 이후 제시되는 슬라이드에서 화면 중앙에 제시된 인쇄된 단어를 무시하고 인쇄된 색과 동일한 색 패치 방향으로 안구운동을 해야 하는 실험을 시행하였다.

방 법

연구대상

연구 1과 동일하다.

측정도구

Conners 성인 ADHD 평정척도-한국판 (Conners' Adult ADHD Rating Scale-Korea: 이하 CAARS-K)

연구 1과 동일하다.

안구 운동 기록과 분석(Eye movement recording and analysis)

연구 1과 동일하다.

재료 및 과제

점화 단서-스트룹 과제(Priming-Stroop task)

본 과제는 연구1에서 사용한 과제를 수정하여 사용하였다. 이 과제에서 제시되는 점화 단서는 다음 슬라이드에 찾아야하는 목표 자극과 관련된 자극과 비관련 자극으로 구성되어 있으며 이에 따라 다음 슬라이드에 제시되는 스트룹 과제의 반응에 얼마나 신속하고 정확하게 반응하는지 알아보는 실험이다(그림 2). 점화 단서는 2종류로 후행자극에서 실험 참가자가 찾아야할 자극과 관련된 자극과 비관련 자극으로 구성되었다. 점화 자극은 실험 참가자가 찾아야할 자극을 미리 알려주는 단서가 될 수도 있고 아닐 수도 있기 때문에 실험 참가자는 미리 제시되는 점화 단서에서 제시된 정보를 주의를 기울이고 억제를 유지하고 표적 자극에 대해 탐지해야 한다. 즉, 관련 자극에서 제시되는 점화 단서는 다음 슬라이드에서 제시되는 스트룹 과제의 표적자극이 적혀

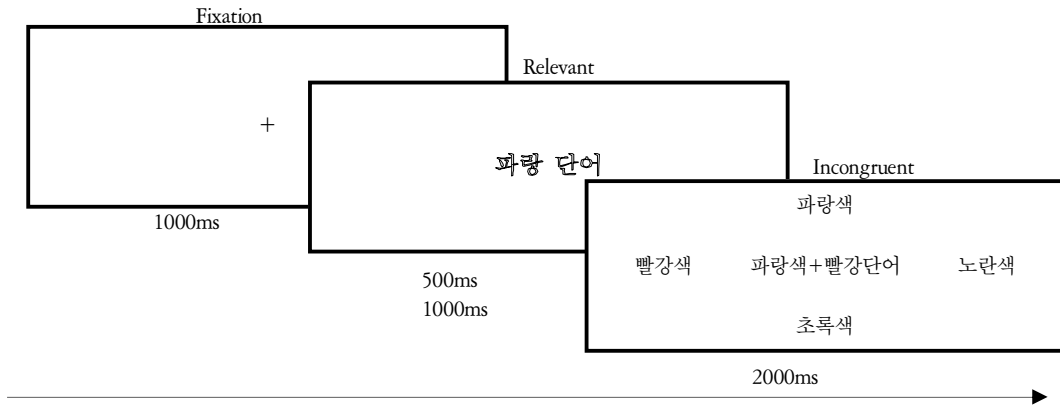


그림 6. 점화 스트룹 과제 절차

있고, 비관련 자극에서 제시되는 점화 단서는 다음 슬라이드의 표적자극과 무관한 자극이 적혀있다. 스트룹 과제는 연구 1과 동일하게 과제 종류에 따라 불일치(incongruent), 일치(congruent)로 구분하여 사용하였다. 화면 중앙에는 4가지 색중 한 가지 색으로 인쇄된 단어(빨강, 파랑, 노랑, 초록)가 나타나고, 그 단어를 중심으로 상, 하, 좌, 우에는 4가지 색 패치(빨강, 노랑, 파랑, 초록)가 무작위로 각각 배치되어 있다. 과제는 인쇄된 단어를 무시하고 인쇄된 색과 동일한 색 패치를 바라보아야 한다.

연구절차

연구 1과 동일하다.

자료분석

본 연구의 실험설계는 2(집단: 성인 ADHD 성향군/통제군)x2(점화단서: 관련/비관련)x2(자극: 불일치/일치)x2(SOA: 500/1000msec)로 반복 측정 혼합설계로 집단을 피험자 간 변수, 단

서, 자극, SOA를 피험자 내 변수로 설정하였다. 본 실험에서 사용한 종속측정치는 평균반응시간으로 분석방법은 연구 1과 동일하다. 본 연구에서 모든 자료 분석은 SPSS 21.0을 사용하였다.

결 과

본 연구에서는 참가자들에게 수집한 평균반응시간에 대해 변량분석을 하였으며 각 종속 측정치들에 대한 평균과 표준편차는 표 1과 같다.

