



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

김 명 선 교수지도
석사학위 청구논문

ADHD 성향을 가진 대학생의
언어 작업 기억 장애에 관한
사건관련전위 연구

2014

성신여자대학교 대학원
심 리 학 과
김 슬 기

ADHD 성향을 가진 대학생의
언어 작업 기억 장애에 관한
사건관련전위 연구

김 명 선 교수지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2014년 5월

성신여자대학교 대학원

심리학과

김 슬 기

인 준 서

김슬기의 석사학위 논문으로 인준함

2014년 5월

심사위원장_____ (인)

심사위원_____ (인)

심사위원_____ (인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 아동 및 성인 ADHD 환자에서 일관되게 보고되는 언어 작업 기억 장애가 ADHD 성향을 가진 대학생에서도 관찰되는지를 알아보고자 하였다. 성인 ADHD 성향군($n=20$)과 정상통제군($n=20$)의 언어 작업 기억을 사건관련전위와 n -back 과제를 사용하여 조사하였다. N -back 과제는 현재 제시되는 자극과 n 시행 전에 제시된 자극을 서로 비교하여 두 자극이 일치하는 일치 조건, 그리고 일치하지 않는 불일치 조건으로 구성된다. 본 연구에서 1에서 4까지의 숫자를 사용한 2-back 과제가 사용되었고, 일치 조건에는 가능한 한 빠르고 정확하게 반응하는 것이 요구된 한편 불일치 조건에는 반응을 하지 않는 것이 요구되었다. 행동 자료 분석 결과, 반응 정확률의 경우 정상통제군과 성인 ADHD 성향군 모두 불일치 조건보다 일치 조건에서 더 낮은 반응 정확률을 보였고, 정상통제군에 비해 성인 ADHD 성향군이 일치 조건에서 유의하게 더 낮은 반응 정확률을 보였다. 또한 사건관련전위 분석 결과, 정상통제군에 비해 성인 ADHD 성향군에서 유의하게 감소된 P300 진폭이 관찰되었는데, P300은 기억 최신화(memory updating), 즉 작업 기억 과정을 반영하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구의 결과가 성인 ADHD 성향군이 언어 작업 기억의 장애를 가지고 있음을 보여주고, 나아가 언어 작업 기억의 장애가 성인 ADHD의 특성 지표일 가능성을 시사한다.

주요어: 성인 ADHD 성향군, 언어 작업 기억, ERP, P300

목 차

논문개요

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 연구목적 1

II. 이론적 배경

1. 언어 작업 기억 6
2. 사건관련전위와 n -back 과제를 사용한 언어 작업 기억 연구 8
3. 사건관련전위에서 관찰되는 ADHD 환자의 언어 작업 기억 장애
..... 10
4. 성인 ADHD 성향군의 언어 작업 기억 장애 11

III. 연구 문제 및 가설

1. 연구 문제 및 가설 12

IV. 연구 방법

1. 연구 대상	13
2. 평가 도구	14
3. 실험 절차	16
4. 자료 분석	18

V. 연구결과

1. 인구통계학적 특성	21
2. 행동 자료 분석	22
3. 사건관련전위 분석	24

VI. 논의 및 제한점

1. 논의	42
2. 제한점 및 후속연구를 위한 제안	46

참고문헌

ABSTRACT

표 목 차

<표 1> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군의 인구통계학적 특성	21
<표 2> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 2-back 과제에서 보인 평균 반응 시간과 반응 정확률	23
<표 3> 반응 정확률의 변량분석	23
<표 4> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N100 진폭(μV)	28
<표 5> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N100 잠재기(ms)	29
<표 6> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P150 진폭(μV)	30
<표 7> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P150 잠재기(ms)	31
<표 8> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N250 진폭(μV)	33
<표 9> 평균 N250 진폭의 변량분석	34
<표 10> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N250 잠재기(ms)	35
<표 11> 평균 N250 잠재기의 변량분석	36
<표 12> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P300 진폭(μV)	38
<표 13> 평균 P300 진폭의 변량분석	39
<표 14> 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P300 잠재기(ms)	40
<표 15> 평균 P300 잠재기의 변량분석	41

그림 목 차

<그림 1> 2-back 과제의 자극 제시 순서	17
<그림 2> 2-back 과제의 두 조건	17
<그림 3> 분석에 포함된 채널(진한 원)	20
<그림 4> 2-back 과제의 일치 조건과 불일치 조건에서 관찰된 전체 평균 사건관련전위	25
<그림 5> 2-back 과제에서 가장 큰 진폭의 N250(A)과 P300(B)이 관찰된 시간대의 전체 채널 사건관련전위 분포	26

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 연구목적

주의력-결핍/과잉행동 장애(Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder : ADHD)는 부주의, 과잉행동 및 충동성 등의 증상을 특징으로 하는 신경발달(neurodevelopmental) 장애로, 그 증상이 성인기까지 지속되는 것으로 알려져 있다(American Psychiatric Association, 2013; Barkley, Fischer, Edelbrock, & Smallish, 1990; Biederman, 2005; Simon, Czobor, Bálint, Mészáros, & Bitter, 2009). ADHD 환자에서 다양한 인지 기능의 장애가 관찰되고 있는데(Hervey, Epstein, & Curry, 2004; Rapport, Van Voorhis, Tzelepis, & Friedman, 2001), 그 중에서 특히 작업 기억(working memory)의 장애가 일관되게 보고되고 있다(Marchetta, Hurks, Krabbendam, & Jolles, 2008; Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005; Murphy, Barkley, & Bush, 2001). 작업 기억은 몇 초 동안 정보를 실시간으로 파악(maintenance)하고 조작(manipulation)하는 다중 요소 체계로, 정보의 통합 및 주의 할당에 관여하는 중앙 집행기(central executive), 언어 정보의 처리에 관여하는 음운 루프(phonological loop)와 시공간 정보의 처리에 관여하는 시공간 잡기장(visuospatial sketchpad)으로 구성된다(Baddeley & Hitch, 1974). 작업 기억은 억제, 이해, 추론 및 문제 해결 등과 같은 상위 인지 기능에 영향을 미치는 기능이며(Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Mariani & Barkley, 1997), 또한 ADHD의 대표적인 증상인 부주의와 관련되어 있다고 보고되고 있다(Gathercole et al., 2008; Klingberg et al., 2005; Kofler, Rapport, Bolden, Sarver, & Raiker, 2010). 예를 들어 ADHD 환자군을 대상으로 작업 기억 훈련을 실시한

Klingberg 등(2005)은 작업 기억 훈련 이후 ADHD 환자군의 행동 억제 및 추론 능력이 향상되고 부주의 증상이 감소되는 것을 관찰하였다.

작업 기억의 평가에 n -back 과제가 널리 사용되며, 이 과제는 연구 참여자로 하여금 현재 제시되는 자극이 몇 시행(n 시행) 전에 제시되었던 자극과 일치 혹은 불일치하는지를 판단하여 반응하는 것을 요구한다(Gevins & Cutillo, 1993; Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005). N -back 과제는 정보의 파지 및 조작 처리의 측정에 유용한 것으로 알려져 왔으며(Meegan, Purc-Stephenson, Honsberger, & Topan, 2004; Smith, McEvoy, & Gevins, 1999), 작업 기억 량(working memory load)의 차이에 따른 연구에도 유용하다(Jonides et al., 1997; Nakao, Kodabashi, Yarita, Fujimoto, & Tamura, 2012; Watter, Geffen, & Geffen, 2001). 예를 들어 Jonides 등(1997)은 정상인을 대상으로 n -back 과제를 실시한 결과 ‘ n ’의 수가 커질수록 작업 기억 량이 커지고 이에 따라 유의하게 긴 반응 시간과 낮은 정확률이 나타나는 것을 관찰하였다. 성인 ADHD 환자군의 언어 작업 기억을 n -back 과제를 사용하여 조사한 연구들은 정상통제군에 비해 성인 ADHD 환자군이 유의하게 더 긴 반응 시간과 더 낮은 정확률을 보이는 것을 보고하고 있다(Bayerl et al., 2010; Ehrlis, Bähne, Jacob, Herrmann, & Fallgatter, 2008). 이러한 결과는 ADHD 환자가 언어 작업 기억의 장애를 가지고 있는 것을 시사한다.

뇌 영상 연구들은 작업 기억을 구성하는 요소들이 전두-두정(fronto-parietal), 선조체(striatum) 및 소뇌(cerebellum) 영역에 의해 통제되는 것으로 보고하고 있다(Braver et al., 1997; Chatham et al., 2011; Constantinidis & Wang, 2004; Postle & D'Esposito, 2000; Smith & Jonides, 1998; Wolf et al., 2009). 정상인들을 대상으로 언어 작업 기억의 수행 동안 활성화 되는 영역을 조사한 뇌 영상 연구들에 따르면, 전두 영역에

포함되는 복측 전전두 피질(ventral prefrontal cortex)과 배측 전전두 피질(dorsal prefrontal cortex), 그리고 두정 영역의 하두정 피질(inferior parietal cortex) 등이 활성화되는 것이 관찰되었다(Barch et al., 1997; Petrides, Alivisatos, Meyer, & Evans, 1993). 반면 성인 ADHD 환자를 대상으로 언어 작업 기억의 수행 동안 활성화 되는 영역을 조사한 뇌 영상 연구들에 따르면, 정상통제군에 비해 성인 ADHD 환자군에서 전전두 영역 및 두정 영역의 활성화가 유의하게 감소하는 것이 일관되게 보고되고 있다(Ehlis et al., 2008; Schweitzer et al., 2000; Valera, Faraone, Biederman, Poldrack, & Seidman, 2005; Valera et al., 2010). 따라서 성인 ADHD 환자군에서 관찰되는 언어 작업 기억의 장애가 전전두피질 및 두정 피질의 기능적 이상과 관련되어 있는 것으로 이해되고 있다.

우수한 공간 해상도(spatial resolution)를 가지는 뇌 영상 기법들이 언어 작업 기억에 관여하는 뇌 영역들을 밝히는 데에 큰 공헌을 하지만 뇌 영역들의 연속적인 활성화에 관한 정보 제공에는 다소 제한적이다. 반면, 사건관련전위(event related potentials; ERPs)는 시간 해상도(temporal resolution)가 뛰어나 자극의 처리 과정을 밀리초(milliseconds; ms) 수준에서 관찰할 수 있으며, 작업 기억과 같은 인지 기능의 연구에 매우 유용하게 사용된다(Luck, 2005). 사건관련전위는 특정 정보를 내포하는 자극의 제시와 관련하여 초래되는 뇌의 전기적인 활동을 의미하며, 정보 처리 과정의 각 단계들을 반영하는 정적 전위(positive potential) 혹은 부적 전위(negative potential)를 띄는 일련의 정점(peak) 혹은 요소(component)들로 구성된다(Hillyard & Kutas, 1983).

N -back 과제와 사건관련전위를 사용하여 언어 작업 기억을 조사한 연구들은 n -back 과제 수행 시 네 가지 사건관련전위 요소가 관찰됨을 비교적 일관되게 보고하고 있다. 첫 번째 요소인 N100은 자극 제시 후 80~150ms 동안

주로 전두 영역에서 관찰되는 부적 정점으로, 시각적으로 처리된 자극이 무엇 인지를 구별하는 초기 감각요소(Gevins et al., 1996) 혹은 선택 주의 (Hillyard, Hink, Schwent, & Picton, 1973)를 반영하는 것으로 알려져 있다. 두 번째 요소는 P150으로 자극 제시 후 140~200ms 동안 전두-중앙 영역에서 관찰되는 정적 정점으로, 주의 또는 작업 기억 처리 중 자원의 접근 (engagement)(Myatchin & Lagae, 2013) 및 자원의 선택(Keage et al., 2008)을 반영하는 것으로 이해되고 있다.

N-back 과제 수행 동안 관찰되는 사건관련전위의 세 번째 요소는 자극 제시 후 190~310ms 동안 전두-중앙 영역에서 관찰되는 부적 정점인 N250이다. N250은 언어 작업 기억 처리 중 파지한 자극의 인출 (retrieval)(Missonnier et al., 2003) 및 현재 제시되는 자극과 파지된 자극의 일치 혹은 불일치의 탐지(detection)과정(Daffner et al., 2011)을 반영하는 것으로 알려져 있다. 네 번째 요소는 자극 제시 후 250~500ms 동안 전두-두정 영역에서 관찰되는 정적 정점인 P300으로, 탐지된 자극 중 일치 혹은 불일치 자극을 분류(categorization)하는 과정(McEvoy, Smith, & Gevins, 1998) 및 기억 최신화(Donchin, 1981; Donchin & Coles, 1988)를 반영하는 것으로 이해되고 있다.

