

주의기제와 반응측정 다양성을 기반으로 한 성인 ADHD 변별 과제 개발

이상일

울산과학기술원 인공지능대학원

Development of Adult ADHD Discrimination Tasks Based on Attention Mechanism and Response Measurement Diversity

Sangil Lee

School of AI, Ulsan National Institute of Science and Technology

요약 본 연구는 변화맹시, 내생-외생주의 기제를 기반으로 행동측정 및 안구운동측정 기법을 사용한 과제들이 성인 ADHD 성향군을 정상군으로부터 변별하는데 유용한 신경심리검사로 사용될 수 있는지를 검토하였다. 과제는 Conners 성인 ADHD 척도를 통해 선별된 대학생 ADHD 성향군과 통제군을 대상으로 실시되었다. 연구 1에서는 행동측정과 변화맹시 기제를 기반으로 '변화맹시-동시제시 정서판단과제'를 제시하여 실험 참가자들에게 화면 좌우에 제시되는 얼굴 정서의 차이를 판단하도록 하였다. 분석 결과, '변화맹시-동시제시 정서판단과제'에서는 누락오류와 오경보오류에서 성인 ADHD 성향군이 정상군에 비해 유의미하게 높은 오류율을 보였다. 연구 2에서는 안구운동측정과 내생-외생주의, 그리고 멈춤신호 단서를 제시하여 '내생-외생주의 멈춤신호과제'를 제시하여 성인 ADHD 성향군과 정상군의 수행 차이를 비교하였다. 분석 결과, '내생-외생주의 멈춤신호과제'에서는 집단과 내생주의, 외생주의 조건에서 주효과가 유의미하였으며, 집단과 외생주의 간의 상호작용효과가 유의미하였다. 세부적으로 외생주의 단서가 목표자극을 타당하게 예언하는 조건에서 성인 ADHD 성향군이 정상군에 비해 유의미하게 느린 반응시간을 보였다. 멈춤신호에 대한 반응억제 능력에서도 유의미하게 낮은 정반응률을 나타냈다. 이러한 결과들은 본 연구의 과제들이 성인 ADHD 성향군의 주의 유지 및 관리능력, 반응억제 능력에서의 결함을 측정하는데 유용함을 나타내며, 사회적 단서의 탐지 및 효과적인 처리와 관련된 능력의 결함을 이해하는데 효과적임을 나타낸다. 과제의 집단 변별 가능성에 대해 살펴보기 위해 실시된 판별분석에서도 각각의 연구에서 87%와 83.3%의 판별정확도를 보여 본 연구에서 개발된 과제가 성인 ADHD 성향군과 정상군을 변별하는데 유용함을 확인할 수 있었다.

Abstract This study examined whether an experimental task based on various measurements and attention mechanisms could be a useful tool for discriminating adult attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) tendencies from normal adults. The tasks were conducted on the ADHD tendency and control groups of university students selected through the Korean Version of Conners' Adult ADHD Rating Scales (CAARS-K). Study 1 used the 'change blindness-simultaneous emotion task', which required participants to detect the difference presented on the right and left sides of the screen. The ADHD tendency group showed significantly higher omission and commission error rates than the control group. In study 2, 'the exogenous-endogenous stop signal task' was used in which the position of the gaze stimulus was used as an exogenous attention cue, and the gaze was used as an endogenous attention cue. Participants responded to inhibition at the auditory stop signal. The ADHD tendency group showed a significantly slower response time in most trials. The ADHD tendency group showed significantly slower response times than the control group in conditions where exogenous cues reasonably predicted target position and also showed a lower accuracy rate in stop signal trials than the control group. The ADHD tendency group had difficulties in the efficient control of attention and response inhibition.

Keywords : Adult with ADHD, Attention Mechanism, Change Blindness, Endogenous-Exogenous Attention, Behavior Response, Eye Tracking

*Corresponding Author : Sangil Lee(Ulsan National Institute of Science and Technology)

email: psychology.sangil@gmail.com

Received March 10, 2022

Revised March 29, 2022

Accepted June 3, 2022

Published June 30, 2022

1. 서론

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[1,2]. 선행 연구들을 기반으로 성인기 ADHD를 변별하여 2차적인 문제를 예방하고 치료하기 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[3], 충동성(impulsivity)과 비조직적인(disorganized) 생활 패턴이 학교나 직장, 대인관계를 비롯한 전반적인 생활에서 복합적인 문제를 일으키고 있으나[4], 성인을 대상으로 ADHD를 진단하는 것은 아동기 주의력과 관련된 기억의 왜곡 가능성[5]과 불안장애나 성격장애, 물질남용 등과의 높은 공존질환 비율[6], 그리고 해당 장애에 대한 높은 지식수준으로 인한 보고의 편향 등의 문제로 인해 어려움이 많다. 특히 공존질환 중 물질 혹은 행동과 관련된 문제의 경우 실행 기능(executive function) 중 반응 억제(response inhibition) 결함에 기인하지만 외부로 드러나는 2차적 문제의 사회적 심각성으로 인해 주의력과 관련된 문제가 지적되지 못하는 경우도 있다. 그 예로는 물질[7,8], 교통법규의 위반을 비롯한 운전상황에서의 위험[9-11], 성과 관련된 문제[12] 등이 있다.