반응시간 분석

본 연구에서는 참가자들에게 수집한 반응시간에 대해 변량분석과 단순 주효과 및 단순단순 주효과를 수행하였다. 본 연구에서 나타난 집단별 평균 반응시간은 표 2와 같다. 평균반응시간에 대한 분산분석 결과, 집단 간 차이가 유의미 하였고($F(1, 22) = 99.14, p < .001$), SOA에 따라 주효과가 유의미하였다($F(1, 22)$

표 2. 점화-스트룹 과제의 기술통계

Priming-Stroop-SOA	Control (n=12)		Adult ADHD Tendency (n=12)		
	M	SD	M	SD	
RTs (msec)	Relevant-Incongruent-1000	433.82	36.56	539.96	81.24
	Relevant-Incongruent-500	498.18	78.39	556.29	66.55
	Relevant-congruent-1000	360.36	29.98	480.13	40.30
	Relevant-congruent-500	366.35	33.10	495.49	29.42
	Irrelevant-Incongruent-1000	405.46	43.42	559.55	65.20
	Irrelevant-Incongruent500	414.53	39.92	574.14	73.39
	Irrelevant-congruent-1000	359.40	28.07	494.23	37.21
	Irrelevant-congruent-500	377.86	35.31	507.09	38.36

Note. RTs = Response times

= 16.52, $p < .001$]. 그리고 자극에 따라 주효과가 유의미 하였고[F(1, 22) = 70.91, $p < .001$], 단서와 자극에 따라 주효과[F(1, 22) = 4.49, $p < .05$]가 유의미하였다. 또한, 집단과 단서 유형[F(1, 22) = 9.33, $p < .01$], 집단에 따라 단서와 자극[F(1, 22) = 6.61, $p < .05$]의 상호작용효과가 유의미하게 나왔다. 평균 반응시간에 대한 분산분석 결과, 집단 간 차이가 유의미 하였고[F(1, 22) = 99.14, $p < .001$], SOA에 따라 주효과가 유의미하였다[F(1, 22) = 16.52, $p < .001$]. 그리고 자극에 따라 주효과가 유의미 하였고[F(1, 22) = 70.91, $p < .001$], 단서와 자극에 따라 주효과[F(1, 22) = 4.49, $p < .05$]가 유의미하였다. 또한, 집단과 단서 유형[F(1, 22) = 9.33, $p < .01$], 집단에 따라 단서와 자극[F(1, 22) = 6.61, $p < .05$]의 상호작용효과가 유의미하게 나왔다. 집단과 점화 단서의 상호작용을 구체적으로 알아보기 위해 단순일차 상호작용을 분석한 결과, 관련 단서에서 두 집단의 차이가 유의미하였으며

[F(1, 22) = 59.91, $p < .001$], 비관련 단서에서도 두 집단의 차이가 유의미 하였다[F(1, 22) = 93.92, $p < .001$]. 또한, 통제군은 단서에 따른 차이가 유의하지 않았으나, ADHD는 단서에 따른 차이가 유의하였다[F(1, 22) = 6.83, $p < .05$]. 집단과 점화 단서, 자극의 상호작용 효과를 구체적으로 알아보기 위하여 단순 일

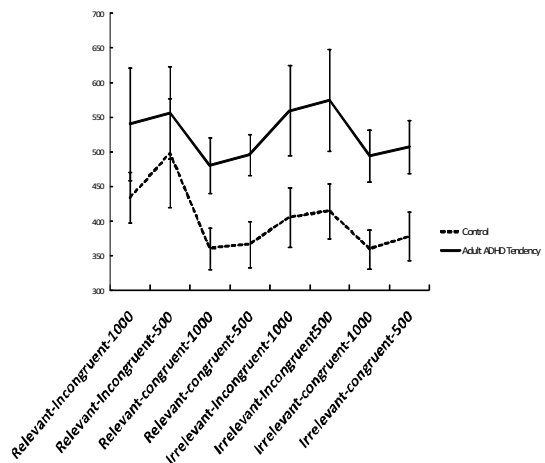


그림 7. 집단 간의 자극 간 평균 반응 시간(msec)

차 상호작용을 분석한 결과, 집단과 점화 단서의 단순상호작용 효과의 경우 불일치 조건에서 유의미 하였고[F(1, 22) = 9.28, $p < .01$], 집단과 자극의 단순상호작용 효과는 두 조건 모두에서 유의미 하지 않은 것으로 나타났다. 단서와 자극의 단순상호작용 효과는 통제군에서 유의미하였고[F(1, 22) = 10.19, $p < .01$], ADHD에서는 유의미 하지 않았다. 단순단순 주효과의 통계적 유의성을 검증한 결과, 단서의 단순단순 주효과가 통제군의 불일치 조건에서 나타났다[F(1, 22) = 7.02, $p < .05$]. 그리고 자극의 단순단순 주효과가 자극의 모든 조건에서 유의미하게 나타났다. 이것은 모든 집단에게서 스트룹 효과가 나타났다는 것을 의미한다.

논 의

본 연구는 성인 ADHD 성향군의 실행기능 중 억제능력 결함을 알아보려고 하였다. 이를 위해 성인 ADHD 성향군을 대상으로 억제능력의 결함을 측정하는 인지 과제인 스트룹 과제를 실시하였다. 본 연구의 결과를 요약하고 논의하면 다음과 같다.