ADHD 환자를 대상으로 *n*-back 과제와 사건관련전위를 사용하여 언어 작업 기억에 대해 조사한 연구들은 ADHD 환자군이 정상통제군에 비해 N250의 잠재기(latency)가 유의하게 지연됨을 보고하고 있다(Keage et al., 2008; Missonnier et al., 2013). 이에 덧붙여서 정상통제군에 비해 ADHD 환자군에서 유의하게 감소된 P300 진폭(amplitude)과 지연된 P300 잠재기가 관찰되었다(Keage et al., 2008). 이러한 연구 결과는 ADHD 환자에서 관찰되는 언어 작업 기억 장애의 신경 생리적 기체에 관한 정보를 제공한다.

성인 ADHD 진단은 주로 DSM-IV(Diagnostic and Statistical Manual of

Mental Disorders; American Psychiatric Association, 1994)에 제시되어 있는 진단 준거에 의해 이루어지는데, 이 중 일부는 성인 ADHD 진단에 적합하지 않는 것으로 여겨지고 있다. 예를 들어 진단 준거 중 하나인 7세 이전의 ADHD 병력의 확인이 성인 ADHD 진단을 어렵게 하고(Adler, Shaw, Sitt, Maya, & Morrill, 2009; Faraone et al., 2006), 주의 결함을 경험하는 성인의 경우 약물 남용, 기분장애 및 불안장애를 포함한 다양한 공병을 경험하고 있고 이러한 공병으로 인하여 ADHD가 아닌 다른 장애로 진단될 가능성이 높음이 보고되고 있다(Kessler et al., 2006).

따라서 본 연구에서는 ADHD 성향을 가지고 있는 대학생들을 대상으로 이들의 언어 작업 기억을 사건관련전위와 n -back 과제를 통해 알아보려고 하였다. 즉, 성인 ADHD 성향군에서 언어 작업 기억의 장애가 n -back 과제의 수행 저하로 관찰되는지, 또한 이 장애가 언어 작업 기억과 관련 있는 사건관련전위의 요소인 N250과 P300에 반영되는지를 알아보려고 하였다. 특히 약물을 복용하지 않고 공병을 가지고 있지 않지만 주의 결함을 호소하는 성향군을 대상으로 한 본 연구 결과는 ADHD 환자군이 경험하는 언어 작업 기억 장애의 근본적인 신경병리적 기제의 이해에 유용한 정보를 제공할 것으로 여겨진다.

II. 이론적 배경

1. 언어 작업 기억

언어 작업 기억은 복잡한 인지 과제의 수행에 필요한 언어 정보(숫자, 철자, 단어)를 실시간으로 파지하고 조작하는 일련의 인지적 처리과정으로 정의된다(Baddeley, 1996). 즉 언어 작업 기억은 언어 이해, 추론, 계획, 문제 해결 등과 같은 인지 기능에 중요한 내적 처리과정으로, 언어 정보를 마음속으로 암송함으로써 짧은 시간 동안 기억 속에 저장하고, 저장한 정보를 조작하는 한정된 용량 체계로 정의된다(Baddeley & Hitch, 1974; 1994). 언어 작업 기억의 평가에 n -back 과제가 널리 사용되고 있다(Jansma, Ramsey, Coppola, & Kahn, 2000; Owen et al., 2005).

N -back 과제는 정보의 파지뿐만 아니라, 정보의 인출, 모니터링(monitring), 최신화 등의 조작 처리의 측정에 유용한 것으로 알려져 왔다(McElree, 2001; Meegan et al., 2004). 과제의 조건은 현재 제시되는 자극과 n 시행 전에 제시된 자극을 서로 비교하여 두 자극이 일치하는 일치 조건, 그리고 일치하지 않는 불일치 조건으로 구성된다(Gevins & Cutillo, 1993). 예를 들어 'n'의 수에 따라 1-back 과제의 경우 1 시행 전에 제시된 자극을 짧은 시간 동안 기억하여 현재 제시된 자극과 서로 비교하는 것이 요구되며, 2-back 과제의 경우 2 시행 전의 자극과 현재 제시된 자극을 서로 비교하는 것이 요구된다. N -back 과제에서 'n'의 수는 파지 및 조작 과정을 요구하는 작업 기억 량에 비례하며(Fletcher & Henson, 2001), 정상인을 대상으로 n -back 과제를 사용한 연구들은 'n'의 수가 커질수록 유의하게 긴 반응 시간과 낮은 정확률을 보이는 것으로 보고하고 있다(Jonides, 1997; Keeser et al., 2011).

N -back 과제를 사용하여 성인 ADHD 환자의 언어 작업 기억을 조사한 연구들은 성인 ADHD 환자군이 언어 작업 기억의 장애를 가지고 있음을 보고하고 있다(Bayerl et al., 2010; Ehlis et al., 2008). 예를 들어 Bayerl 등 (2010)은 철자를 사용한 2-back 과제에서 성인 ADHD 환자군이 정상통제군에 비해 유의하게 더 긴 반응 시간을 보임을 보고하였다.

언어 작업 기억의 대뇌기제를 조사한 뇌 영상 연구들은 n -back 과제의 수행동안 전두 영역에 포함되는 복외측 전전두 피질 및 배외측 전전두 피질, 그리고 두정 영역의 활성화가 증가하는 것을 보고하고 있다(Awh et al., 1996; Cohen et al., 1997; Jansma et al., 2000; Smith & Jonides, 1997). 특히 좌반구 하전두회(left inferior frontal gyrus: Broca's area)가 마음속으로 하는 암송(subvocal rehearsal)에, 후측 두정 피질(posterior parietal cortex)이 저장 및 최신화에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 배측 전전두 피질은 조작에 관여하는 것으로 알려져 있다(Cabeza & Nyberg, 2000; D'Esposito et al., 1998; Fiez et al., 1996; Smith & Jonides, 1998; Wager & Smith, 2003).

성인 ADHD 환자군에서는 정상통제군에 비해 전전두엽 및 두정엽의 활성화가 유의미하게 감소됨이 관찰되고 있다(Bayerl et al., 2010; Ehlis et al., 2008; Valera et al., 2005). 예를 들어 Bayerl 등(2010)은 철자를 이용한 2-back 과제를 사용하여 성인 ADHD 환자와 정상인을 대상으로 fMRI(functional magnetic resonance imaging)를 실시한 결과 성인 ADHD 환자군의 우반구 하두정 피질(right inferior parietal cortex)의 활성화가 정상통제군에 비해 유의하게 감소되어 있는 것을 발견하였다. 이는 ADHD 환자군에서 관찰되는 n -back 과제의 수행 저하가 전두 및 두정 영역의 구조 및 기능의 이상과 관련이 있음을 시사한다.

2. 사건관련전위와 *n*-back 과제를 사용한 언어 작업 기억 연구

N-back 과제와 사건관련전위를 사용하여 언어 작업 기억을 조사한 연구들은 과제 수행 동안 네 가지 사건관련전위 요소가 관찰됨을 비교적 일관되게 보고하고 있다. 첫 번째 요소인 N100은 자극 제시 후 80~150ms 동안 주로 전두 영역에서 관찰되는 부정적 정점으로, 자극의 시각적 분석 과정을 반영한다 (Eimer, 1994; Gevins et al., 1996). 즉 N100은 시각적으로 처리된 자극이 무엇인지를 인지하는 영역인 복측 흐름(ventral stream)에 의해 관여되는 감각 요소이다. 또한 N100은 작업 기억의 처리 과정 중 초기 단계에 해당하는 선택주의의 지표로 보고되고 있는데(Hillyard et al., 1973), 예를 들어 Hillyard(1973)는 정상인을 대상으로 한 연구에서 주의를 준 자극이 주의를 주지 않은 자극에 비해 더 큰 N100 진폭을 나타냄을 관찰하였다.

N-back 과제 수행 동안 관찰되는 사건관련전위의 두 번째 요소는 자극 제시 후 140~200ms 동안 주로 전두-중앙 영역에서 관찰되는 정적 정점인 P150이다. P150은 주의 또는 작업 기억 처리 중 자원의 접근(McEvoy, Pellouchoud, Smith, & Gevins, 2001; Myatchin & Lague, 2013) 및 자원의 선택(Keage et al., 2008)을 반영하는 것으로 이해되고 있다. 예를 들어 McEvoy 등(2001)은 정상인을 대상으로 작업 기억을 조사한 연구에서 청년 집단이 노인 집단에 비해 P150의 진폭이 유의하게 더 작음을 관찰하였는데, 이는 작업 기억 과제를 수행할 때 청년 집단이 노인 집단에 비해 주의 자원(attentional resources)을 더 적게 사용한다는 것을 의미하며 즉 청년 집단이 과제를 수행하는데 더 효율적인 전략을 이용하는 것이라 설명하였다.

세 번째 요소는 N250으로 자극 제시 후 190~310ms 동안 전두-중앙 영역에서 관찰되는 부정적 정점이며 파지한 자극의 인출 및 자극의 일치 혹은 불일치의 탐지 과정을 나타낸다(Daffner et al., 2011; Missonnier et al.,

2003). Daffner 등(2011)은 N250이 현재 제시된 자극과 이전에 기억된 자극 간의 불일치에 민감하며, 일치할 경우에도 나타나지만 그 진폭이 불일치할 경우보다 작다고 보고하였다. 또한 N250에 반영되는 일치 혹은 불일치 탐지 과정의 손상은 뒤이은 P300 진폭의 감소와 연관이 있다고 보고하였다.

N-back 과제의 수행동안 관찰되는 사건관련전위의 네 번째 요소는 P300으로 자극 제시 후 250~500ms 동안 전두-두정 영역에서 관찰되는 정적 정점이 다(Polich, 2007; Saliassi, Geerligs, Lorist, & Maurits, 2013; Segalowitz, Bernstein, & Lawson, 2001). P300은 자극의 분류(Kok, 2001) 및 기억 최신화(Donchin & Coles, 1988; Donchin, 1981)를 반영하는 것으로 알려져 있다. 즉 *n*-back 과제의 수행 시 P300은 불일치 조건에 해당하는 자극보다 일치 조건에 해당하는 자극에서 더 큰 진폭과 더 짧은 잠재기를 보이는데, 이는 P300이 현재 나타난 자극이 이전에 기억된 자극과 일치 혹은 불일치를 탐지하여 일치 자극만을 분류해내는 과정을 반영한다는 것을 나타낸다(McEvoy et al., 1998). 또한 *n*-back 과제는 일치 자극이 정해져 있지 않아서, 다음에 나타날 새로운 자극이 일치 조건인지를 평가하기 위해서는 각각의 자극들을 최신화하는 것이 요구된다(Gevins & Smith, 2000; Wild-Wall, Falkenstein, & Gajewski, 2011). 예를 들어 Gevins와 Smith(2000)는 2-back 과제를 사용하여 작업 기억의 신경 생리적 기전을 조사하였는데, 일치 조건이 불일치 조건에 비하여 더 큰 P300 진폭, 그리고 더 짧은 P300 잠재기를 관찰하였다. 이러한 결과는 일치 조건과 불일치 조건을 처리하는 과정에 차이가 있다는 것을 시사한다. 이에 덧붙여서 Wild-Wall 등(2011)은 정상인을 대상으로 언어 작업 기억을 조사한 연구에서 중년 집단이 청년 집단에 비해 P300의 진폭이 유의하게 감소되어 있음을 관찰하였으며, 이는 중년 집단이 청년 집단에 비해 정보를 효율적으로 최신화하지 못하는 것이라 설명하였다. P300의 근원지를 국재화한 연구들은 P300의 근원지로 여러 뇌 영역들,

예를 들어 배외측 전전두 피질, 복외측 전전두 피질 및 하두정엽(inferior parietal lobule) 및 내측 하두정 피질(medial posterior parietal cortex) 등을 보고하고 있으며(Nakao et al., 2012), 이는 뇌 영상 연구에서 보고되고 있는 전전두 피질의 파지, 조작 및 모니터링 역할을 지지하는 결과이다.

3. 사건관련전위에서 관찰되는 ADHD 환자의 언어 작업 기억 장애

사건관련전위와 n -back 과제를 사용하여 ADHD 환자의 언어 작업 기억을 조사한 선행연구들의 결과는 다음과 같다. N100과 P150의 경우 ADHD 환자군은 정상통제군과 비교하여 진폭과 잠재기에서 유의미한 차이를 나타내지 않았다(Keage et al., 2008). 이는 n -back 과제를 수행하는 동안 ADHD 환자군의 시각적 처리, 주의 및 자원의 선택하는 기능이 정상 수준으로 유지되는 것으로 이해되고 있다.

N250의 경우 ADHD 환자군은 정상통제군에 비해 유의하게 지연된 잠재기를 나타내었다(Keage et al., 2008; Missonnier et al., 2013). 이는 ADHD 환자군에서 파지한 언어 작업 기억으로부터 관련된 정보를 인출하는 기능이 저하되어 있음을 의미한다(Karayanidis et al., 2000).