앞서 언급한 것과 같이 성인기 ADHD 증상들도 반응 억제와 같은 실행기능의 결함에 기인한다는 연구들이 있다[13-15]. 성인기 ADHD 성향군의 실행기능 결함을 측정하기 위해 현재까지 많은 신경심리과제들이 개발되고 그 효율성에 대해서 연구되어 왔다. 가장 전통적으로 연속수행과제(continuous performance test)가 있다. 부주의(inattention)와 충동성(impulsivity)을 핵심으로 지속적 주의(sustained attention) 등을 측정하는 과제로 국내 많은 연구들에서 아동 및 성인들을 대상으로 주의력의 문제를 측정하고자 사용되어 왔으며, 비교적 일관된 결과를 얻어왔다[16-18]. 그러나 ADHD 문제를 경험하는 성인기를 대상으로 활용하기에는 높은 지적 수준으로 인해 변별력이 떨어지게 된다는 문제점이 지적되어 새로운 주의 기제를 활용한 과제 개발 연구가 이어지게 되었다. 그 중 가장 대표적인 것이 변화맹시(change

blindness)와 내생-외생주의(endogenous-exogenous attention) 기제이다.

변화맹시는 시각적 자극 내에서 일어나는 변화의 존재를 인식하지 못하거나 변화의 존재를 알고 있음에도 탐지하지 못하게 된다는 개념이다[19]. 장면의 변화와 함께 차례 자극의 등장으로 주의를 분산시키는 등 여러 가지 복합적인 원인에 의해 나타나지만 근본적인 원인은 주의의 결여와 관련이 있다. 선행 연구들에서도 ADHD 문제를 보유한 집단이 유의미하게 긴 평균반응시간과 낮은 정반응률을 보여 이 주의 기제가 주의력 문제를 가진 사람을 변별하는데 효과적이라는 점이 밝혀졌다[18,20].

다음으로, 내생 주의는 주의의 촉발이 유기체의 능동적 명령에 의해서 일어나고 지식, 기대나 목적 등과 같은 상위의 인지적 체계가 주의의 할당에 영향을 주는 하향적 통제(top-down)를 의미한다. 반면에 외생 주의는 주의의 촉발이 외부적 자극에 의해 강제적으로 일어나는 것을 의미하는데 자극 자체의 속성에 근거하여 주의가 수동적으로 끌리는 상향적 통제(bottom-up)를 뜻한다[21]. 웹 기반 실험연구에서 평균반응시간 및 외생주의 지표가 DSM-IV의 과잉행동/충동성 및 CAARS-K의 충동성과 유의미한 상관을 보여 ADHD의 과잉행동 및 충동성과 관계가 있으며, 내생주의의 경우 부주의/기억과 관계가 있는 것으로 나타났다[17]. 또한 성인기 ADHD 성향군을 대상으로 한 연구에서도 내생-외생주의단서를 기반으로 한 과제에서 평균반응시간과 정반응률에서 집단 간 유의미한 차이를 나타냈으며 변별 정확도에서도 유의미한 수준으로 나타났다[3].

반응을 측정하는 방법론적 측면에서, 최근 주의력과 관련된 문제를 측정하는 방법으로 생리적 측정치를 사용한 연구들이 증가하고 있다. 생리적 측정치로는 대표적으로 뇌파(EEG)나 뇌 영상(brain image)을 측정하는 방법이 있다. 그러나 이러한 방법들은 실험 참가자로 하여금 장치로 인한 신체적 불편감을 경험하게 할 가능성이 매우 높다. 따라서 실제 사회과학 실험 장면에서 사용하기에 어려움이 있다.

안구운동추적(eye tracking)은 다른 측정 장치들에 비해 자연스러운 상황에서 실험이 가능하다는 장점을 지니고 있어[22], 개인이 과제를 수행하는 동안에 나타나는 시각적인 행동 및 주의와 관련한 연구에서 매우 효과적이다. 특히, 안구운동은 불수의적 측면이 강해 ADHD의 핵심 증상 중 하나인 반응억제와 관련된 자극 추구적(stimuli driven)행동을 측정하는데 유용하며, 행동 반응과 같이 운동능력으로 인해 발생하는 측정치의 오염을

최소화할 수 있다[3]. 선행연구들에서도 주의력 결함 집단을 대상으로 도약안구운동, 방해자극 유무 등과 관련된 실험에서 정반응률과 평균반응시간 등의 종속측정치에서 유의미한 수행의 저하가 관찰되었다[3,23,24].

본 연구의 목표는 다음과 같다. 앞서 언급한 변화맹시와 내생-외생주의 기제를 사용하여 성인 ADHD를 변별할 수 있는 과제를 개발하고 그 효율성을 검증하고자 한다. 반응측정과 관련된 측면에서 행동반응과 안구운동반응으로 나누고, 정서 및 사회적 단서의 탐지가 사회적 상호작용과 대인관계 성공에 중요한 역할을 한다는 선행연구들[25-27]에 따라 비언어적 단서(non verbal cues)를 포함한 얼굴자극을 과제 특성에 맞게 사용하여 사회적 단서에 대한 처리능력을 동시에 알아보고자 한다.