연구 1에서는 첫째, 스트룹 과제 수행에 대한 평균반응시간의 분산분석결과, 집단 간 주효과와 자극 유형 간 주 효과가 나타났으며, 집단과 자극유형 간의 상호작용 효과가 나타났다. 상호작용 효과를 구체적으로 살펴보기 위한 단순 주 효과 분석 결과, 집단 간 반응시간의 단순 주 효과 검정과 자극 간 반응시간의 단순 주 효과 검정에서 유의한 차이를 보였다. 이에 따른 단순대비 결과, 집단에 관계없이 불일치 자극에 대한 반응시간이 일치

자극과 중립자극에 대한 반응시간보다 느린 것으로 나타났으나 일치 자극과 중립 자극에서도 성인 ADHD 성향군이 느린 반응을 나타냈다.

일반적으로 스트룹 효과는 단어정보와 색채정보 간의 반응경합으로 설명되고 있다(Diamond, 2013; Egner & Hirsch, 2005). 이러한 설명을 기반으로 본 연구결과를 해석하면 다음과 같다. 성인 ADHD 성향군에게 자동적 반응이 일어나는 자극과 과제 수행을 위해 해야 하는 자극인 불일치 자극을 화면에 주어지면 이 단어의 색상 정보와 함께 의미정보가 자동적으로 활성화 된다. 이 때 실험 참가자는 올바른 수행을 위해서는 단어의 의미를 무시하고 색상정보만 선택적으로 처리하여야 하지만, 성인 ADHD 성향군은 전두엽 실행기능에서 억제능력 결함으로 인하여 자동적으로 활성화 되는 단어의 의미정보를 무시하지 못하고 단어의 의미정보와 관련된 자극을 쳐다보게 된다. 이러한 점은 불일치 자극이 다른 자극들에 비해 유의한 차이를 나타낼 것이라는 본 연구의 가설을 지지하였다. 하지만 본 연구에서는 성인 ADHD의 성향군이 일치 자극과 중립 자극에서도 통제군에 비해 유의한 차이를 나타내었다. 이는 억제와 처리속도 간의 관계와 관련된 연구(Dumas, & Nielsen, 2001; McAuley, & White, 2011; Span, Ridderinkhof, & van der Molen, 2004)에서 억제의 어려움은 작업 기억의 정보와 관련된 정보를 선택하고 관련이 없는 정보에 대해 무시하는 것을 어렵게 하며 정보 처리의 효율성이 저하시키는 것과 관련된 것으로 보인다. 즉, 억제의 어려움은 주어진 정보에 대한 선택적 처리를 어렵게 하고 처리속도를 느리게 만든다는 것이다. 이에 따라 본 실험 과제가 기존의 실험 과제처럼

불일치 자극, 일치 자극, 중립 자극을 나누어서 순차적으로 제시하지 않고 자극을 무선회(randomization)하여 제시한 것이 기존의 스트룹 과제 보다 과제에 대한 정보를 이용한 선택적 처리의 어려움을 경험하게 만들고 전반적인 처리 속도의 지연이 나타난 것으로 보인다. 이는 성인 ADHD 성향군이 일반인보다 억제 능력에 결함이 있는 것을 의미하며, 본 연구의 가설을 지지하였다(Lovejoy et al., 1999; Young, 2006).

둘째, 스트룹 과제 수행에 대한 정답률을 분석한 결과, 집단의 주효과와 자극의 주효과가 통계적으로 유의하게 나타났다. 집단에 따른 주효과 분석에서 성인 ADHD 성향군이 통제군보다 모든 자극에서 더 낮은 정답률을 나타냈으며, 자극 유형에 따른 주효과 분석에서는 불일치 자극이 가장 낮은 정답률을 보였다. 이는 성인 ADHD 성향군이 일반인보다 인지적 억제에 결함이 있다는 선행연구를 지지한다(Lovejoy et al., 1999; Young, 2006). 스트룹 과제 수행에서 성인 ADHD 성향군이 통제군보다 낮은 정답률을 보이는 것은 실행기능에서 억제능력의 결함으로 인하여 나타나는 ADHD의 증상인 부주의로 인하여 지속적인 과제 수행의 어려움을 의미하며, 제시되는 정보의 습득과 처리가 어려운 것을 시사한다. 이러한 결과는 본 연구의 가설을 지지하였다.

셋째, 스트룹 과제 수행에 대한 응시점수와 동공크기를 분석한 결과, 집단의 주효과가 통계적으로 유의하게 나타났다. 집단에 따른 주효과 분석에서 성인 ADHD 성향군이 통제군보다 많은 응시점 수와 작은 동공크기를 나타냈다. 이는 안구운동에서 동공크기가 자율신경계 활동의 지표와 더불어 심리적 처리과정과 인지적 활용의 자원 요구에 대한 지표로

활용된다는 점과 응시점수와 동공크기는 자율신경계의 활성화와 관련되어 인지적 과제를 처리하는 자원과도 관련이 있다는 점(Eldar Cohen, & Niv, 2013; Hoecks & Levelt, 1993)을 감안하면, 이는 결론적으로 성인 ADHD 성향군이 정보를 습득하고 과제를 수행하는데 일반인보다 주의력이 낮으며 자신의 안구운동 통제가 어렵다는 것을 시사한다.