P300의 경우 ADHD 환자군이 정상통제군에 비해 유의하게 감소된 P300 진폭과 지연된 잠재기를 보인다(Keage et al., 2008). 이는 ADHD 환자군의 파지할 수 있는 작업 기억 능력의 저하와 최신화 과정 중 일치 자극과 불일치 자극을 분류하는데 더 오래 걸린 것을 시사한다(Watter et al., 2001). 이러한 연구 결과는 ADHD 환자의 언어 작업 기억 장애가 이와 관련된 뇌 구조 및 뇌 기능의 장애에 의한 것임을 시사한다.

4. 성인 ADHD 성향군의 언어 작업 기억 장애

N-back 과제를 사용하여 언어 작업 기억을 조사한 연구들 중 성인 ADHD 성향군을 대상으로 한 연구들의 수는 극히 제한되어 있지만, 성인 ADHD 성향군이 언어 작업 기억의 장애를 가지고 있음이 보고되고 있다(Engelhardt, Nigg, Carr, & Ferreira, 2008). 예를 들어 Engelhardt 등(2008)이 성인 ADHD 성향군을 대상으로 언어 작업 기억 검사를 실시한 결과, 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 저하된 수행을 보임을 보고하였다.

또한 뇌 영상 연구에서는 Cocchi 등(2012)이 약물을 복용하지 않은 성인 ADHD 성향군을 대상으로 한 연구에서 정상통제군에 비해 성인 ADHD 성향군의 전두, 측두, 후두 피질의 비정상적 연결을 보고하였는데, 이는 성인 ADHD 성향군이 언어 작업 기억 장애와 관련된 신경 생리적 이상이 있을 가능성을 시사한다.

Ⅲ. 연구 문제 및 가설

본 연구는 2-back 과제와 사건관련전위를 사용하여 성인 ADHD 성향군의 언어 작업 기억을 알아보고자 하며 연구 문제 및 가설은 다음과 같다.

연구 문제 1. 성인 ADHD 성향군과 정상통제군이 2-back 과제와 사건관련전위에서 차이를 보일 것인가?

가설 1. 2-back 과제에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 더 긴 반응 시간과 더 낮은 반응 정확률을 보일 것이다.

가설 2. 사건관련전위에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 더 지연된 N250 잠재기를 보일 것이다.

가설 3. 사건관련전위에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 더 작은 P300 진폭과 더 지연된 P300 잠재기를 보일 것이다.

IV. 연구 방법

1. 연구 대상

수도권 소재 대학에 재학 중인 대학생 2200명을 대상으로 Adult ADHD Self-Report Scale(ASRS)과 Conners' Adult ADHD Rating Scales-한국판(CAARS-K)을 실시하였다. ASRS의 경우 part A(ADHD 증상을 가장 잘 예측하는 6문항)에서 4점 이상, 총점이 24점 이상(Kessler et al., 2005)을 받고, CAARS-K의 경우 하위척도 중 하나인 ADHD 지수가 상위 10%(T점수 65점 이상)에 해당하는 점수를 받은 20명의 학생들을 성인 ADHD 성향군(남 5명; 여 15명)으로 선정하였다. ASRS의 part A가 3점 이하, 총점이 16점 이하를 받으며, CAARS-K의 ADHD 지수가 하위 10%에 해당하는 점수를 받은 20명의 학생들을 정상통제군(남 8명; 여 12명)으로 선정하였다. CAARS를 개발한 Conners 등(1999)은 북미 지역의 성인들을 대상으로 한 기준을 바탕으로 ADHD 지수의 T점수가 65점 이상일 경우 성인 ADHD 환자일 가능성이 있는 것으로 해석할 수 있다고 제안하였으며, 또한 여러 소척도의 반응 양상을 검토하는 것을 추천하고 있다. 국내에서는 장문선과 곽호완(2007)이 ADHD 지수의 T점수 65점을 성인 ADHD 성향군의 cut-off 점수로 사용하였다. 본 연구에서는 수도권 소재 대학생 2200명의 설문 결과를 바탕으로 ADHD 지수의 T점수 65점을 cut-off 점수로 사용하였으며, 이는 약 상위 10%에 해당하였다. 모든 연구 대상자들이 신체질환, 신경과 질환, 정신장애, 약물 및 알코올 중독의 병력을 가지고 있지 않았다는 것을 확인하기 위해 구조화된 임상 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP, First, Gibbon, Spitzer, & Williams, 1996)을 실시하였다. 또한 한국형 웨슬러 성인지능검사 단축형을 실시하여 지능지수를 추정하였

으며, 오른손잡이만을 연구 대상에 포함하였다. 연구 참여자들에게 연구 목적 및 절차 등을 설명한 후 연구 참여에 대한 동의서를 얻었으며, 연구 참여에 대한 사례비가 지급되었다.

2. 평가 도구

2.1. 성인 ADHD 척도

1) Adult ADHD Self-Report Scale-v1.1 (ASRS-v1.1) Symptom Checklist

ASRS는 성인 ADHD 정도를 평가하는 자기 보고형 도구로써 DSM-IV-TR의 18개 ADHD 진단척도를 0-4점의 평정척도로 평가하도록 이루어져 있으며, 총점은 0~72점이다(Adler, Kessler, & Spencer, 2003). 이 중 ADHD 증상을 가장 잘 예측하는 6문항(part A)에서 4점 이상의 점수를 얻으면 성인 ADHD일 가능성이 매우 높으며, 추가적으로 증상과 관련되어 나타나는 손상의 수준 및 어린 시절의 증상을 확인하여 진단의 정확성을 높일 수 있다(Kessler et al., 2005). 또한 총점이 17~23점 사이의 점수를 받은 경우 ADHD일 가능성이 있으며, 24점 이상은 ADHD일 가능성이 매우 높은 것을 의미한다(Kessler et al., 2005). 본 연구에서는 Kim, Lee, & Joung(2013)이 번안한 한국판이 사용되었다.

2) Conners' Adult ADHD Rating Scales-한국판(CAARS-K)

CAARS는 성인 ADHD 정도를 평가하는 자기 보고형 도구로써 0-3점의 평정척도로 이루어져 있으며, 총 66개 문항으로 구성되어 있다(Conners, Erhardt, & Sparrow, 1999). 총점은 0~198점이며, 4개의 소척도(부주의-기억, 과잉행동-초조, 충동-정서적 불안정성, 자기개념), 1개의 ADHD 지수

(임상군과 정상군을 가장 잘 변별해주는 것으로 나타났던 문항들) 그리고 DSM-IV 증상척도 2가지인 부주의 증상과 과잉활동 및 충동성 증상 등의 총 7개의 하위척도로 구성되어있다(Conners et al., 1999). 본 연구에서는 김호영, 이주영, 조상수, 이임순과 김지혜(2005)가 번안한 한국판을 사용하였다.

2.2. 임상 척도

1) DSM-IV 축 I 장애를 위한 구조화된 임상 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP)

SCID는 DSM-IV 진단 기준에 따라 축 I 장애를 진단하기 위한 반구조화된 면담도구이다(First et al., 1996). 증상의 유무를 검사자가 질문하며 수검자의 응답에 따라 다음 장애군으로 넘어가는 진단결정분기도(decision making tree)를 사용한다. 기록은 각 문항 당 1 (없음 혹은 해당 안 됨), 2 (역치 미만), 3 (역치 또는 해당됨)으로 한다. 면담자간 신뢰도는 .70이며, 본 연구에서는 한오수 등(2000)이 번안한 것을 사용하였다.

2.3. 지능 검사

1) 한국형 웨슬러 성인지능검사(K-WAIS) 단축형

K-WAIS(염태호, 박영숙, 오경자, 김정규와 이영호, 1992)의 소검사들 중 차례 맞추기, 어휘, 토막 짜기, 산수를 포함하는 단축형 지능검사를 실시하여 지능지수를 추정하였다(Silverstein, 1989).

3. 실험 절차

3.1 언어 작업 기억 과제

언어 작업 기억의 평가에는 2-back 과제를 사용하였다. 실험은 두 가지 조건, 즉 현재 제시되는 자극이 2 시행 전에 제시된 경우인 일치 조건과 현재 제시되는 자극이 2 시행 전에 제시되지 않은 경우인 불일치 조건으로 구성되었으며, 실험 자극은 1에서 4까지의 숫자를 사용하였다. 총 360시행(일치 조건이 30%, 불일치 조건이 70%)을 두 블록으로 나누어 실시하였으며 두 조건들을 무작위로 제시하였다. 실험은 일치 조건에는 가능한 한 빠르고 정확하게 반응하는 것이 요구된 반면, 불일치 조건에서는 반응하지 않는 것이 요구되었다.

2-back 과제의 자극은 E-Prime version 1.2(Psychology Software Tools, Inc) 프로그램을 사용하여 실시하였다. 연구대상자와 모니터 간의 거리는 80cm이었고 모든 자극에 Times New Romans 글꼴을 사용하였으며 자극의 크기는 170(3.0cm × 4.3cm)으로, visual angle은 3.5° × 3.8° 으로 하였다. 모든 자극은 검은 배경에 흰색 숫자(1에서 4까지)로 컴퓨터 화면의 중앙에 500ms 동안 제시되었다. 자극 제시 전 시선 고정점으로 십자표시(“+”)가 1500ms 동안 나타났고, 자극 제시 후 검은 화면(blank)이 500ms 동안 나타났다. 본 실험에 앞서 버튼 연습, 조건에 따른 지시사항 및 실험 절차의 이해를 돕는 연습 시행을 실시하였다.

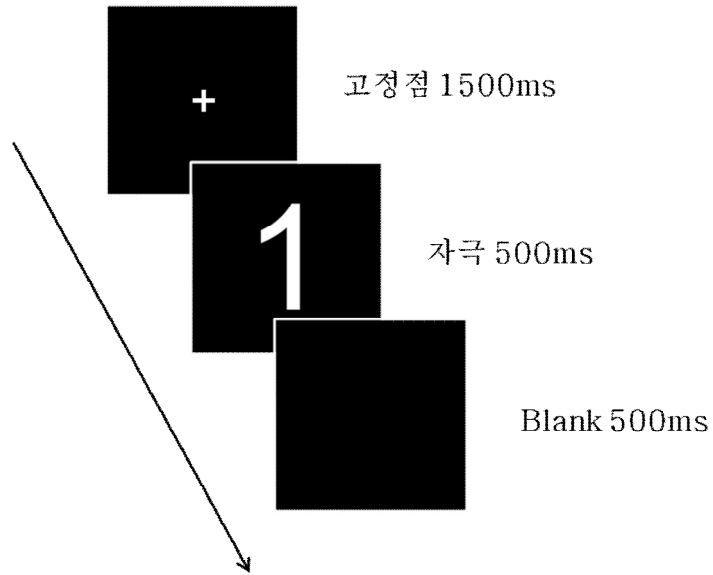


그림 1. 2-back 과제의 자극 제시 순서

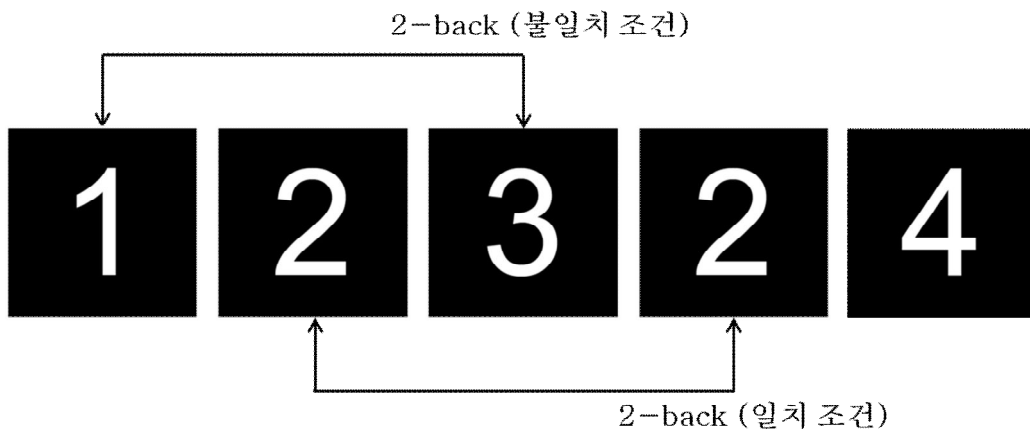


그림 2. 2-back 과제의 두 조건

3.2 사건관련전위의 측정

뇌파는 64 채널의 Geodesic Sensor Net를 사용하여 절연과 방음 시설이 갖추어진 실험실에서 측정되었다. 뇌파 측정 시, 기준위치(reference)는 Cz이었으며 각 채널의 impedance는 50K Ω 이하를 유지하였다(Tucker, 1993). 뇌파는 0.1~100Hz bandpass로 연속적으로 측정하였고, 표본율(sampling rate)은 250Hz이었다. Epoch은 1000ms(자극 제시 100ms 전부터 자극 제시 후 900ms까지)로 구분하였다. 눈 깜박임 등의 artifact를 제거하기 위하여 눈의 깜박임이나 움직임 등을 탐지하기 위한 전극(eye channels: 1번, 5번, 10번, 17번)들에서 측정된 뇌파가 $\pm 100\mu V$ 를 넘을 경우 그 시행을 최종 분석에 포함하지 않았다. 뇌파는 각 자극조건에 따라 분리, 평균하였으며 평균화한 사건관련전위를 0.3~40Hz의 bandpass로 digital filtering하였다.