연구 1에서는 변화맹시 과제에 얼굴자극을 재료로 사용하여 행동반응 측정 기반 성인 ADHD 성향군의 수행 특성을 알아보고자 한다. 연구 2에서는 안구운동측정을 기반으로 하여 내생-외생주의과제에 청각적 멈춤신호(stop signal)를 추가하여 주의 단서에 대한 처리 특성 및 반응억제 수행을 알아보고자한다. 마지막으로 각 연구에서 얻어진 종속측정치들이 집단을 얼마나 민감하게 변별하는지를 통해 개발된 과제의 활용 가능성에 대해서 알아보고자 한다. 주의기제와 측정방식의 다양성 확보를 통해 성인기 ADHD 평가를 위한 다양한 접근방식의 효율성을 검증할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 본론

2.1 연구 1: 변화맹시-동시제시 과제와 비언어적 단서를 사용한 성인 ADHD 성향군의 변별

2.1.1 연구 참가자

모 대학교에서 심리학 관련 과목을 수강 중인 대학생 590명을 대상으로 웹 기반 Conners 성인 ADHD 평가 척도-한국판과 우울 및 불안 설문지를 실시하였다. 수거된 자료 중 ADHD 반응 비일관성 지표가 8점 이상인 자료와 우울 및 불안 설문지에서 임상적 수준에 해당하는 참가자를 우선 제외하였다. DSM-IV(APA, 1994) 척도(DSM-IV 부주의 및 DSM-IV 과잉행동/충동성 척도의 합산점수)가 23점(T점수=66점, 상위 6.3%)이상인 44명을 성인 ADHD 성향군으로, 4점(T점수=39점, 하위 15%)이하인 45명을 통제군으로 분류하였다. 실험자와의 전화면담을 통해 참가의사를 밝힌 총 24명(ADHD 성향군 12명, 통제군 12명)이 실험에 참가하였다.

모든 참가자들은 자발적으로 참여 의사를 밝혔으며, 실험과정 중 언제라도 본인의 선택에 의해 중단할 수 있으며, 실험 중단으로 인한 어떠한 불이익도 없음을 안내 받았다. 실험 과정 중 오류를 일으켜 실험을 완료할 수 없는 1명을 제외한 총 23명(ADHD 성향군 12명, 통제군 11명)의 데이터를 최종 분석에 사용하였다.

2.1.2 측정도구

Conners 성인 ADHD 평가척도-한국판

Conners, Erhatdt, 그리고 Sparrow[28]가 개발한 성인 ADHD 평가척도를 김호영 등[29]이 번안한 것을 사용하였다. 이 척도는 0-3점의 평정척도로 총 66문항으로 구성되어 있으며 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 선정 후 두 문항의 점수 차이를 계산하여 합산한 값을 나타낸다. 이 지수의 합이 8점 이상인 경우 반응의 일관성이 낮은 것으로 간주한다[28]. 본 연구에서 내적 합치도(Cronbach's alpha)는 부주의-기억 .81, 과잉행동 .82, 충동-정서적 불안정성 .86, 자기개념 .86, DSM-IV 부주의 .83, DSM-IV 과잉행동 및 충동성 .75, ADHD 지수 .81 그리고 전체 항목의 내적 합치도는 .96으로 나타났다.

OGAMA 실험 프로그램

본 연구에서 사용한 실험 자극 제시 및 데이터 수집 소프트웨어는 OGAMA(Open Gaze And Mouse Analyzer, 이하 OGAMA)를 사용하였다[30]. OGAMA는 open source software로 해당 웹페이지를 통해 누구나 다운로드 받아 사용할 수 있으며, USB 타입의 웹 카메라를 기반으로 한 저비용 안구운동추적 장치뿐만 아니라 상용 안구운동추적 장치들과의 높은 호환성을 가진다. 안구운동추적 뿐만 아니라 실시간으로 마우스 추적이 가능하며 상용 기기 분석 소프트웨어에서 제공하는 분석기법들을 대부분 지원한다.

변화맹시-동시제시 정서판단과제

실험 과제는 화면 좌우에 제시되는 두 자극이 동일한지 혹은 차이가 있는지를 얼마나 신속하고 정확하게 판

연구 1과 동일한 기준과 방법으로 실험 참가자를 모집하였다. 실험 진행 중 오류로 인해 데이터를 파악할 수 없는 7명의 데이터를 제외하고 24명(ADHD 성향군 12명, 통제군 12명)의 자료를 최종분석에 사용하였다.

2.2.2 측정도구

Conners 성인 ADHD 평가척도-한국판 연구 1과 동일하다.