연구 2에서는 첫째, 점화 단서-스트룹 과제 수행에 대한 평균반응시간의 분산분석결과, 집단 간 주 효과가 나타났으며, 집단과 점화 단서 유형 간의 상호작용 효과가 나타났다. 먼저, 집단과 점화 단서 유형 간의 상호작용 효과를 구체적으로 살펴보기 위한 단순 주 효과 분석 결과, 단서 유형에 따른 집단 간 반응시간의 단순 주 효과 검정에서 단서에 관계 없이 집단 간 유의미한 차이가 나타났으며, 단서 유형에 따른 집단 내 반응시간의 차이에서는 통제군에서는 유의미한 차이가 나지 않았지만, 성인 ADHD 성향군에서 유의미한 차이가 나타났다. 또한, 집단과 점화 단서, 자극 유형 간의 상호작용이 나타났으며, 집단과 점화 단서, 자극 유형간의 상호 작용 효과를 구체적으로 살펴보기 위한 단순 주효과 분석 결과, 점화 단서와 자극 유형에 따라 통제군에게 유의미한 차이가 나타났다. 이러한 차이를 구체적으로 살펴보기 위해 집단과 점화 단서, 자극 유형 간의 단순 주 효과를 분석하였고, 통제군이 불일치 자극에서 점화 단서에 따라 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과는 과제 관련 정보와 과제 비관련 정보를 처리에 대한 억제 연구에서 원인을 찾아 볼 수 있다(Fougnie, & Alvarez, 2011; Wolters & Raffone, 2008). 과제와 관련된 정보는 하향식 주의(top-down attention)로 처리가 되

고 과제와 비관련된 자극은 반응을 억제 한다고 하였다. 그렇기 때문에 과제와 관련된 정보는 활성화된 정보를 보유하고 제시된 정보와 결합하여 과제 수행이 더 원활해진다. 하지만, 본 실험에서 통제군의 평균반응시간에서 관련-불일치 자극이 비관련-불일치 자극 보다 느린 평균반응시간이 나타났다. 이는 실험 과제에서 과제와 관련된 정보와 과제와 비관련된 정보가 무작위로 번갈아 나타남으로써 실험 참가자에게 실질적으로 과제와 관련된 정보의 역할을 하지 못 하였다. 그렇기 때문에 실험 참가자들이 본 실험에서 나타난 점화 단서의 정보를 일관적으로 과제와 비관련된 정보를 처리하는 방식으로 정보를 처리하였으며 과제와 관련된 점화 자극도 억제하고 비활성화 한 것으로 보인다. 이에 따라 통제군의 평균반응시간이 관련-불일치 자극에서 유의미하게 느려진 것은 점화 자극에서 제시된 단어를 비관련 정보로 처리하여 반응을 해야 할 자극에 대해 미리 억제하고, 유지했기 때문에 더 느린 반응을 한 것을 의미한다. 하지만, 성인 ADHD 성향군은 통제군과 상반되는 결과를 나타냈다. 이는 성인 ADHD 성향군이 통제군과는 다르게 지속적인 주의를 이용하여 억제된 정보를 유지하고 철회하는 것에 대해 어려움이 있다는 것을 나타낸다. 또한, 성인 ADHD 성향군이 모든 점화 단서에서 통제군보다 느린 평균반응시간을 나타내었는데, 이는 성인 ADHD 성향군이 통제군보다 과제와 관련된 정보에 대해 정보처리의 효율성의 저하를 경험하는 것을 의미한다.

본 실험의 결과를 종합해 보면, 성인 ADHD 성향군은 실행기능에서 억제능력의 결함을 가지고 있으며 억제능력에서 인지적 억제와 행동적 억제 모두에서 문제가 있는 것으

로 나타났다. 더 나아가 이러한 억제의 결함으로 인해 성인 ADHD 성향군은 작업기억에 있는 정보를 처리하는 것에도 다소 어려움을 경험하고 있으며 이러한 점은 동공의 크기와 응시점 수와 같은 생체 신호의 결과와도 일맥상통한다. 이에 따라 성인 ADHD 성향군도 아동 ADHD와 마찬가지로 부주의, 과잉행동/충동성의 증상들을 여전히 가지고 있으며 성인 ADHD 성향군의 억제능력 결함을 측정 할 때, 스트룹 과제가 성인 ADHD의 억제 측정에 한계가 있다고 설명하였지만(Lee et al, 2012), 본 실험에서 사용하였던 안구운동 측정 장비를 통한 스트룹 과제는 기존의 Key press나 구두로 반응하는 과제 수행에 비하여 말초적 과정이 생략되고 중추적인 과정의 반응시간이 측정되었기 때문에 성인 ADHD 성향군과 통제군 사이를 더 민감하게 구분하였다.