4. 자료 분석

4.1 인구통계학적 특성

성인 ADHD 성향군과 정상통제군의 인구통계학적 변인, ASRS 및 CAARS 점수는 독립표본 t -검정(independent sample t -test)을 사용하여 분석하였다.

4.2 행동 자료

성인 ADHD 성향군과 정상통제군의 2-back 과제의 분석에 정반응만이 포함되었다. 일치 자극 조건의 반응 시간은 one-way ANOVA로 분석하였으며, 반응 정확률의 분석에는 혼합설계 변량분석(ANOVA mixed design)으로 분석하였다. 자극 조건(일치와 불일치)을 피험자내 요인(within-subject

factor)으로, 집단(성인 ADHD 성향군과 정상통제군)을 피험자간 요인 (between-subject factor)으로 하였다.

4.3 사건관련전위

사건관련전위의 분석에는 정반응만이 포함되었으며 일치 및 불일치 조건의 전체 평균 사건관련전위(grand average ERP)와 각 연구대상자의 사건관련전위 파형에 근거하여 분석할 사건관련전위 요소와 시간 영역(time window)을 설정하였다.

N100은 자극 제시 후 80~150ms에서 관찰된 가장 큰 부정적 정점(negative peak)으로, P150은 자극 제시 후 140~200ms에서 관찰된 가장 큰 정적 정점(positive peak)으로, 그리고 N250은 자극 제시 후 190~310ms에서 관찰된 가장 큰 부정적 정점으로 정의하였다.

N100, P150 및 N250의 진폭과 잠재기를 혼합설계 변량분석(ANOVA mixed design)으로 분석하였다. 조건(일치와 불일치)과 전극 위치(F3, Fz, F4, FC3, FCz, FC4, C3, Cz, C4)를 피험자내 요인으로, 집단(성인 ADHD 성향군과 정상통제군)을 피험자간 요인으로 하였다.

P300은 자극 제시 후 250~500ms 내에서 나타나는 가장 큰 정적 정점으로 정의하였다. 전극 위치와 조건에서의 진폭과 잠재기를 혼합설계 변량분석으로 분석하였다. 조건(일치와 불일치)과 전극 위치(F3, Fz, F4, FC3, FCz, FC4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4)를 피험자내 요인으로, 집단(성인 ADHD 성향군과 정상통제군)을 피험자간 요인으로 하였다.

각각의 측정치들 간의 분산차로 인하여 구형성 가정이 위배될 경우 Greenhous-Geisser correction을 적용하였다. 분석에 포함된 채널이 그림 3에 진한 원으로 표시되어 있다.

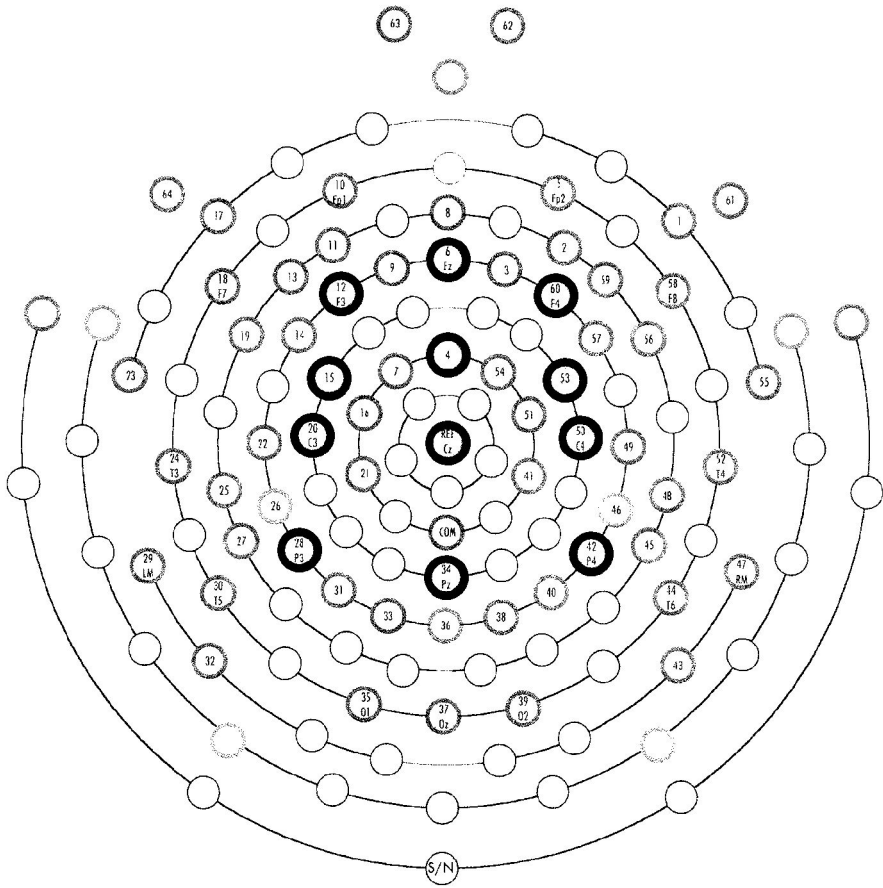


그림 3. 분석에 포함된 채널(진한 원)

V. 연구 결과

1. 인구 통계학적 특성

정상통제군과 성인 ADHD 성향군의 인구통계학적 특성을 분석한 결과가 표 1에 기술되어 있다. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군은 연령, $t(38)=.94$, *ns*, 교육연한, $t(38)=.79$, *ns*, 및 지능, $t(38)=.69$, *ns*, 에서 유의한 차이가 없었다. 반면 성인 ADHD 척도에서는 집단 간 유의한 차이를 보였는데, 즉 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 더 높은 ASRS의 총점, $t(38)=-23.24$, $p<.001$, 과 CAARS의 ADHD 지수, $t(38)=-29.20$, $p<.001$, 를 보였다.

표 1. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군의 인구통계학적 특성

	정상통제군	성인 ADHD 성향군	<i>t</i>
	(<i>n</i> =20)	(<i>n</i> =20)	
	평균 (표준편차)	평균 (표준편차)	
연령(년)	21.95 (1.82)	21.35 (2.21)	.94
교육연한(년)	14.85 (1.27)	14.55 (1.15)	.79
지능지수	116.35 (9.54)	114.40 (8.22)	.69
ASRS 총점	13.10 (3.13)	43.80 (5.01)	-23.24***
CAARS ADHD 지수	3.10 (1.74)	22.65 (2.43)	-29.20***

*** $p<.001$

2. 행동 자료 분석

정상통제군과 성인 ADHD 성향군의 평균 반응 시간과 반응 정확률이 표 2에 제시되어 있다. 일치 조건의 반응 시간의 경우, 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 더 긴 반응 시간을 보이는 경향이 있었으나, 이러한 차이가 통계적으로 유의하지 않았다, $F(1,38)=.12$, *ns*.

반응 정확률의 경우, 자극 조건에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,38)=54.98$, $p<.001$. 즉, 일치 조건에서의 반응 정확률이 불일치 조건에서의 반응 정확률보다 유의하게 낮았다. 또한 자극 조건과 집단 간 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(1,38)=9.05$, $p<.01$. 조건 내에서 집단 간 차이를 확인하고자 반복측정 일원변량분석을 실시하고, 1종 오류의 증가를 방지하기 위해 Bonferroni correction을 적용하였다. 그 결과 일치 조건의 경우, 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 낮은 정확률을 보인 반면, $F(1,38)=8.70$, $p<.01$, 불일치 조건의 경우, 성인 ADHD 성향군과 정상통제군 간의 유의한 차이가 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.46$, *ns*.

표 2. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 2-back 과제에서 보인 평균 반응 시간과 반응 정확률

	정상통제군($n=20$)		성인 ADHD 성향군($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
반응 시간(ms)	412.85 (79.43)		421.80 (82.71)	
반응 정확률(%)	91.30 (7.26)	98.00 (2.34)	81.65 (12.70)	97.50 (2.33)

() 표준편차

표 3. 반응 정확률의 변량분석

변산원	df	F	η^2	p
<u>집단간</u>				
집단	1	7.77**	.17	.01
오차	38	(66.27)		
<u>집단내</u>				
조건	1	54.98***	.59	.00
조건x집단	1	9.05**	.19	.01
조건내 오차	38	(46.25)		

() 오차제곱평균(MSE)

** $p < .01$, *** $p < .001$

3. 사건관련전위 분석

그림 4는 정상통제군과 성인 ADHD 성향군에서 관찰된 일치 조건과 불일치 조건에 의해 유발된 사건관련전위를 전두 영역(Fz), 전두중앙 영역(FCz), 중앙 영역(Cz)과 두정 영역(Pz)에서 전체 평균(grand averaged ERPs)한 것이다. 일치 및 불일치 조건에서 N250의 최대 진폭은 정상통제군과 성인 ADHD 성향군 모두 전두 영역에서 관찰되었으며, P300의 최대 진폭은 정상통제군과 성인 ADHD 성향군 모두 두정 영역에서 관찰되었다.

그림 5는 일치 및 불일치 자극에 의해 유발된 N250과 P300의 사건관련전위 분포(topographical distribution)를 보여준다. N250의 경우, 정상통제군과 성인 ADHD 성향군 모두 일치 조건에 비해 불일치 조건에서 더 큰 활성화를 보였다(특히 Fz). P300의 경우, 정상통제군과 성인 ADHD 성향군 모두 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 더 큰 활성화를 보였으며(특히 Pz), 성인 ADHD 성향군에 비해 정상통제군이 더 큰 활성화를 보였다.

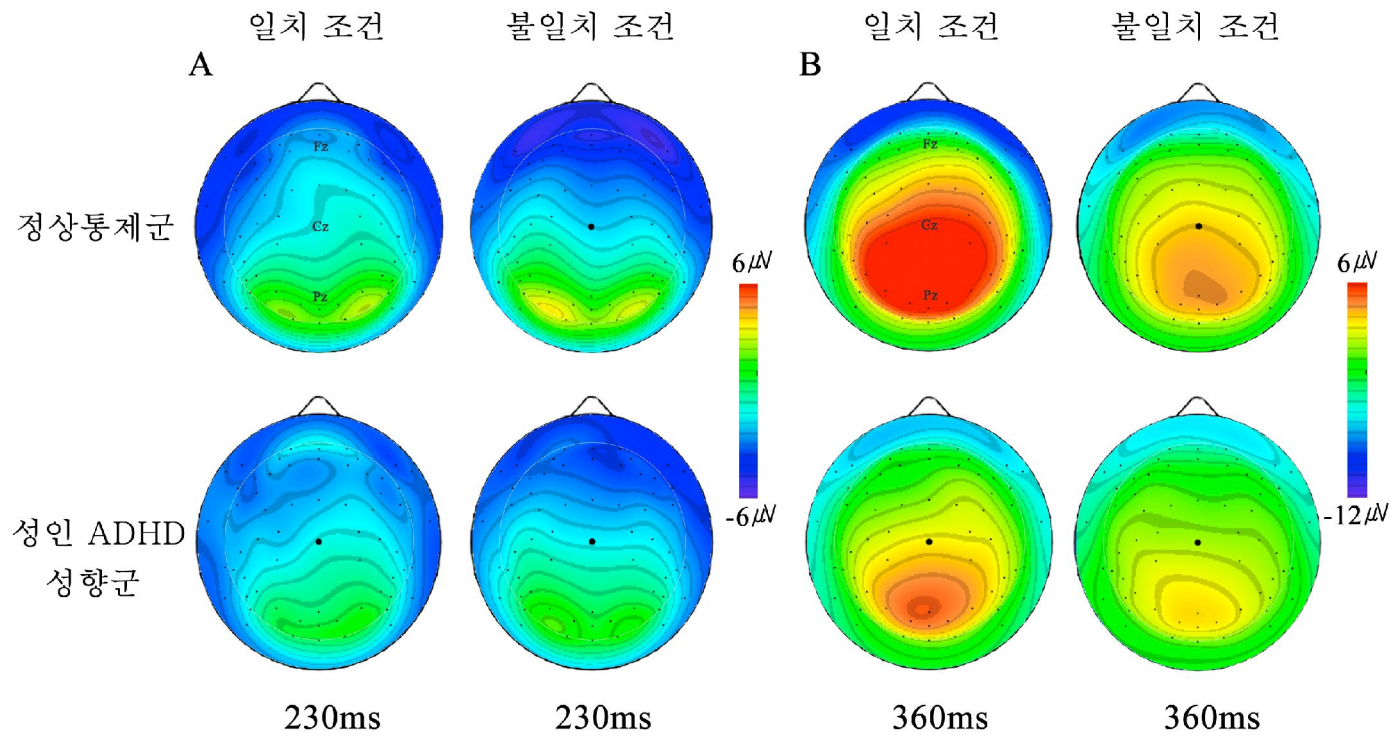


그림 5. 2-back 과제에서 가장 큰 진폭의 N250(A)과 P300(B)이 관찰된 시간대의 전체 채널 사건관련전위 분포

3.1 N100

N100 진폭의 분석 결과, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(8,304)=15.77$, $p<.001$. Fz에서 가장 큰 진폭($-2.13\mu V$)이 관찰된 반면, P4에서 가장 작은 진폭($-1.01\mu V$)이 관찰되었다. 그러나 자극 조건, $F(1,38)=3.54$, ns , 및 집단, $F(1,38)=3.43$, ns , 의 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

N100 잠재기의 경우, 자극 조건, $F(1,38)=.743$, ns , 전극 위치, $F(8,304)=1.33$, ns , 및 집단, $F(1,38)=2.17$, ns , 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 표 3과 4는 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 각 전극 위치에서 보인 N100의 평균 진폭과 잠재기를 두 자극 조건 별로 기술한 것이다.