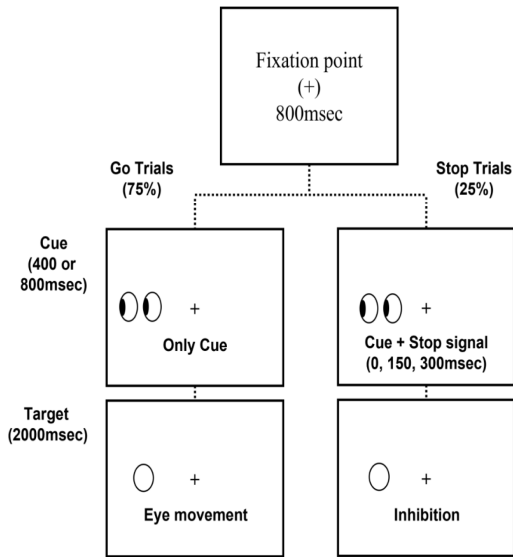


Fig. 2. Experimental task diagram in Study 2

2.2.3 안구운동측정 장치(KSL-240) 및 데이터 수집 소프트웨어

손영준, 이상일과 곽호완[31]이 개발하고 이상일, 손영준, 곽호완, 장영민, 이민호[32]가 타당화한 모델명 KSL-240을 사용하였다. 본 안구운동측정 장치는 고가의 상용 안구운동추적 장치의 낮은 접근성을 보완하고자 만들어진 것으로 USB 타입의 일반 웹 카메라와 적외선 조명, PC 톱 받침대로 구성된다. 최대 해상도는 640*480 이고 해상도 360*240에서 초당 최대 125frame의 시간 해상도를 지원하며 데이터를 수집하고 분석하는 소프트웨어는 연구 1에서 사용한 것과 같은 OGAMA를 사용한다. 안구운동뿐만 아니라 마우스 추적이 가능하며 상용 기기에서 제공하는 분석기법들을 대부분 지원한다.

2.2.4 실험 과제

실험 자극은 표준화된 성인 아마추어 연기자들의 사진

자극[33] 중 시선 부분만을 편집하여 사용하였다. 실험에 대한 안내 이후, 가장 먼저 화면 중앙에 응시점(+)이 800msec 동안 제시되었다. 다음으로, 시선단서가 응시점을 기준으로 화면의 좌우에 제시되었다. 자극 내 시선의 방향(좌, 우)은 내생주의 단서로 작용하고 다음에 나타날 목표자극의 위치를 70%의 정확도로 예언하였다. 응시점을 기준으로 자극이 제시되는 위치는 외생 주의 단서로 작용하고 각기 다른 시간(400, 800msec) 동안 제시되고 목표자극의 위치를 예언하지는 않았다.

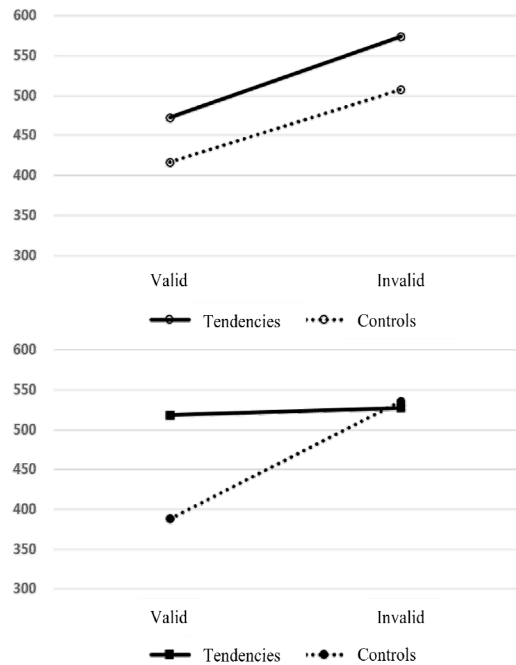


Fig. 3. Mean response time (msec) between groups according to endogenous (upper) and exogenous (lower) conditions

시선 단서는 중앙 응시점을 기준으로 좌우 시야각 11.75도 떨어진 곳에 동일한 크기(6*4cm)로 제시되었고, 목표자극은 지름 4cm의 원이 2000msec 동안 화면의 좌측 혹은 우측에 제시되었다. 멈춤 신호는 전체 시행 중 25%의 시행에서 제시되었다. 약 80dB의 크기로 컴퓨터를 통해 100msec 동안 “뚜”라는 청각자극으로 제시하였다. 멈춤 신호는 시선단서와 동시에 제시되는 조건(0msec)과 두 지연 조건(150, 300msec)으로 나누어 제시되었다.

실험 참가자들은 제시되는 내생-외생 주의 단서를 정확하게 판단하고 마지막에 제시되는 목표자극을 신속하

Table 2. Comparison of mean response time and standard error between groups in Study 2(msec, Standard error in parentheses)

| SOA | Groups(n) | Endogenous-Valid | | Endogenous-Invalid | |
|----------|----------------|------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | | Exogenous-Valid | Invalid | Exogenous-Valid | Invalid |
| 400 msec | Tendencies(12) | 459.35(25.38) | 521.70(17.67) | 569.87(39.98) | 578.21(29.20) |
| | Controls(12) | 330.43(25.38) | 505.15(17.67) | 415.96(39.98) | 585.49(29.20) |
| 800 msec | Tendencies(12) | 436.41(25.11) | 472.59(20.75) | 607.81(45.00) | 537.90(17.14) |
| | Controls(12) | 342.70(25.11) | 487.52(20.75) | 463.80(45.00) | 564.63(17.14) |

게 응시해야하며, 멈춤 신호가 제시될 때에는 화면 중앙의 응시점을 바라보도록 지시받았다. 연습시행(18시행)을 포함하여 총 153시행이 제시되었으며, 총 소요 시간은 약 30분이었다. 종속측정지로는 정반응률과 반응시간이 기록되었다. 실험 참가자가 목표자극을 제한된 시간(2000msec) 내에 응시하는 경우를 정반응으로 기록하였으며, 반응시간은 정반응 시행에서 목표자극 내에 첫 응시점이 맺힌 시간으로 기록하였다. 실험 참가자가 제한 시간 내에 목표자극을 응시하지 못하거나, 멈춤 신호가 제시되었음에도 시선을 일정 수준 이상 이동시킨 경우는 오반응으로 기록하였다. 실험과제에 대한 도해는 Fig. 2와 같다.