본 연구가 가지는 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존의 행동적 반응 측정을 기반으로 한 실험이 아닌 안구운동이라는 생체 신호를 실험 패러다임에 추가하여 성인 ADHD 성향군의 안구 운동에 대해 연구한 점에서 의의가 있다. 안구운동을 이용한 측정은 말초적 지연현상을 최소화하고 반응계획단계에서 처리되는 동작의 세부 구성요소 계획에 소요되는 중추적 처리시간을 알 수 있기 때문에(Lajoie & Frank, 1997) 기존에 이루어진 연구에서 통일되지 않은 연구 결과를 보다 더 정확하고 민감한 연구 결과를 제시 할 것이다. 또한, 성인 ADHD 성향군에게 나타나는 안구 운동에 대한 연구의 수가 부족하고 실험 프로그램을 사용하여 성인 ADHD 성향군의 주요 증상이나 진단적 접근을 위한 연구가 부족했었다. 이에 따라 실험실 상황에서 본 연구에서 안구운동을 이용한 연구에서 얻어진 결과는 보다 큰

의미를 가질 것이다. 둘째, 스트룹 과제를 이용한 과제 수행에서 성인 ADHD 성향군과 일반 성인을 변별하기에 유용한 진단적 측정 도구가 될 수 있다. 특히, 본 실험에서는 높은 학업수준을 유지하고 있는 대학생 성향군을 대상으로 한 실험에서 유의미한 차이를 보였기 때문에 실제 임상적으로 진단된 성인 ADHD 환자를 대상으로 수행할 경우 본 실험과 같은 결합이 나타나 진단적 도구로써 사용이 가능할 것으로 보인다. 또한 기존에 사용된 ADHD 진단용 신경 심리 평가 도구로써 스트룹 과제는 아동용으로는 유용성이 있었지만, 성인용으로는 한계점이 있는 것으로 보고되었다. 하지만, 자극에 대한 반응이 가감 없이 나타나는 안구운동장비를 사용한 본 실험에서 성인 ADHD 성향군의 억제능력의 결합을 볼 수 있었다. 또한, 국내외 모두에서 스트룹 과제를 안구운동으로 측정하는 연구가 부족하였고 이를 임상에 접목하여 사용한 점에서 이전 검사들과는 차이가 있다. 이러한 차이로 기존 연구에서 상반되었던 연구결과로 인해 혼동되었던 ADHD 특성을 이해하고 ADHD를 진단하는데 보조적인 도구로 사용될 가능성을 제시하였다는 점에서 의의를 가진다. 셋째, 점화 단서를 이용한 스트룹 과제의 경우 점화 단서에 따른 성인 ADHD 성향군과 비성향군을 변별하는데 유용하다는 결과를 얻었다. ADHD의 증상의 원인이 억제의 결함이고 부적 점화과제가 인지억제를 측정하는 측정도구 중 하나로 최근 연구가 활발히 이루어진 점을 감안하면 점화 단서를 이용한 실험과제가 ADHD 진단 도구로써 유용성이 있을 것으로 예상된다. 또한, 국내에서는 점화 과제와 관련된 연구가 부족하고 점화 과제를 ADHD와 접목한 연구는 국내외 모두에서 찾기 어렵다.

그러한 점에서 본 연구에서 앞으로 ADHD 진단에 점화 단서에 관한 연구 가능성을 열어두었으며 점화단서를 스트룹 과제 접목하여 안구운동 장비로 측정하는 방법은 새로운 시도란 점에서 의의를 가진다. 넷째, 안구운동을 이용한 스트룹 과제의 유용성을 확인함으로써 기존의 임상 현장에서 스트룹 과제 수행에 장애가 되었던 신체적 혹은 언어적 한계를 가진 환자에게 검사 수행을 할 수 있는 가능성을 열었다. 스트룹 검사는 기존의 연구와 마찬가지로 임상 현장에서도 스트룹 과제를 수행할 때 구두로 반응하는 경우가 많았다. 하지만 스트룹 과제는 대표적인 신경심리 검사로 임상 현장의 여러 검사 도구에 포함 되어 있지만 선천적 혹은 후천적으로 신체적 및 언어적 결함이 생긴 환자에게는 과제 수행이 어려워 검사 수행을 포기하거나 그에 해당하는 환자의 능력을 측정을 할 수가 없었다. 하지만 안구운동을 이용한 스트룹 과제를 이용하면 기존의 방식에서 벗어나 기존의 방식의 한계로 인해 수행하지 못 하였던 환자에게도 검사 수행을 할 수 있어 더 많은 환자를 검사 할 수 있는 가능성을 열게 되었다.

본 연구의 제한점 및 추후 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 표집 집단의 문제이다. 본 연구는 일반 대학생들을 대상으로 하여 상대적으로 높은 ADHD 성향을 가진 대학생 집단을 피험자로 사용하였다. 또한 ADHD의 하위유형을 고려하지 못하였기 때문에, ADHD를 대표하기에는 한계가 있다. 이러한 문제점은 추후 ADHD 임상군을 대상으로 연구를 하고, ADHD 하위유형별 연구를 통해 해결 할 필요가 있다. 둘째, 단서 제시의 문제이다. 본 실험에서 사용된 점화 과제는 과제 관련 정보와 비관련 정보를 이용하는 과제로 인