3.2 P150

P150 진폭의 경우, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(8,304)=34.32$, $p<.001$. FCz에서 가장 큰 진폭($4.60\mu V$)이 관찰된 반면, P3에서 가장 작은 진폭($2.12\mu V$)이 관찰되었다. 그러나 자극 조건, $F(1,38)=.46$, ns , 및 집단, $F(1,38)=.15$, ns , 의 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

P150 잠재기의 경우, 자극 조건, $F(1,38)=3.86$, ns , 전극 위치, $F(8,304)=1.02$, ns , 및 집단, $F(1,38)=.97$, ns , 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 표 5와 6은 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 각 전극 위치에서 보인 P150의 평균 진폭과 잠재기를 두 자극 조건 별로 기술한 것이다.

표 4. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N100 진폭(μ)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	-1.92 (.94)	-1.69 (1.26)	-2.44 (1.38)	-2.19 (1.26)
Fz (6)	-2.19 (1.08)	-1.96 (1.15)	-2.40 (1.27)	-1.98 (1.80)
F4 (60)	-1.90 (1.13)	-1.50 (1.02)	-2.07 (1.08)	-2.00 (1.25)
FC3 (15)	-1.34 (.82)	-1.14 (.73)	-2.02 (1.38)	-1.86 (1.11)
FCz (4)	-1.82 (1.39)	-1.42 (1.58)	-2.44 (1.73)	-1.78 (1.99)
FC4 (53)	-1.40 (1.10)	-.90 (1.35)	-1.61 (1.01)	-1.76 (.88)
C3 (20)	-1.07 (.95)	-.75 (.64)	-1.57 (1.10)	-1.35 (.88)
Cz	-1.72 (1.56)	-1.37 (1.47)	-2.36 (1.20)	-2.40 (1.01)
C4 (50)	-.73 (1.37)	-.61 (1.07)	-1.36 (1.00)	-1.36 (.98)

() 표준편차

표 5. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N100 잠재기(ms)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	111.80 (8.15)	114.20 (7.40)	116.20 (13.26)	117.20 (10.79)
Fz (6)	112.40 (10.54)	116.80 (6.82)	118.60 (10.57)	118.00 (11.28)
F4 (60)	112.40 (11.82)	116.20 (11.27)	118.80 (10.47)	118.60 (11.84)
FC3 (15)	116.80 (11.06)	116.20 (7.84)	118.20 (13.33)	118.20 (13.39)
FCz (4)	115.20 (10.35)	117.20 (7.12)	118.60 (12.33)	118.40 (12.41)
FC4 (53)	113.00 (10.77)	116.60 (8.24)	118.20 (12.00)	119.20 (12.95)
C3 (20)	114.80 (12.04)	116.80 (8.37)	120.60 (14.58)	119.40 (11.63)
Cz	114.40 (10.25)	117.20 (8.22)	122.20 (11.64)	121.00 (11.53)
C4 (50)	115.40 (10.64)	114.00 (11.28)	120.20 (13.39)	120.60 (13.93)

() 표준편차

표 6. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P150 진폭(μV)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	3.89 (2.26)	4.03 (2.48)	4.04 (1.71)	4.04 (1.64)
Fz (6)	4.31 (2.32)	4.25 (1.98)	4.21 (1.82)	4.30 (2.01)
F4 (60)	4.31 (2.28)	4.10 (1.73)	4.21 (1.78)	3.97 (1.98)
FC3 (15)	2.60 (1.89)	3.01 (1.91)	2.58 (1.64)	3.01 (1.51)
FCz (4)	5.00 (2.62)	4.86 (2.45)	4.12 (2.00)	4.44 (2.27)
FC4 (53)	3.99 (2.03)	3.76 (1.83)	3.16 (1.57)	3.12 (1.77)
C3 (20)	1.75 (1.37)	2.17 (1.21)	2.19 (1.42)	2.37 (1.39)
Cz	4.48 (2.39)	4.53 (2.39)	3.99 (2.07)	4.22 (2.00)
C4 (50)	2.56 (1.15)	2.74 (1.39)	2.44 (1.46)	2.40 (1.64)

() 표준편차

표 7. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P150 잠재기(ms)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	163.60 (7.78)	165.20 (8.62)	162.20 (9.74)	165.60 (10.33)
Fz (6)	162.95 (6.50)	163.60 (6.85)	162.80 (9.81)	165.60 (9.92)
F4 (60)	162.20 (9.31)	163.40 (7.60)	163.60 (12.84)	165.60 (9.21)
FC3 (15)	162.80 (7.24)	164.40 (9.26)	164.60 (13.12)	168.40 (13.36)
FCz (4)	163.40 (6.90)	163.00 (6.85)	166.20 (11.35)	167.20 (11.87)
FC4 (53)	165.20 (8.11)	164.60 (7.71)	166.40 (14.24)	166.70 (12.18)
C3 (20)	162.00 (10.66)	163.20 (10.35)	166.00 (14.13)	169.40 (13.81)
Cz	164.20 (8.56)	162.80 (7.47)	166.60 (11.98)	168.20 (12.07)
C4 (50)	162.60 (10.40)	161.00 (8.89)	166.40 (14.12)	168.00 (13.73)

() 표준편차

3.3 N250

N250 진폭을 분석한 결과, 자극 조건, $F(1,38)=5.84, p<.05$, 과 전극 위치, $F(8,304)=14.05, p<.001$, 에서 유의한 차이가 관찰되었다. 자극 조건의 경우 일치 조건에 비해 불일치 조건에서 N250의 진폭이 유의하게 컸으며, 전극 위치의 경우 Fz에서 가장 큰 진폭($-1.85\mu V$)이 관찰된 반면, C4에서 가장 작은 진폭($-0.17\mu V$)이 관찰되었다. 이에 덧붙여서 자극 조건과 전극 위치 간의 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(8,304)=19.23, p<.001$. 즉, Fz, F4, FCz, FC4 채널의 경우, 일치 조건에 비해 불일치 조건에서 더 큰 N250 진폭이 관찰된 반면, F3, Cz, C4 채널에서는 두 조건 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 나머지 FC3, C3 채널의 경우, 일치 조건에 비해 불일치 조건에서 더 작은 N250 진폭이 관찰되었다. 그러나 자극 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았으며, $F(1,38)=.50, ns$, 집단 간 차이도 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.16, ns$. 표 7은 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 각 전극 위치에서 보인 N250의 평균 진폭을 두 자극 조건 별로 기술한 것이다.

N250 잠재기의 경우, 자극 조건에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,38)=14.49, p<.001$. 즉 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 더 빠른 잠재기가 관찰되었다. 이에 덧붙여서 자극 조건과 전극 위치 간의 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(8,304)=3.18, p<.05$. 즉, F3, Fz, F4, FC3, FCz, FC4, Cz 채널의 경우, 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 더 빠른 잠재기가 관찰된 반면, C3와 C4 채널에서는 두 조건 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 또한 전극 위치, $F(8,304)=.51, ns$, 및 집단, $F(1,38)=.43, ns$, 의 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 표 8은 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 각 전극 위치에서 보인 N250의 평균 잠재기를 두 자극 조건 별로 기술한 것이다.

표 8. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N250 진폭(μ)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	-1.85 (2.34)	-2.29 (2.46)	-1.34 (1.56)	-1.41 (1.81)
Fz (6)	-1.39 (2.84)	-3.11 (2.86)	-.82 (2.01)	-2.11 (2.03)
F4 (60)	-1.23 (3.45)	-2.42 (2.39)	-1.00 (1.94)	-2.08 (1.89)
FC3 (15)	-1.12 (1.78)	-.55 (1.80)	-1.10 (1.60)	-.60 (1.40)
FCz (4)	-.54 (3.00)	-1.68 (2.87)	-.93 (2.38)	-1.20 (2.36)
FC4 (53)	-.50 (2.56)	-1.22 (2.30)	-.23 (1.72)	-.88 (1.66)
C3 (20)	-.70 (1.39)	.21 (1.27)	-.71 (1.55)	.24 (1.31)
Cz	-.14 (2.69)	-.29 (2.65)	-.40 (2.09)	-.40 (1.90)
C4 (50)	-.16 (2.14)	-.23 (1.98)	-.03 (1.66)	-.28 (1.44)

() 표준편차

표 9. 평균 N250 진폭의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.16	.00	.70
오차	38	(54.72)		
<u>집단내</u>				
조건	1	5.84*	.13	.02
조건x집단	1	.50	.01	.49
조건내 오차	38	(3.54)		
전극	8	14.05***	.27	.00
전극x집단	8	.88	.02	.54
전극내 오차	304	(2.53)		
조건x전극	8	19.23***	.34	.00
조건x전극x집단	8	.82	.02	.59
조건x전극내 오차	304	(.62)		

() 오차제곱평균(MSE)

* $p < .05$, *** $p < .001$

표 10. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 N250 잠재기(ms)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	216.80 (19.96)	227.40 (24.56)	214.80 (14.92)	227.40 (24.01)
Fz (6)	216.00 (23.07)	226.20 (18.87)	215.40 (14.81)	231.00 (26.24)
F4 (60)	217.00 (20.27)	226.20 (18.65)	217.40 (17.38)	227.80 (17.53)
FC3 (15)	217.00 (25.56)	225.20 (25.10)	212.20 (18.83)	228.80 (28.45)
FCz (4)	219.20 (24.78)	228.60 (24.56)	215.20 (17.78)	233.00 (25.66)
FC4 (53)	218.20 (25.31)	225.80 (22.68)	215.80 (19.31)	229.80 (26.16)
C3 (20)	214.40 (16.89)	221.00 (28.25)	225.60 (29.03)	228.60 (26.79)
Cz	213.40 (18.95)	222.60 (19.30)	225.80 (27.27)	229.80 (25.35)
C4 (50)	213.20 (21.13)	215.20 (20.13)	226.20 (25.35)	227.00 (26.21)

() 표준편차

표 11. 평균 N250 잠재기의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.43	.01	.52
오차	38	(5980.13)		
<u>집단내</u>				
조건	1	14.49***	.28	.00
조건x집단	1	.25	.01	.62
조건내 오차	38	(1079.81)		
전극	8	.51	.01	.85
전극x집단	8	2.99**	.07	.00
전극내 오차	304	(180.90)		
조건x전극	8	3.18*	.08	.02
조건x전극x집단	8	1.18	.03	.31
조건x전극내 오차	304	(109.11)		

() 오차제곱평균(MSE)

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

3.4 P300

P300 진폭을 분석한 결과, 자극 조건, $F(1,38)=26.29$, $p<.001$, 과 전극 위치, $F(11,418)=50.46$, $p<.001$, 와 집단, $F(1,38)=11.45$, $p<.01$, 에서 유의한 차이가 관찰되었다. 자극 조건의 경우 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 P300의 진폭이 유의하게 컸으며, 전극 위치의 경우 Pz에서 가장 큰 진폭 ($7.04\mu V$)이 관찰된 반면, Fz에서 가장 작은 진폭 ($.92\mu V$)이 관찰되었다. 집단의 경우 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 작은 P300 진폭을 보였다. 이에 덧붙여서 자극 조건과 전극 위치 간의 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(11,418)=12.19$, $p<.001$. 즉, F4, FCz, FC4, Cz, C4 채널의 경우, 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 더 큰 P300 진폭이 관찰된 반면, F3, Fz, FC3, C3 채널에서는 두 조건 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 그러나 자극 조건과 집단 간의 상호작용 효과, $F(1,38)=2.25$, ns , 및 전극 위치와 집단 간의 상호작용 효과, $F(11,418)=2.08$, ns , 의 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 표 9는 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 각 전극 위치에서 보인 P300의 평균 진폭을 두 자극 조건 별로 기술한 것이다.