2.2.5 실험 설계 및 분석

본 연구의 실험 설계는 ADHD 성향 여부를 집단 간 요인으로, 시각 단서의 제시 시간(400/800msec)과 내생 및 외생 주의 단서의 타당 여부를 집단 내 요인으로 혼합설계 분산분석(Mixed design ANOVA)을 실시하였다. 종속측정지로는 Go 시행 중 정반응 시행의 평균반응시간을 사용하였다. 그리고 멈춤 신호(no-go)에 대한 정반응률을 사용하였다.

2.2.6 결과 및 간략 논의

본 연구에서 개발한 내생-외생주의 멈춤신호과제의 성인 ADHD 성향군의 변별 가능성에 대해서 검증하기 위해 평균반응시간을 종속측정지로 혼합설계 분산분석을 실시하였다. 우선, 과제 조건 별 반응시간의 평균 및 표준오차는 Table 2와 같다. 분산 분석 결과, 집단의 주효과 $F(1, 22)=9.321, p<.05$ 와 내생주의 $F(1, 22)=23.866, p<.001$ 및 외생주의 $F(1, 22)=12.247, p<.01$ 의 주효과가 유의미하였다. 그리고 집단과 외생 주의 간에 상호작용이 유의미하였다 $F(1, 22)=9.528, p<.01$. 단순 주효과 결과, 외생주의 타당조건에서 집단 간 차이가 유의

미하였다 $F(1, 22)=11.678, p<.01$. 외생 주의 조건에 따른 집단 간 평균반응시간은 Fig. 3과 같다.

대부분의 단서 조건에서 ADHD 성향군이 통제군에 비해 목표자극을 탐지하는데 더 오랜 시간이 걸렸다. 특히, 외생단서가 목표자극의 위치를 타당하게 예언하는 조건에서 통제군에 비해 유의미하게 느린 평균 반응시간을 보였다. 이러한 결과는, ADHD 성향군의 주의 단서에 대한 신속한 반응 능력의 저하와 함께 목표자극의 위치를 타당하게 예언하는 주의 단서의 유지 및 효과적인 처리 능력의 결함을 나타낸다.

다음으로, 멈춤 신호에 대한 적절한 반응억제 정도를 살펴보기 위해서 SSD(Stop Signal Delay) 조건을 종속측정지로 독립표본 *t*검정을 실시하였다. 그 결과, 모든 SSD 조건에서 ADHD 성향군이 통제군에 비해 낮은 정반응률을 보여 반응억제 결함을 나타냈다. 특히 ADHD 성향군의 경우 시선 단서 제시 후 멈춤 신호가 제시되기까지 시간 간격이 길어질수록 낮은 정반응률을 나타냈다.

본 과제의 집단 변별가능성에 대해서 알아보기 위해 판별분석을 실시하였다. Wilks's Lambda 방식으로 판별함수의 유의미성을 검증한 결과 판별함수가 유의미한 것으로 나타났다(Wilk's Lambda=.619, $p<.01$). 세부적으로 본 과제는 83.3%의 판별정확도(민감도=91.7%, 특이도=75%)를 가지는 것으로 확인되었다.

3. 논의

본 연구는 비언어적 단서, 주의 기제 그리고 행동 및 안구운동 반응 측정을 통해 성인기 ADHD 성향군을 변별할 수 있는 과제들을 개발하고, 개발된 과제가 성인기 ADHD 수행 결함을 잘 나타내는지 살펴봄으로써 그 효율성을 검증하는데 목적이 있다. 연구 결과들을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 변화맹시-동시제시 정서판단과제 수행 결과, 누락오류와 오경보오류에서 통제군에 비해 유의미하게 많은 오류를 한 것으로 나타났다. 이러한 측면은 아동기 및 성인기 ADHD 성향군을 판별을 위해 변화맹시 과제를 사용한 선행연구들의 결과와 일치하며[18,20], ADHD 임상 및 성향군을 대상으로 비언어적 단서처리 능력의 결함에 대해서 연구한 선행연구들을 지지하는 결과이기도 하다[3,25]. 성인기 ADHD 성향군에게서 문제로 지적되고 있는 비언어적 단서처리 능력의 결함을 ADHD 집단 변별에 효과적인 신경심리기제인 변화맹시에 접목해 개발했다는 점과 개발된 과제가 유의미한 수준으로 집단을 판별할 수 있었다는 점에서 의의가 있다.

둘째, 시선 단서를 중심으로 주의력 결함군의 실행기능 결함 측정에 민감한 주의 기제들, 내생 및 외생주의과제에 반응억제 측정을 위해 멈춤 신호 시행을 추가하여 안구운동반응 과제를 개발하였다. 그 결과, 전반적인 과제 수행에서 ADHD 성향군이 통제군에 비해 느리고 부정확한 수행을 보였다. 특히 외생 주의 단서가 목표자극의 위치를 타당하게 예언하는 조건에서의 수행 저하가 유의미한 수준으로 나타났다. 내생주의는 하향적 지향으로 자원의 한계를 가지며 예상되는 단서에 의해서 쉽게 일어나는 반면, 외생주의는 상향적 지향으로 환경적 자극에 우리가 자동적으로 주의가 이끌리게 되어 과제와 무관함에도 나타나게 된다[34-36]는 점을 통해 생각해볼 때, 본 과제에서 ADHD 성향군의 수행 저하는 주의의 통제 및 관리능력에서의 결함이 나타난 결과라고 생각할 수 있다.