지적 억제에서 의도적 억제를 유도하는 과제였다. 하지만, 본 과제에서 사용한 점화 단서는 일종의 정적 점화와 부적 점화를 유도하는 과제로 정적 점화와 부적 점화는 자동적 억제를 유도하는 대표적인 과제이다. 그렇기 때문에 본 실험에서 사용되는 과제가 순수하게 의도적 억제를 유도하는 과제라고 보기는 어렵다. 이에 따라 본 실험에서 사용된 점화 단서보다 자동적 억제와 의도적 억제를 더 확실하게 유도할 수 있는 과제가 필요하다. 또한, 본 실험에서 사용된 점화 단서가 과제 관련 정보와 비관련 정보가 무작위로 제시되었기 때문에, 과제 관련 정보가 제시된 점화 과제의 결과가 연구 가설과 다르게 나왔을 가능성이 있다. 그렇기 때문에 후속 연구에서는 점화 단서의 종류를 무작위로 제시하는 것이 아니라, 과제 관련 정보와 과제 비관련 정보가 제시되는 각각의 과제를 만들어서 연구하는 것이 인지적 억제에서 의도적 억제를 측정하기에 더 유용할 것으로 예상된다. 셋째, 기기의 문제이다. 본 연구에서 사용된 Tobii 1750 모델은 이전의 안구운동 추적연구에 사용한 장비들보다 뛰어난 기능을 가지고 있지만, 실험을 진행하는 동안 고개를 거의 움직이지 않고 눈동자만 움직여야 하기 때문에 피로가 높아져 주의력 감소를 통제하지 못하였다. 이러한 문제점은 최근에 출시된 안경 형태의 안구 운동 추적 장치나 고개 움직임을 고정하는 받침대 등을 사용하면 더욱 보완될 것으로 기대된다.

참고문헌

- 건강보험심사평가원 (2013). 2012 질병통계. <http://opendata.hira.or.kr/>에서 2017, 4, 16 자료 얻음.
- 건강보험심사평가원 (2017). 2016 질병통계. <http://opendata.hira.or.kr/>에서 2017, 4, 16 자료 얻음.
- 보건복지부 (2016). 정보 <http://www.mohw.go.kr/>에서 2017, 4, 16 자료 얻음.
- 김상현, & 이봉건. (2015). 성인 ADHD 성향과 대인관계문제의 관계에 대한 자기존중감과 자기지각의 매개효과. *인격교육*, 9(3), 63-78.
- 서보경. (2012). 성인 주의력 결핍 및 과잉 행동 장애 (ADHD) 환자의 실행기능 연구. *한국심리학회지: 일반*, 31(2), 301-321.
- 안재순, 김정민, & 정하나. (2016). ADHD 성향 대학생들을 위한 인지행동치료 프로그램의 개발 및 효과 검증. *한국심리학회지: 건강*, 21(4), 699-718.
- 이상일, 장문선, & 곽호완. (2012). 안구운동추적 과 주의력 신경심리검사를 이용한 성인 ADHD 변별과제 개발. *한국심리학회지: 일반*, 31(4), 1211-1230.
- 정진영, 장문선, & 곽호완. (2008). 성인 ADHD 성향군의 회귀억제와 반응억제 결함. *한국심리학회지: 일반*, 27(1), 179-196.
- Advokat, C., Lane, S. M., & Luo, C. (2011). College students with and without ADHD: Comparison of Self-Report of Medication Usage, Study Habits and Academic Achievement. *Journal of Attention Disorders*, 15(8), 656-666.
- Arnsten, A. F., & Rubia, K. (2012). Neurobiological circuits regulating attention, cognitive control, motivation, and emotion: disruptions in neurodevelopmental psychiatric disorders. *Journal of the American Academy of*

- Child & Adolescent Psychiatry*, 51(4), 356-367.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.
- Bálint, S., Bitter, I., & Czobor, P. (2014). Neurobiological correlates of cognitive flexibility in ADHD-A systematic review of the literature. *Psychiatria Hungarica: A Magyar Pszichiatriai Tarsasag tudományos folyoirata*, 30(4), 363-371.
- Biederman, J., Petty, C. R., Fried, R., Doyle, A. E., Spencer, T., Seidman, L. J., ... & Faraone, S. V. (2007). Stability of executive function deficits into young adult years: a prospective longitudinal follow up study of grown up males with ADHD. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 116(2), 129-136.
- Bucci, M. P., & Seassau, M. (2012). Saccadic eye movements in children: A developmental study. *Exp. Brain Res.*, 222, 21-30.
- Cantwell, D. P. (1996). Attention deficit disorder: a review of the past 10 years. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 35(8), 978-987.
- Choe, K. W., Blake, R., & Lee, S. H. (2016). Pupil size dynamics during fixation impact the accuracy and precision of video-based gaze estimation. *Vision research*, 118, 48-59.
- Conners, C. K., Erhardt, D., & Sparrow, E. P. (1999). *Conners' adult ADHD rating scales (CAARS): technical manual*. North Tonawanda: MHS.
- Corbett, B., & Stanczak, D. E. (1999). Neuropsychological performance of adults evidencing attention-deficit hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14(4), 373-387.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Fougnie, D., & Alvarez, G. A. (2011). Object features fail independently in visual working memory: Evidence for a probabilistic feature-store model. *Journal of vision*, 11(12), 3-3.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Dibbets, P., Evers, E. A., Hurks, P. P., Bakker, K., & Jolles, J. (2010). Differential Brain activation patterns in adult attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) associated with task. *Neuropsychology*, 24(4), 413.
- DuPaul, G. J., Weyandt, L. L., O'Dell, S. M., & Varejao, M. (2009). College students with ADHD: Current status and future directions. *Journal of Attention Disorders*, 13, 234-250.
- Eldar, E., Cohen, J. D., & Niv, Y. (2013). The effects of neural gain on attention and learning. *Nature neuroscience*, 16(8), 1146-1153.
- Egner, T., & Hirsch, J. (2005). Cognitive control mechanisms resolve conflict through cortical amplification of task-relevant information. *Nature neuroscience*, 8(12), 1784-1790.
- Egner, T., & Hirsch, J. (2005). The neural correlates and functional integration of cognitive control in a Stroop task. *Neuroimage*, 24(2), 539-547.
- Faraone, S. V., Biederman, J., Doyle, A., Murray,