P300 잠재기의 경우, 자극 조건에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,38)=30.51$, $p<.001$. 즉 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 더 빠른 잠재기가 관찰되었다. 그러나 전극 위치, $F(11,418)=2.22$, ns , 자극 조건과 전극 위치 간의 상호작용 효과, $F(11,418)=1.40$, ns , 및 집단, $F(1,38)=.36$, ns , 의 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 표 10은 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 각 전극 위치에서 보인 P300의 평균 잠재기를 두 자극 조건 별로 기술한 것이다.

표 12. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P300 진폭(μV)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	1.58 (3.08)	2.14 (2.51)	1.34 (2.01)	1.35 (1.73)
Fz (6)	1.31 (3.57)	1.26 (2.79)	.87 (2.62)	.26 (2.36)
F4 (60)	3.03 (3.24)	2.37 (1.99)	2.03 (2.65)	1.07 (1.85)
FC3 (15)	3.93 (2.59)	3.95 (2.23)	2.46 (1.55)	2.75 (1.49)
FCz (4)	5.98 (3.51)	4.56 (3.27)	2.97 (2.39)	2.49 (2.68)
FC4 (53)	5.69 (2.98)	3.98 (2.28)	3.68 (2.06)	2.42 (1.80)
C3 (20)	5.62 (2.66)	4.62 (1.54)	3.48 (2.09)	3.46 (1.38)
Cz	8.75 (3.92)	5.90 (3.02)	4.77 (2.51)	3.66 (1.82)
C4 (50)	6.57 (2.58)	4.53 (2.06)	4.16 (1.84)	2.97 (1.41)
P3 (28)	7.50 (2.84)	5.09 (1.21)	4.83 (2.82)	4.06 (1.58)
Pz (34)	9.81 (2.98)	6.42 (2.29)	7.01 (2.45)	4.93 (2.11)
P4 (42)	7.03 (3.03)	5.09 (2.32)	4.74 (1.82)	3.70 (1.72)

() 표준편차

표 13. 평균 P300 진폭의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	11.45**	.23	.00
오차	38	(61.85)		
<u>집단내</u>				
조건	1	26.29***	.41	.00
조건x집단	1	2.25	.06	.14
조건내 오차	38	(10.82)		
전극	11	50.46***	.57	.00
전극x집단	11	2.08	.05	.12
전극내 오차	418	(5.07)		
조건x전극	11	12.19***	.24	.00
조건x전극x집단	11	2.40	.06	.07
조건x전극내 오차	418	(1.31)		

() 오차제곱평균(MSE)

** $p < .01$, *** $p < .001$

표 14. 정상통제군과 성인 ADHD 성향군이 일치 조건과 불일치 조건에서 보인 평균 P300 잠재기(ms)

채널	정상통제군 ($n=20$)		성인 ADHD 성향군 ($n=20$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
F3 (12)	367.00 (27.50)	396.80 (22.12)	367.40 (30.17)	386.20 (30.75)
Fz (6)	365.80 (29.61)	392.80 (21.35)	365.60 (27.30)	393.80 (26.45)
F4 (60)	288.80 (36.28)	390.80 (19.60)	365.20 (28.35)	388.20 (25.91)
FC3 (15)	375.40 (36.46)	392.20 (22.50)	371.20 (29.78)	392.20 (32.17)
FCz (4)	371.20 (35.98)	391.20 (21.15)	367.00 (28.28)	390.20 (31.24)
FC4 (53)	366.80 (35.19)	392.00 (19.60)	365.80 (29.38)	389.00 (32.23)
C3 (20)	377.80 (35.60)	403.60 (28.16)	371.40 (31.42)	392.00 (33.97)
Cz	372.00 (39.11)	397.60 (30.89)	368.20 (27.94)	387.60 (31.01)
C4 (50)	373.80 (39.09)	397.20 (27.62)	368.40 (28.70)	389.30 (30.84)
P3 (28)	377.60 (20.41)	398.80 (32.50)	370.80 (27.44)	380.60 (33.57)
Pz (34)	368.20 (25.55)	392.00 (36.13)	365.20 (30.22)	368.00 (29.82)
P4 (42)	371.20 (24.91)	393.40 (37.93)	366.00 (34.13)	370.00 (32.12)

() 표준편차

표 15. 평균 P300 잠재기의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.85	.02	.36
오차	38	(8669.39)		
<u>집단내</u>				
조건	1	30.51***	.45	.00
조건x집단	1	.90	.02	.35
조건내 오차	38	(3680.43)		
전극	11	2.22	.06	.09
전극x집단	11	1.48	.04	.14
전극내 오차	418	(393.56)		
조건x전극	11	1.40	.04	.17
조건x전극x집단	11	.73	.02	.71
조건x전극내 오차	418	(351.08)		

() 오차제곱평균(MSE)

*** $p < .001$

VI. 논의 및 제한점

1. 논의

본 연구는 ADHD 성향을 가진 대학생들을 대상으로 이들의 언어 작업 기억 장애를 2-back 과제와 사건관련전위를 사용하여 알아보고자 하였다.

행동 분석 결과, 2-back 과제의 반응 시간에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 일치 조건에서 더 긴 반응 시간을 보였으나, 두 집단 간 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 반응 정확률의 경우 두 집단 모두 불일치 조건보다 일치 조건에서 더 낮은 반응 정확률을 보였으며, 정상통제군에 비해 성인 ADHD 성향군이 일치 조건에서 유의하게 낮은 반응 정확률을 보였다. 이는 ADHD 성향군이 언어 작업 기억의 어려움을 가지고 있음을 시사하며, 이 결과는 성인 ADHD 환자군을 대상으로 한 선행 연구의 결과와도 일치한다. 예를 들어 Schecklmann 등(2012)은 철자 2-back 과제를 사용한 연구에서 오반응수와 반응 시간으로 산출된 효율성 점수(efficiency score)가 정상통제군에 비해 성인 ADHD 환자군에서 더 낮음을 관찰하였으며, 즉 성인 ADHD 환자군의 낮은 수행을 보고하였다. 또한 Ehlis 등(2008)은 철자 2-back 과제를 사용한 연구에서 정상통제군에 비해 성인 ADHD 환자군이 비록 통계적으로 유의하지 않지만 일치 조건에서 더 많은 오반응을 보임을 관찰하였으며, 이는 성인 ADHD에서 작업 기억과 관련된 뇌 회로(brain circuits)의 기능 이상을 반영한다고 제안하였다.

사건관련전위 분석 결과 N100의 진폭과 잠재기의 경우, 자극 조건이나 집단 사이의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 ADHD 환자를 대상으로 한 선행 연구의 결과와 일치한다(Keage et al., 2008; Missonnier et al., 2013). N100은 선택 주의의 지표라고 이해되고 있으며(Hillyard et al.,

1973), 따라서 본 연구의 결과는 본 연구에 참여한 ADHD 성향군이 과제 수행 동안 주의를 유지하였던 것을 반영하며, 일치 조건에서 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 낮은 반응정확률을 보인 것이 선택 주의의 결함과 관련되어 있지 않은 것을 시사한다.

P150의 진폭과 잠재기에서도 자극 조건이나 집단 간의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 ADHD 환자를 대상으로 한 선행 연구의 결과와 일치한다(Keage et al., 2008). P150은 작업 기억 처리 중 자원의 접근 및 선택을 반영하는 것으로 이해되고 있다(McEvoy et al., 2001; Myatchin et al., 2013). 따라서 본 연구의 결과는 성인 ADHD 성향군에서 자원에 접근하고, 자원을 선택하는 능력이 유지되고 있음을 시사한다.

N250의 진폭과 잠재기의 경우 조건에 따른 유의한 차이가 관찰되었으나, 집단에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 즉 두 집단 모두 일치 조건에 비해 불일치 조건에서 유의하게 큰 N250 진폭과 더 지연된 N250 잠재기를 보였다. N250은 현재 제시된 자극과 이전에 기억된 자극 간의 불일치, 갈등 과정을 반영한다고 이해되는데(Daffner et al., 2011), 본 연구 결과는 N250 진폭과 잠재기에 관한 이러한 해석을 지지한다.

이에 덧붙여서 본 연구에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 더 지연된 N250 잠재기를 보였으나, 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 ADHD 환자군이 정상통제군에 비해 유의하게 지연된 N250 잠재기를 보인 선행 연구들의 결과와 일치하지 않는 것이다(Keage et al., 2008; Missonnier et al., 2013). 이는 선행 연구와 본 연구에 포함된 연구 대상자들의 남녀 성비에 차이가 있기 때문으로 여겨진다. Valera 등(2010)은 성인 ADHD 환자를 대상으로 fMRI와 2-back 과제를 사용하여 언어 작업 기억 과제 동안의 신경 활성화에서 성차가 존재하는 것을 보고하였다. 즉 ADHD 증상이나 과제 수행에 차이가 없는 성인 ADHD 환자들 중 남성의 경우 동성의 정상통제군에 비해 우반구 전두엽 및 피질하 영역에서 유의하게 감소된 활동

을 나타낸 한편 여성의 경우에는 동성의 정상통제군과 뇌활성화에서 차이를 보이지 않음을 관찰하였다.

ADHD 환자군이 정상통제군에 비해 유의하게 지연된 N250 잠재기를 보임을 관찰한 두 선행 연구의 남녀 비율은 모두 약 4:1로 여성보다 남성의 비율이 더 높다. 반면, 본 연구에 포함된 성인 ADHD 성향군의 남녀 비율은 1:3으로 여성의 비율이 더 높기 때문에 N250 잠재기에서 정상통제군과 성인 ADHD 성향군 간의 유의한 차이가 관찰되지 않은 것으로 여겨진다.

P300 진폭의 경우 자극 조건 및 집단에 따른 유의한 차이가 관찰되었으며, 잠재기의 경우 자극 조건에 따른 차이는 관찰되었으나 집단에 따른 차이가 관찰되지 않았다. 즉 두 집단 모두 불일치 조건에 비해 일치 조건에서 유의하게 더 큰 P300 진폭과 더 짧은 잠재기를 보였다. 작업 기억 과제에서 관찰되는 P300이 어떤 기능을 반영하는가에 대해서는 여러 견해가 있는데, 즉 일부 연구에서는 자극의 분류(Kok, 2001)를 반영하는 것으로 혹은 일부 연구에서는 기억 최신화(Donchin & Coles, 1988; Donchin, 1981)를 반영하는 것으로 설명하고 있다. 또한 김명선, 권준수와 김재진(2004)은 불일치 조건에 비해 일치 조건에서는 기억 내에 있는 신경적 표상(neural representation)이 최신화되는 것에 덧붙여, 자극의 중요성에 대한 의사 결정 과정이 반영되기 때문에 더 큰 P300 진폭을 초래하는 것으로 여겨진다고 설명하였다.

본 연구에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 감소된 P300 진폭을 나타내었다. 이러한 결과는 ADHD 환자를 대상으로 한 선행 연구들의 결과와 일치한다(Keage et al., 2008; Kim, Liu, Glizer, Tannock, & Woltering, 2013). 예를 들어 Keage 등(2008)은 사건관련전위와 *n*-back 과제를 사용하여 ADHD 환자의 작업 기억을 조사한 연구에서, ADHD 환자군이 정상통제군에 비해 중앙 및 두정 영역에서 유의하게 감소된 P300 진폭을 관찰하였다. 나아가 이는 ADHD 환자군에서 작업 기억 처리 과정 중 새로운 정보의 수용, 즉 최신화 과정을 처리하는 능력의 감소를 나타낸

다고 보고하였다. 또한 Kim 등(2013)도 성인 ADHD 환자의 후측두 영역에서 P300 진폭이 감소하는 것을 관찰하였으며, 이는 성인 ADHD 환자의 주의 자원의 할당 능력이 정상 통제군에 비해 비효율적임을 시사하는 것이라고 설명하였다.