반응억제가 요구되는 멈춤 신호에 대한 반응에서도 통제군에 비해 ADHD 성향군이 유의미하게 낮은 정반응률을 보여 반응억제의 결함이 나타났다. 특히 통제군의 경우 시선 자극 제시 후 멈춤 신호의 지연 시간에 따라 정반응률의 저하가 두드러지지 않았으나 ADHD 성향군의 경우 통계적으로 유의미한 수준은 아니었으나 통제군에 비해 정반응률의 저하 폭이 현저하였다. 시선 자극과 동시에 제시된 멈춤 신호에 대한 반응억제 수행에서도 결함을 나타내었으나 지연되어 제시되는 멈춤 신호에 대해서 멈춤신호 전에 선행되어 처리되거나 후에 제시된 시각적 단서가 반응억제 수행에 간섭을 일으킨 것으로 보인다. 본 과제에서 적절한 반응억제를 위해서는 멈춤신호에 대한 명확한 탐지와 목표자극에 대한 예언단서의 차단이 동시에 이루어져야한다. 성인 ADHD 성향군은 이 두 측면에서 모두 결함을 나타내었다.

주의의 효율적인 관리와 통제가 개인이 난관이나 장애

물에도 불구하고 목표를 추구해나가기 위해 필요한 자기 조절의 핵심이라는 점에서[37], 본 연구에서 성인 ADHD 성향군의 수행 저하는 성인기 ADHD의 실행기능 측면에서의 결함을 잘 측정하는 것으로 보이며, 과제의 판별분석 결과에서도 83.3%의 판별정확도를 나타내 ADHD 성향군을 변별하는데 효과적인 것으로 확인되었다. 그리고 효과적인 사회적 단서의 처리 능력에서도 결함이 있음을 확인할 수 있었다.

아동기 ADHD와 마찬가지로 ADHD를 경험하는 성인들도 다양한 종류의 어려움을 경험한다. 그러나 서론에서 언급한 것과 같이 2차적인 문제로 위장되어 나타나거나, 보유한 사전 지식으로 인한 보고의 왜곡으로 인해 성인기 ADHD를 진단하거나 변별하는 것에는 많은 어려움이 있다. 따라서 최근 많은 연구들에서 신경심리학적 기제를 사용한 행동반응측정 과제들과 개인이 통제하기 어려운 불수의적인 측정치를 기반으로 한 과제들이 개발되고 그 활용가능성을 검증받고 있다.

이러한 흐름에서 본 연구는 몇 가지 의의를 가진다. 우선, 본 연구에서 사용한 안구운동추적 장치가 상용 기기에 비해 경제적인 측면에서 접근 가능성이 높으나 개인 연구자가 구현해 사용하기에는 쉽지 않으며, 원활한 측정을 위해서는 반복적인 훈련이 필요하다. 안구운동측정이 많은 장점을 가지지만 분명한 제한점 또한 있다. 본 연구에서는 안구운동측정 뿐만 아니라 행동반응을 측정하는 과제를 동시에 제시하여 다양한 측면에서의 변별과제를 제안했다는 점에서 의의가 있다. 이러한 측면은, 평가 장면의 특성에 따라 사용할 수 있는 변별과제의 다양성을 제안하고 접근 방식의 판별 검증이 이루어졌다는 점에서 의미가 있다.

다음으로, 선행연구에서도 내생 및 외생주의 기제를 사용하고, 비언어적 단서로 시선과 정서단서를 동시에 사용하였으며 멈춤 신호 또한 동일한 시각적 단서인 부정정서로 제시하였다[3]. 그러나 본 과제에서는 단서를 시선으로 제한하고 멈춤 신호를 청각 자극으로 각각의 지연시간을 참가자 내 변인으로 설정하여 제시하였다. 이를 통해 시각 단서와 청각 단서에 대한 복합적 처리 능력을 살펴볼 수 있으며, 멈춤 신호 지연 수준에 따른 반응억제 결함 특성을 세부적으로 살펴볼 수 있었다.

본 연구에서 사용한 것과 같이 사회적 단서의 기민하고 정확한 탐지를 알아보고자 시선 및 정서와 같은 비언어적 단서를 사용하거나 기타 동반 경험 가능한 사회적 문제에 민감한 단서를 실험과제에 포함시키는 것이 성인기 ADHD 문제를 경험하고 있는 집단을 변별력을 높이

는데 유용한 것으로 보인다. 그리고 처리해야하는 단서를 다양한 범주에서 제시해 성인기 특성에 맞춘 유의미한 성능의 과제를 개발했다는 점에서 의미를 가진다. 이러한 측면은 더 나아가 핵심 단서의 다양한 사용을 통해 특정 문제에 취약한 성인기 ADHD 집단을 선별할 수 있는 기초를 제시했다는 점에서도 큰 의미가 있다.