- K., Petty, C., Adamson, J. J., & Seidman, L. (2006). Neuropsychological studies of late onset and subthreshold diagnoses of adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 60(10), 1081-1087.
- Frazier, T. W., Glutting, J. J., Youngstrom, E. A., & Watkins, M. W. (2007). ADHD and achievement: Meta-analysis of the child, adolescent, and adult literatures and a concomitant study with college students. *Journal of Learning Disabilities*, 40(1), 49-65.
- Garavan, H., Ross, T. J., & Stein, E. A. (1999). Right hemispheric dominance of inhibitory control: an event-related functional MRI study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(14), 8301-8306.
- Hanisch, C., Radach, R., Holtkamp, K., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2006). Oculomotor inhibition in children with and without attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of neural transmission*, 113(5), 671-684.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition. *Interference and Inhibition in Cognition*, 175-204.
- Hartman, M., Dumas, J., & Nielsen, C. (2001). Age differences in updating working memory: Evidence from the Delayed-Matching-To-Sample Test. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 8(1), 14-35.
- Heaton, R. K., chelune G. J., Talley J.L., Kay G. G., & Curtiss G. (1993). *Wisconsin card Sorting Test(WCST) Manual, revised and expanded*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Heuer, S., &Pinke, M. L. (2017). Development of an eye-tracking method to assess mental set switching in people with aphasia. *Brain Injury*, 1-11.
- Hodgson, T. L., Parris, B. A., Gregory, N. J., & Jarvis, T. (2009). The saccadic Stroop effect: Evidence for involuntary programming of eye movements by linguistic cues. *Vision research*, 49(5), 569-574.
- Hoeks, B., &Levelt, W. J. (1993). Pupillary dilation as a measure of attention: A quantitative system analysis. *Behavior Research Methods*, 25(1), 16-26.
- Jang. Y. M., Kim. C. S., Lee. M. H., & Mallipeddi. R. (2013) Discriminant Analysis of Human's Implicit Intent based on Eyeball Movement. *Journal of the institute of electronics engineers of Korea*, 50(6), 212-220
- Jensen, A. R., & Rohwer, W. D. (1966). The Stroop color-word test: a review. *Acta psychologica*, 25, 36-93.
- Kipp, K. (2005). A developmental perspective on the measurement of cognitive deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1256-1260.
- Lajoie, J. M., &Franks, I. M. (1997). Response programming as a function of accuracy and complexity: evidence from latency and kinematic measures. *Human Movement Science*, 16(4), 485-505.
- Lee, M. J., Kim, G. A., Kim, S. H., & Hong, C. H. (2004). Inhibition, Planning, and Working Memory in Children with attention deficit hyperactivity disorder. *Korean Journal Child & Adol Psychiatr*, 15(82), 82-90.

- Lee, S., Lee, M., Park, H., Chang, M. S., & Kwak, H. W. (2015). Effects of search intent on eye-movement patterns in a change detection task. *Journal of Eye Movement Research*, 8(2).
- Lovejoy, D. W., Ball, J. D., Keats, M., STUTTS, M. L., Spain, E. H., Janda, L., & Janusz, J. (1999). Neuropsychological performance of adults with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): Diagnostic classification estimates for measures of frontal lobe/executive functioning. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5(03), 222-233.
- McAuley, T., & White, D. A. (2011). A latent variables examination of processing speed, response inhibition, and working memory during typical development. *Journal of experimental child psychology*, 108(3), 453-468.
- McBurnett, K., Pfiffner, L. J. & Frick, P. J. (2001). Symptom Properties as a Function of ADHD Type: An Argument for Continued Study of Sluggish Cognitive Tempo. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29(3), 207-213.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a Century of Research on the Stroop Effect: An Integrative Review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163-203.
- Müller, B. W., Gimbel, K., Keller-Pließnig, A., Sartory, G., Gastpar, M., & Davids, E. (2007). Neuropsychological assessment of adult patients with attention-deficit/hyperactivity disorder. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 257(2), 112-119.
- Munoz, D. P., Armstrong, I. T., Hampton, K. A., & Moore, K. D. (2003). Altered control of visual fixation and saccadic eye movements in attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of neurophysiology*, 90(1), 503-514.
- Nam, S., Nam, K., & Baik, Y. (2015). Cognitive and Emotional Inhibition Processes of Gifted Children: Word-color and Emotional Stroop Effects. *Journal of Gifted/Talented Education*, 25(4), 469-491.
- Nigg, J. T., Butler, K. M., Huang-Pollock, C. L., & Henderson, J. M. (2002). Inhibitory Processes in Adults with Persistent Childhood Onset ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70(1), 153-157.
- Nigg, J. T., Stavro, G., Ettenhofer, M., Hambrick, D. Z., Miller, T., & Henderson, J. M. (2005). Executive functions and adhd in adults: Evidence for selective effects on ADHD symptom domains. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(4), 706.
- Olivers, C. N., Van Der Stigchel, S., & Hulleman, J. (2007). Spreading the sparing: Against a limited-capacity account of the attentional blink. *Psychological research*, 71(2), 126-139.
- Ossmann, J. M., & Mulligan, N. W. (2003). Inhibition and attention deficit hyperactivity disorder in adults. *The American journal of psychology*, 116(1), 35-50.
- Perlstein, W. M., Carter, C. S., Barch, D. M., & Baird, J. W. (1998). The stroop task and attention deficits in schizophrenia: A critical evaluation of card and single-trial stroop methodologies. *Neuropsychology*, 12(3), 414.
- Polner, B., Aichert, D., Macare, C., Costa, A., & Ettinger, U. (2015). Gently restless: association of ADHD-like traits with response inhibition and interference control. *European archives of*