P300의 근원지로는 전전두 피질 및 두정 피질 등이 보고되고 있으며(Nakao et al., 2012), 성인 ADHD 환자군을 대상으로 한 뇌 영상 연구들은 정상통제군에 비해 성인 ADHD 환자군의 전전두엽 및 두정엽의 활성화가 유의하게 감소됨을 일관되게 보고하고 있다(Bayerl et al., 2010; Ehlis et al., 2008; Valera et al., 2005). 예를 들어 Ehlis 등(2008)은 철자를 이용한 *n*-back 과제와 기능 근적외선 분광법(Functional Near Infrared Spectroscopy: fNIRS)을 사용하여 성인 ADHD 환자를 대상으로 언어 작업 기억을 조사하였다. 그 결과 정상통제군에 비해 성인 ADHD 환자군의 전전두 영역의 활성화가 유의하게 감소하는 것을 발견하였으며, 이는 ADHD 환자가 마음 속 암송을 담당하는 복측 전전두 피질의 이상으로 인해 언어 작업 기억의 장애가 있음을 주장한 선행연구들의 결과를 지지한다고 보고하였다. 또한 Bayerl 등(2010)은 2-back 과제와 fMRI를 사용하여 성인 ADHD 환자를 대상으로 작업 기억을 조사한 결과 성인 ADHD 환자군의 우반구 하두정 피질의 활성화가 정상통제군에 비해 유의하게 감소되어 있는 것을 발견하였으며, 이는 성인 ADHD 환자의 주의망(attentional network)의 이상을 반영하는 것이라 주장하였다. 이에 덧붙여 ADHD 환자의 작업 기억을 조사한 Kofler 등(2010)은 작업 기억의 장애와 ADHD 환자의 부주의한 행동 사이에 뇌 기능적인 관련성이 있음을 보고하였으며, ADHD 환자에서 인지적 용량의 저하가 중앙 집행기 및 음운 루프 기능의 요구에 미치지 못해 작업 기억의 장애가 나타난다고 설명하였다. 따라서 본 연구에서 성인 ADHD 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 작은 P300 진폭을 보인 결과는, 성인 ADHD 환자군에서 관찰되는 전전두 및 두정영역의 뇌구조 이상 혹은 기능 이상으로 인해 초래되

있을 가능성을 시사한다.

종합하면, 성인 ADHD 성향군과 정상통제군이 2-back 과제의 반응 정확률에서 유의한 차이를 보였다. 즉 일치 조건의 경우 정상통제군에 비해 성인 ADHD 성향군에서 더 낮은 정확률이 관찰되었다. 사건관련전위의 경우 정상통제군에 비해 성인 ADHD 성향군에서 유의하게 감소된 P300 진폭이 관찰되었다. P300 진폭은 자극의 분류 및 기억 최신화를 반영하고 전전두 피질 및 두정엽에서 발생된다고 알려져 있다. 따라서 본 연구의 결과는 성인 ADHD 성향군이 언어 작업 기억의 장애를 가지고 있으며, 이러한 장애가 전전두 피질 및 두정엽의 구조적 및 기능적 이상으로 인해 초래되었을 가능성을 보여주고, 나아가 언어 작업 기억의 장애가 성인 ADHD의 특성 지표일 가능성을 시사한다.

2. 제한점 및 후속연구를 위한 제안

본 연구는 다음의 제한점을 가지고 있다. 첫째, 연구 참여 대상자의 수가 집단 당 20명으로 적다는 점이며, 또한 연구대상자들이 성인기의 초기에 있기 때문에 본 연구 결과를 전체 성인 집단에 일반화시키는 것에 제한이 있다. 둘째, 본 연구에서 참여한 성인 ADHD 성향군을 하위유형(부주의 우세형, 혼합형)에 따라 혹은 성별에 따라 분류하여 구분하지 않았다. 따라서 추후에는 보다 많은 연구대상자를 대상으로 ADHD의 하위 유형별 및 성별 특성을 고려하여 연구해볼 필요성이 있다. 셋째, 본 연구에서는 고밀도 사건관련전위(64 채널)를 사용하였지만 뇌파의 근원지를 명확하게 밝히기에는 제한이 있다. 따라서 근원지 국재화(source localization) 기법(Pascual-Marqui et al., 1994)과 뇌 영상 기법을 추가적으로 사용하면, 성인 ADHD 환자군의 언어 작업 기억에 대한 대뇌 기제를 보다 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김명선, 권준수, 김재진 (2004). 작업 기억의 신경생리적 기전: 사건관련전위 연구. **한국심리학회지: 임상**, **23**(2), 313-326.
- 김호영, 이주영, 조상수, 이임순, 김지혜 (2005). 한국판 Conners 성인 ADHD 평정 척도의 신뢰도 및 타당도 연구: 대학생 표본을 중심으로. **한국심리학회지: 임상**, **24**(1), 171-185.
- 염태호, 박영숙, 오경자, 김정규, 이영호 (1992). **K-WAIS 실시요강**. 서울: 한국 가이던스.
- 장문선, 광호완 (2007). 성인 ADHD 성향집단의 하위군집 탐색: 우울, 자아 존중감 및 대인관계 문제를 중심으로. **한국심리학회지: 임상**, **26**(4), 827-843.
- 한오수, 안준호, 송선희, 조맹제, 김장규, 배재남, 조성진, 정범수, 서동우, 함봉진, 이동우, 박종익, 홍진표 (2000). 한국어 판 구조화 임상면담도구 개발: 신뢰도 연구. **신경정신의학**, **39**(2), 362-372.
- Adler, L. A., Kessler, R. C., & Spencer, T. (2003). *Adult ADHD Self-Report Scale-v1. 1 (ASRS-v1. 1) Symptom Checklist*. New York, NY: World Health Organization.
- Adler, L., Shaw, D., Sitt, D., Maya, E., & Morrill, M. I. (2009). Issues in the Diagnosis and Treatment of Adult ADHD by Primary Care Physicians. *Primary Psychiatry*, *16*(5), 57-63.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders*.
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM 5*. American Psychiatric Association.
- Awh, E., Jonides, J., Smith, E. E., Schumacher, E. H., Koeppe, R. A., & Katz, S. (1996). Dissociation of storage and rehearsal in verbal working

- memory: Evidence from positron emission tomography. *Psychological Science*, 7(1), 25–31.
doi:10.1111/j.1467-9280.1996.tb00662.x
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13468–13472.
doi:10.1073/pnas.93.24.13468
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). *Working memory. The psychology of learning and motivation*, 8, 47–89. Academic Press.
doi:10.1016/s0079-7421(08)60452-1
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485.
doi:10.1037/0894-4105.8.4.485
- Barch, D. M., Braver, T. S., Nystrom, L. E., Forman, S. D., Noll, D. C., & Cohen, J. D. (1997). Dissociating working memory from task difficulty in human prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 35(10), 1373–1380.
doi:10.1016/S0028-3932(97)00072-9
- Barkley, R. A., Fischer, M., Edelbrock, C. S., & Smallish, L. (1990). The adolescent outcome of hyperactive children diagnosed by research criteria: I. An 8-year prospective follow-up study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 29(4), 546–557.
doi:10.1097/00004583-199007000-00007
- Bayerl, M., Dielentheis, T. F., Vucurevic, G., Gesierich, T., Vogel, F., Fehr, C., Stoeter, P., Huss, M., & Konrad, A. (2010). Disturbed brain activation during a working memory task in drug-naive adult patients with ADHD. *Neuroreport*, 21(6), 442–446.
doi:10.1097/WNR.0b013e328338b9be
- Biederman, J. (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder: a selective

- overview. *Biological psychiatry*, 57(11), 1215–1220.
doi:10.1016/j.biopsych.2004.10.020
- Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Jonides, J., Smith, E. E., & Noll, D. C. (1997). A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*, 5(1), 49–62.
doi:10.1006/nimg.1996.0247
- Cabeza, R., & Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of cognitive neuroscience*, 12(1), 1–47. doi:10.1162/08989290051137585
- Chatham, C. H., Herd, S. A., Brant, A. M., Hazy, T. E., Miyake, A., O'Reilly, R., & Friedman, N. P. (2011). From an executive network to executive control: A computational model of the n-back task. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(11), 3598–3619. doi:10.1162/jocn_a_00047
- Cocchi, L., Bramati, I. E., Zalesky, A., Furukawa, E., Fontenelle, L. F., Moll, J., Tripp, G., & Mattos, P. (2012). Altered functional brain connectivity in a non-clinical sample of young adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *The Journal of Neuroscience*, 32(49), 17753–17761. doi:10.1523/JNEUROSCI.3272-12.2012
- Cohen, J. D., Perlstein, W. M., Braver, T. S., Nystrom, L. E., Noll, D. C., Jonides, J., & Smith, E. E. (1997). Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*, 386(6625), 604–608.
doi:10.1038/386604a0
- Conners, C. K., Erhardt, D., & Sparrow, E. P. (1999). *Conners' Adult ADHD rating scales: Technical manual*. New York: Multi-Health Systems.
- Constantinidis, C., & Wang, X. J. (2004). A neural circuit basis for spatial working memory. *The Neuroscientist*, 10(6), 553–565.

doi:10.1177/1073858404268742

- Daffner, K. R., Chong, H., Sun, X., Tarbi, E. C., Riis, J. L., McGinnis, S. M., & Holcomb, P. J. (2011). Mechanisms underlying age- and performance-related differences in working memory. *Journal of cognitive neuroscience*, *23*(6), 1298–1314. doi:10.1162/jocn.2010.21540
- D'Esposito, M., Aguirre, G. K., Zarahn, E., Ballard, D., Shin, R. K., & Lease, J. (1998). Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. *Cognitive Brain Research*, *7*(1), 1–13. doi:10.1016/S0926-6410(98)00004-4
- Donchin, E. (1981). Surprise!... surprise?. *Psychophysiology*, *18*(5), 493–513. doi:10.1111/j.1469-8986.1981.tb01815.x
- Donchin, E., & Coles, M. G. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating?. *Behavioral and brain sciences*, *11*(03), 357–374. doi:10.1017/S0140525X00058027
- Eimer, M. (1994). “Sensory gating” as a mechanism for visuospatial orienting: Electrophysiological evidence from trial-by-trial cuing experiments. *Perception & Psychophysics*, *55*(6), 667–675. doi:10.3758/BF03211681
- Ehlis, A. C., Bähne, C. G., Jacob, C. P., Herrmann, M. J., & Fallgatter, A. J. (2008). Reduced lateral prefrontal activation in adult patients with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) during a working memory task: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Journal of Psychiatric Research*, *42*(13), 1060–1067. doi:10.1016/j.jpsychires.2007.11.011
- Engelhardt, P. E., Nigg, J. T., Carr, L. A., & Ferreira, F. (2008). Cognitive inhibition and working memory in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, *117*(3), 591–605.

doi:10.1037/a0012593

- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*, (pp. 102–134). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Faraone, S., Biederman, J., Spencer, T., Mick, E., Murray, K., Petty, C., Adamson, J., & Monuteaux, M. (2006). Diagnosing adult attention deficit hyperactivity disorder: are late onset and subthreshold diagnoses valid?. *American Journal of Psychiatry*, *163*(10), 1720–1729.
doi:10.1176/appi.ajp.163.10.1720
- Fiez, J. A., Raife, E. A., Balota, D. A., Schwarz, J. P., Raichle, M. E., & Petersen, S. E. (1996). A positron emission tomography study of the short-term maintenance of verbal information. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, *16*(2), 808–822.
- First, M. B., Gibbon, M., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (1996). *User's Guide for the Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders—Research Version*. New York: Biometrics Research Department, New York State Psychiatric Institute.
- Fletcher, P. C., & Henson, R. N. A. (2001). Frontal lobes and human memory insights from functional neuroimaging. *Brain*, *124*(5), 849–881.
doi:10.1093/brain/124.5.849
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Kirkwood, H. J., Elliott, J. G., Holmes, J., & Hilton, K. A. (2008). Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*,

- 18(2), 214–223. doi:10.1016/j.lindif.2007.10.003
- Gevins, A., & Cuttolo, B. (1993). Spatiotemporal dynamics of component processes in human working memory. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 87(3), 128–143.
doi:10.1016/0013-4694(93)90119-G
- Gevins, A., & Smith, M. E. (2000). Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style. *Cerebral Cortex*, 10(9), 829–839. doi:10.1093/cercor/10.9.829
- Gevins, A., Smith, M. E., Le, J., Leong, H., Bennett, J., Martin, N., McEvoy, L., Du, R., & Whitfield, S. (1996). High resolution evoked potential imaging of the cortical dynamics of human working memory. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 98(4), 327–348.
doi:10.1016/0013-4694(96)00288-X
- Hervey, A. S., Epstein, J. N., & Curry, J. F. (2004). Neuropsychology of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neuropsychology*, 18(3), 485.
doi: 10.1037/0894-4105.18.3.485
- Hillyard, S. A., Hink, R. F., Schwent, V. L., & Picton, T. W. (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, 182(108), 177–180. doi:10.1126/science.182.4108.177
- Hillyard, S. A., & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual review of psychology*, 34(1), 33–61.
doi:10.1146/annurev.ps.34.020183.000341
- Jansma, J. M., Ramsey, N. F., Coppola, R., & Kahn, R. S. (2000). Specific versus Nonspecific Brain Activity in a Parametric N-Back Task. *Neuroimage*, 12(6), 688–697. doi:10.1006/nimg.2000.0645
- Jonides, J., Schumacher, E. H., Smith, E. E., Lauber, E. J., Awh, E.,