본 연구는 몇 가지 제한점도 있다. 우선, 실험 참가자의 수가 다소 적다. 연속적으로 제시되는 자극에 대한 반복적 측정과 안구운동이라는 생리적 반응측정이라는 특성상 기타 접근 방식에 비해 많은 수의 실험 참가자가 필요하지는 않다. 그렇지만 추후 연구에서는 보다 많은 수의 실험 참가자를 확보하여 과제 효율성을 검증할 필요도 있다. 다음으로, 연구 1의 변화맹시-동시제시 정서판 단과제에서는 정서일치 시행에서 키(key) 반응을 하고 불일치 시행에서 억제하도록 하였다. 향후 연구에서는 반응키(key)를 조건에 따라 분리하거나, 화면 좌우에 제시되는 자극에 위치조건을 부가하여 보다 많은 수준의 정보처리가 요구되는 과제로의 확장을 통해 변별 민감도를 높일 필요성도 있겠다. 연구 2에서도 단서자극과 목표자극이 화면의 좌우에 제한되어 제시된다. 위치 변인을 추가하거나 안구운동측정과 마우스움직임 혹은 버튼 반응을 동시에 측정하는 방법 또한 과제의 변별 민감도를 높이는데 도움이 될 것으로 생각 된다. 마지막으로, 본 연구의 실험 참가자들은 성인 ADHD 경향성을 지니고 있었으나 실제 진단을 받은 임상군은 아니다. 따라서 본 연구의 결과를 임상 현장에 직접 적용하지 위해서는 임상군을 대상으로 한 확증적 연구가 필요할 것이다.

4. 결론

본 연구는 변화맹시, 내생-외생주의, 멈춤신호 기제를 포함한 신경심리검사가 성인기 ADHD 성향군의 주의력 특성을 잘 변별할 수 있음을 확인하였다. 특히 정서단서를 기반으로 한 행동반응 안구운동측정을 통해서 보다 민감한 성인기 ADHD의 사회적 단서 처리 능력의 결함을 이해하는데 도움을 줄 수 있다는 점에서 의미가 있다.

References

[1] R. A. Barkley, M. Fischer, L. Smallish, K. Fletcher, "Young Adult Outcome of Hyperactive Children:

Adaptive Functioning in Major Life Activities." *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, Vol.45, No.2, pp.192-202, 2006.

DOI: <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000189134.97436.e2>

[2] S. V. Faraone, J. Biederman, E. Mick, "The Age-Dependent Decline of Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Meta-Analysis of Follow-up Studies." *Psychological medicine*, Vol.36, No.2, pp.159-165, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S003329170500471X>

[3] S. I. Lee, M. S. Chang, H. W. Kwak, "The development of tasks for discriminating ADHD tendencies using eye-tracker and neuropsychological attention tests." *Korean Journal of Psychology: General*, Vol.31, No.4, pp.1211-1230, 2012.

[4] M. J. Jang, "Characteristic and Educational intervention strategy of Adult with Attention-Deficit/Hyperactivity." *Journal of Education Development*, Vol.20, No.2, pp.43-57, 2004.

[5] D. Shaffer, "Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Adults." *The American Journal of Psychiatry*, Vol.151, pp.633-638, 1994.

DOI: <https://doi.org/10.1176/ajp.151.5.633>

[6] J. Biederman, "Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Selective Overview." *Biological psychiatry*, Vol.57, No.11, pp.1215-20, 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.10.020>

[7] T. E. Wilens et al. "Characteristics of Adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Plus Substance Use Disorder: The Role of Psychiatric Comorbidity." *American Journal on Addictions*, Vol.14, No.4, pp.319-27, 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1080/10550490591003639>

[8] J. J. Wilson, R. L. Frances, "Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and Substance Use Disorders." *Current Psychiatry Reports*, Vol.3, No.6, pp.497-506, 2001.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11920-001-0044-8>

[9] D. J. Cox, B. S. Cox, J. Cox, "Self-Reported Incidences of Moving Vehicle Collisions and Citations among Drivers with ADHD: A Cross-Sectional Survey across the Lifespan." *American Journal of Psychiatry*, Vol.168, No.3, pp.329-330, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2010.10091355>

[10] T. L. Richards, J. L. Deffenbacher, L. A. Rosén, R. A. Barkley, T. Rodricks, "Driving Anger and Driving Behavior in Adults with ADHD." *Journal of Attention Disorders*, Vol.10, No.1, pp.54-64, 2006.

DOI: <https://doi.org/10.1177/1087054705284244>

[11] Rosenbloom, Tova and Boaz Wultz. "Thirty-Day Self-Reported Risky Driving Behaviors of ADHD and Non-ADHD Drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Vol.43, No.1, 2011, pp.128-33.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.08.002>

[12] K. Flory, B. S. Molina, Jr, W. E. Pelham, E. Gnagy, B.