- psychiatry and clinical neuroscience*, 265(8), 689-699.
- Rommelse, N. N., Van der Stigchel, S., & Sergeant, J. A. (2008). A review on eye movement studies in childhood and adolescent psychiatry. *Brain and cognition*, 68(3), 391-414.
- Ross, R. G., Olincy, A., Harris, J. G., Sullivan, B., & Radant, A. (2000). Smooth pursuit eye movements in schizophrenia and attentional dysfunction: adults with schizophrenia, ADHD, and a normal comparison group. *Biological psychiatry*, 48(3), 197-203.
- Shin, M. (2005). Different time course of negative priming in the subtypes of ADHD (Doctoral dissertation).
- Span, M. M., Ridderinkhof, K. R., & van der Molen, M. W. (2004). Age-related changes in the efficiency of cognitive processing across the life span. *Acta Psychologica*, 117(2), 155-183.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests*(3rd ed). New York: Oxford University Press.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.
- Taylor, C. J., & Miller, D. C. (1997). Neuropsychological assessment of attention in ADHD adults. *Journal of Attention Disorders*, 2(2), 77-88.
- Visser, M., Das Smaal, E., & Kwakman, H. (1996). Impulsivity and negative priming: Evidence for diminished cognitive inhibition in impulsive children. *British Journal of Psychology*, 87(1), 131-140.
- Walker, A. Y., Shores, A. E., Trollor, J. N., Lee, T., & Sachdev, P. S. (2000). Neuropsychological functioning of adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22(1), 115-124.
- Wender, P. H. (2001). *ADHD: Attention-deficit hyperactivity disorder in children and adults*. Oxford: Oxford University Press.
- Weyandt, L. L., Oster, D. R., Gudmundsdottir, B. G., DuPaul, G. J., & Anastopoulos, A. D. (2016). Neuropsychological Functioning in College Students With and Without ADHD. *Neuropsychology*, 31(2), 160-172.
- Wolters, G., & Raffone, A. (2008). Coherence and recurrency: Maintenance, control and integration in working memory. *Cognitive Processing*, 9(1), 1-17.
- Young, S., Bramham, J., Tyson, C., & Morris, R. (2006). Inhibitory dysfunction on the Stroop in adults diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder. *Personality and individual differences*, 41(8), 1377-1384.

원고접수일 : 2017. 11. 15.
수정원고접수일 : 2018. 01. 02.
게재결정일 : 2018. 01. 23.

Inhibition Deficits in adults with ADHD tendency: Eye-movement study

Ji-yeon Park¹⁾ Mun-Seon Chang²⁾ Ho-Wan Kwak²⁾ hyeong-gyu Park³⁾

¹⁾Department of Psychiatry Yeungnam University Medical Center

²⁾Department of Psychology, Kyungpook National University

³⁾Department of Korea Transportation Safety Authority

This study aimed to investigate the characteristic of adult ADHD by assessing the inhibition deficit in adult ADHD. That is, this study intended to examine whether primary symptoms of ADHD such as inattention, hyperactivity, and impulsivity continued until adulthood. Therefore, Adults ADHD were compared with controls using two neuropsychological experiment tasks. First, we used the modified Stroop task through eye-tracker. Stroop task is used to investigate adult ADHD with deficit through movement and control of attention. Later, we used the modified Stroop task and Priming-Stroop task to examine ADHD tendency concerning deficit of sustainable attention and response inhibition. As a result, lower response time was observed in ADHD tendency groups than in the control group. Beside, higher Stroop effect rate was observed in ADHD tendency groups than in the control group, and two groups had different response accuracy. That is, ADHD tendency groups responded too slowly and impulsively. This means that ADHD tendency groups had differences between them. These results show that ADHD tendency groups, compared to control group, had a difficulty in controlling attention and inhibition. We found that the ADHD tendency groups has impulsive and inattentive tendencies. The results of this study can be valuable in understanding the characteristic symptoms in adult ADHD tendency group. However, these results have some limitations and cannot be generalized to adult ADHD. Future studies, are necessary to generalize characteristics of adult ADHD by conducting tasks with other samples.

Keywords : Adult ADHD, Executive function, Stroop test, Priming