- Smith, "Childhood ADHD Predicts Risky Sexual Behavior in Young Adulthood." *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, Vol.35, No.4, pp.571-77, 2006.
DOI: https://doi.org/10.1207/s15374424jccp3504_8
- [13] R. A. Barkley, "Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD." *Psychological bulletin*, Vol.121, No.1, pp.65-94, 1997.
DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- [14] F. X. Castellanos, T. Rosemary, "Neuroscience of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: The Search for Endophenotypes." *Nature Reviews Neuroscience*, Vol.3, No.8, pp.617-628, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn896>
- [15] A. S. Herve, J. N. Epstein, J. F. Curry, "Neuropsychology of Adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review." *Neuropsychology*, Vol.18, No.3, pp.485-503, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1037/0894-4105.18.3.485>
- [16] S. H. Koh, M. S. Shin, K. E. M. Hong, "A Study of Attention Problems and Cognitive Characteristics on KEDI-WISC and TOVA in Children with Psychiatric disorders." *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.15, No.1, pp.165-178, 1996.
- [17] M. S. Chang, H. W. Kwak, "Web-based Neuropsychological Experiments in Adults with ADHD Tendency: Inhibition of Return, Stroop, and Endogenous-Exogenous Attention Tasks." *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.26, No.4, pp.1039-1055, 2007.
- [18] S. K. Lee, K. Park, H. W. Kwak, "A Web-based Study to Discriminate Attention Deficits in Children with ADHD." *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.31, No.1, pp.203-216, 2012.
- [19] A. L. Cohen, K. S. Steven, "Exploring the Performance Differences on the Flicker Task and the Conners' Continuous Performance Test in Adults with ADHD." *Journal of Attention Disorders*, Vol.11, No.1, pp.49-63, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1087054706292162>
- [20] M. K. Cho, H. W. Kwak, "Attention deficits in adults with ADHD tendency using Change Blindness Tasks." *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, Vol.22, No.3, pp.355-368, 2010.
- [21] H. Pashler, J. C. Johnston, E. Ruthruff, "Attention and Performance." *Annual Review of Psychology*, Vol.52, No.1, pp.629-651, 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.629>
- [22] Y. H. Lee, "Eye movements and sentence processing: Review on eye movement measurement." *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, Vol.21, No.2, pp.91-110, 2009.
- [23] C. H. Klein, A. Raschke, A. Brandenbusch, "Development of Pro-and Antisaccades in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and Healthy Controls." *Psychophysiology*, Vol.40, No.1, pp.17-28, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00003>
- [24] D. P. Munoz, I. T. Armstrong, K. A. Hampton, K. D. Moore, "Altered Control of Visual Fixation and Saccadic Eye Movements in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder." *Journal of Neurophysiology*, Vol.90, No.1, pp.503-14, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00192.2003>
- [25] D. Hee. Pai, A. Ra, Cho, Ji. Yeon, Lee, "Nonverbal emotional recognition of face and voice in children with ADHD and depression." *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.23, No.3, pp.741-754, 2004.
- [26] S. G. On, E. J. Kim, "Social understanding and behavior in Children with ADHD." *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.22, No.4, pp.793-813, 2003.
- [27] E. B. Braaten, L. A. Rosén, "Self-Regulation of Affect in Attention Deficit-Hyperactivity Disorder (ADHD) and Non-ADHD Boys: Differences in Empathic Responding." *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, Vol.68, No.2, pp.313, 2000.
DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-006X.68.2.313>
- [28] C. K. Conners, D. Erhardt, E. Sparrow, *Conner's Adult Adhd Rating Scales: Technical Manual*. Multi-Health Systems Incorporated (MHS), 1999.
- [29] H. Y. Kim, J. Y. Lee, S. S. Cho, I. S. Lee, J. H. Kim, "A Preliminary Study on Reliability and Validity of the Conners Adult ADHD Rating Scales-Korean version in College Students." *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.24, No.1, pp.171-185, 2005.
- [30] A. Voßkühler, V. Nordmeier, Kuchinke, L., A. M. Jacobs, "OGAMA (Open Gaze and Mouse Analyzer): Open-Source Software Designed to Analyze Eye and Mouse Movements in Slideshow Study Designs." *Behavior Research Methods*, Vol.40, No.4, pp.1150-1162, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.3758/BRM.40.4.1150>
- [31] Y. J. Sohn, S. I. Lee, H. W. Kwak, "Development and Validation of a Low-Cost Eye-Tracking Device." *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, Vol.22, No.1, pp.95-107, 2010.
- [32] S. I. Lee, Y. J. Sohn, H. W. Kwak, Y. M. Jang, M. H. Lee, "Verifications of the Low-cost eye-tracker KSL-240." *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, Vol.23, No.4, pp.653-663, 2011.
- [33] T. H. Lee, et al. "The Korea University Facial Expression Collection: Kuefc. Lab of Behavioral Neuroscience. Dept. of Psychology, Korea University." *Psychiatry Research*, Vol.32, pp.81-88, 2006.
- [34] J. Jonides, "Voluntary Versus Automatic Control over the Mind's Eye's Movement." *Attention and Performance*, Vol.9, pp.187-203, 1981.
- [35] J. Jonides, Y. Steven, "Uniqueness of Abrupt Visual Onset in Capturing Attention." *Perception &*

Psychophysics, Vol.43, No.4, pp.346-354, 1988.

DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03208805>

- [36] S. Yantis, J. Jonides. "Abrupt Visual Onsets and Selective Attention: Evidence from Visual Search." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol.10, No.5, pp.601-621, 1984.
DOI: <https://doi.org/10.1037/0096-1523.10.5.601>
- [37] A. Luszczynska, M. Diehl, B. Gutiérrez-Dona, P. Kuusinen, R. Schwarzer, "Measuring One Component of Dispositional Self-Regulation: Attention Control in Goal Pursuit." *Personality and Individual Differences*, Vol.37, No.3, pp.555-566, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.09.026>

이 상 일(Sangil Lee)

[정회원]



- 2011년 2월 : 경북대학교 대학원 심리학과 (문학석사)
- 2016년 2월 : 경북대학교 대학원 심리학과 (문학박사)
- 2018년 4월 ~ 현재 : 울산과학기술원 연구원

<관심분야>

임상심리학, 정신건강, 디지털 헬스케어