- Minoshima, S., & Koeppe, R. A. (1997). Verbal working memory load affects regional brain activation as measured by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *9*(4), 462–475. doi:10.1162/jocn.1997.9.4.462
- Karayanidis, F., Robaey, P., Bourassa, M., Koning, D., Geoffroy, G., & Pelletier, G. (2000). ERP differences in visual attention processing between attention-deficit hyperactivity disorder and control boys in the absence of performance differences. *Psychophysiology*, *37*(3), 319–333. doi:10.1111/1469–8986.3730319
- Keage, H. A., Clark, C. R., Hermens, D. F., Williams, L. M., Kohn, M. R., Clarke, S., Lamb, C., Crewther, D., & Gordon, E. (2008). ERP indices of working memory updating in AD/HD: differential aspects of development, subtype, and medication. *Journal of Clinical Neurophysiology*, *25*(1), 32–41. doi:10.1097/WNP.0b013e318163ccc0
- Keeser, D., Meindl, T., Bor, J., Palm, U., Pogarell, O., Mulert, C., Brunelin, J., Möller, H. J., Reiser, M., & Padberg, F. (2011). Prefrontal transcranial direct current stimulation changes connectivity of resting-state networks during fMRI. *The Journal of Neuroscience*, *31*(43), 15284–15293. doi:10.1523/JNEUROSCI.0542–11.2011
- Kessler, R. C., Adler, L., Ames, M., Demler, O., Faraone, S., Hiripi, E., Howes, M. J., Jin, R., Secnik, K., Spencer, T., Ustun, T. B., & Walters, E. E. (2005). The World Health Organization Adult ADHD Self-Report Scale (ASRS): a short screening scale for use in the general population. *Psychological medicine*, *35*(2), 245–256. doi:10.1017/S0033291704002892
- Kessler, R. C., Adler, L., Barkley, R., Biederman, J., Conners, C. K., Demler, O., Faraone, S. V., Greenhill, L. L., Howes, M. J., Secnik, K., Spencer, T., Ustun, T. B., Walters, E. E., & Zaslavsky, A. M. (2006). The

- prevalence and correlates of adult ADHD in the United States: results from the National Comorbidity Survey Replication. *The American journal of psychiatry*, *163*(4), 716–723.
doi:10.1176/appi.ajp.163.4.716
- Kim, J. H., Lee, E. H., & Joung, Y. S. (2013). The WHO Adult ADHD Self-Report Scale: Reliability and Validity of the Korean Version. *Psychiatry investigation*, *10*(1), 41–46. doi:10.4306/pi.2013.10.1.41
- Kim, S., Liu, Z., Glizer, D., Tannock, R., & Woltering, S. (2013). Adult ADHD and working memory: Neural evidence of impaired encoding. *Clinical Neurophysiology*. doi:10.1016/j.clinph.2013.12.094
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *44*(2), 177–186.
doi:10.1097/00004583-200502000-00010
- Kofler, M. J., Rapport, M. D., Bolden, J., Sarver, D. E., & Raiker, J. S. (2010). ADHD and working memory: the impact of central executive deficits and exceeding storage/rehearsal capacity on observed inattentive behavior. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *38*(2), 149–161. doi:10.1007/s10802-009-9357-6
- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, *38*(3), 557–577.
doi:10.1017/S0048577201990559
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique* (p. 21–25). Cambridge, MA: MIT press.
- Marchetta, N. D., Hurks, P. P., Krabbendam, L., & Jolles, J. (2008).

- Interference control, working memory, concept shifting, and verbal fluency in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Neuropsychology*, *22*(1), 74–84. doi: 10.1037/0894-4105.22.1.74
- Mariani, M. A., & Barkley, R. A. (1997). Neuropsychological and academic functioning in preschool boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, *13*(1), 111–129. doi:10.1080/87565649709540671
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *44*(4), 377–384. doi: 10.1097/01.chi.0000153228.72591.73
- McElree, B. (2001). Working memory and focal attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*(3), 817–835. doi:10.1037/0278-7393.27.3.817
- McEvoy, L. K., Smith, M. E., & Gevins, A. (1998). Dynamic cortical networks of verbal and spatial working memory: effects of memory load and task practice. *Cerebral Cortex*, *8*(7), 563–574. doi:10.1093/cercor/8.7.563
- McEvoy, L. K., Pellouchoud, E., Smith, M. E., & Gevins, A. (2001). Neurophysiological signals of working memory in normal aging. *Cognitive Brain Research*, *11*(3), 363–376. doi:10.1016/S0926-6410(01)00009-X
- Meegan, D. V., Purc-Stephenson, R., Honsberger, M. J., & Topan, M. (2004). Task analysis complements neuroimaging: an example from working memory research. *Neuroimage*, *21*(3), 1026–1036. doi:10.1016/j.neuroimage.2003.10.011

- Missonnier, P., Hasler, R., Perroud, N., Herrmann, F. R., Millet, P., Richiardi, J., Malafosse, A., Giannakopoulos, P., & Baud, P. (2013). EEG anomalies in adult ADHD subjects performing a working memory task. *Neuroscience*, *214*(25), 135–146.
doi:10.1016/j.neuroscience.2013.03.011
- Missonnier, P., Leonards, U., Gold, G., Palix, J., Ibáñez, V., & Giannakopoulos, P. (2003). A new electrophysiological index for working memory load in humans. *Neuroreport*, *14*(11), 1451–1455.
doi:10.1097/00001756-200308060-00009
- Murphy, K. R., Barkley, R. A., & Bush, T. (2001). Executive functioning and olfactory identification in young adults with attention deficit–hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, *15*(2), 211–220.
doi: 10.1037/0894-4105.15.2.211
- Myatchin, I., & Lagae, L. (2013). Developmental changes in visuo–spatial working memory in normally developing children: Event–related potentials study. *Brain and Development*, *35*(9), 853–864.
doi:10.1016/j.braindev.2012.11.005
- Nakao, Y., Kodabashi, A., Yarita, M., Fujimoto, T., & Tamura, T. (2012, January). Temporal activities during P3 components on the working memory–related brain regions: N–back ERP study. In *Biomedical and Health Informatics (BHI)*, 2012 IEEE–EMBS International Conference on (pp. 424–427). IEEE. doi:10.1109/BHI.2012.6211606
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human brain mapping*, *25*(1), 46–59.
doi:10.1002/hbm.20131
- Pascual–Marqui, R. D., Michel, C. M., & Lehmann, D. (1994). Low

- resolution electromagnetic tomography: a new method for localizing electrical activity in the brain. *International Journal of psychophysiology*, *18*(1), 49–65. doi:10.1016/0167-8760(84)90014-X
- Petrides, M., Alivisatos, B., Meyer, E., & Evans, A. C. (1993). Functional activation of the human frontal cortex during the performance of verbal working memory tasks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *90*(3), 878–882. doi:10.1073/pnas.90.3.878
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, *118*(10), 2128–2148. doi:10.1016/j.clinph.2007.04.019
- Postle, B. R., & D' esposito, M. (2000). Evaluating models of the topographical organization of working memory function in frontal cortex with event-related fMRI. *Psychobiology*, *28*(2), 132–145.
- Rapport, L. J., Van Voorhis, A., Tzelepis, A., & Friedman, S. R. (2001). Executive functioning in adult attention-deficit hyperactivity disorder. *The Clinical Neuropsychologist*, *15*(4), 479–491. doi:10.1076/clin.15.4.479.1878
- Saliasi, E., Geerligs, L., Lorist, M. M., & Maurits, N. M. (2013). The Relationship between P3 Amplitude and Working Memory Performance Differs in Young and Older Adults. *PloS one*, *8*(5), e63701. doi:10.1371/journal.pone.0063701
- Schecklmann, M., Ehlis, A. C., Plichta, M. M., Dresler, T., Heine, M., Boreatti-Hümmer, A., Romanos, M., Jacob, C., Pauli, P., & Fallgatter, A. J. (2013). Working memory and response inhibition as one integral phenotype of adult ADHD? A behavioral and imaging correlational investigation. *Journal of attention disorders*, *17*(6), 470–482. doi:10.1177/1087054711429702

- Schweitzer, J. B., Faber, T. L., Grafton, S. T., Tune, L. E., Hoffman, J. M., & Kilts, C. D. (2000). Alterations in the functional anatomy of working memory in adult attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, *157*(2), 278–280. doi:10.1176/appi.ajp.157.2.278
- Segalowitz, S. J., Bernstein, D. M., & Lawson, S. (2001). P300 event-related potential decrements in well-functioning university students with mild head injury. *Brain and Cognition*, *45*(3), 342–356. doi:10.1006/brcg.2000.1263
- Silverstein, A. B. (1989). Agreement between a short form and the full scale as a function of the correlation between them. *Journal of clinical psychology*, *45*(6), 929–931. doi:10.1002/1097-4679(198911)45:6<929::AID-JCLP2270450616>3.0.CO;2-C
- Simon, V., Czobor, P., Bálint, S., Mészáros, Á., & Bitter, I. (2009). Prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder: meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry*, *194*(3), 204–211. doi: 10.1192/bjp.bp.107.048827
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1997). Working memory: A view from neuroimaging. *Cognitive psychology*, *33*(1), 5–42. doi:10.1006/cogp.1997.0658
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1998). Neuroimaging analyses of human working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95*(20), 12061–12068. doi:10.1073/pnas.95.20.12061
- Smith, M. E., McEvoy, L. K., & Gevins, A. (1999). Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. *Cognitive Brain Research*, *7*(3), 389–404. doi:10.1016/S0926-6410(98)00043-3
- Tucker, D. M. (1993). Spatial sampling of head electrical fields: the geodesic sensor net. *Electroencephalography and clinical*

neurophysiology, 87(3), 154–163.

doi:10.1016/0013-4694(93)90121-B

- Valera, E. M., Brown, A., Biederman, J., Faraone, S. V., Makris, N., Monuteaux, M. C., Whitfield-Gabrieli, S., Vitulano, M., Schiller, M., & Seidman, L. J. (2010). Sex differences in the functional neuroanatomy of working memory in adults with ADHD. *American Journal of Psychiatry*, 167(1), 86–94. doi:10.1176/appi.ajp.2009.09020249
- Valera, E. M., Faraone, S. V., Biederman, J., Poldrack, R. A., & Seidman, L. J. (2005). Functional neuroanatomy of working memory in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(5), 439–447. doi:10.1016/j.biopsych.2004.11.034
- Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(4), 255–274. doi:10.3758/CABN.3.4.255
- Watter, S., Geffen, G. M., & Geffen, L. B. (2001). The n-back as a dual-task: P300 morphology under divided attention. *Psychophysiology*, 38(6), 998–1003. doi:10.1111/1469-8986.3860998
- Wild-Wall, N., Falkenstein, M., & Gajewski, P. D. (2011). Age-related differences in working memory performance in a 2-back task. *Frontiers in Psychology*, 2, 186. doi:10.3389/fpsyg.2011.00186
- Wolf, R. C., Plichta, M. M., Sambataro, F., Fallgatter, A. J., Jacob, C., Lesch, K. P., Herrmann, M. J., Schönfeldt-Lecuona, C., Connemann, B. J., Grön, G., & Vasic, N. (2009). Regional brain activation changes and abnormal functional connectivity of the ventrolateral prefrontal cortex during working memory processing in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Human brain mapping*, 30(7), 2252–2266. doi:10.1002/hbm.20665

ABSTRACT

An event-related potential study of verbal working memory
deficit in college students with adult ADHD traits

Seulki, Kim

Department of Psychology

Graduate School of

Sungshin Women's University

This study investigated deficits of verbal working memory in college students with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) traits using event-related potentials (ERPs) and 2-back task. Based on the scores of Adult ADHD Self-Report Scale and Conners' Adult ADHD Rating Scales, normal control (n=20) and ADHD trait group (n=20) were selected. Participants were asked to respond whether the presented stimulus was the same as that presented 2 trials earlier. The ADHD trait group showed significantly lower accuracy than did the control group in the 2-back task. In terms of ERP, the ADHD trait group showed significantly smaller P300 amplitudes than did the control group. The P300 is known to reflect the categorization of stimulus and updating of information, and the generators of the P300

are known to be prefrontal cortex and parietal lobe. Therefore, present results indicate that college students with ADHD traits have difficulties in categorizing the stimulus and updating information, which may be associated with dysfunctions of the prefrontal cortex and parietal lobe. Results of this study further indicate that college students with ADHD traits have deficits of verbal working memory.

Key word: adult ADHD trait, verbal working memory, ERP, P300

감사의 글

연구에 도움을 주신 모든 분들께 감사드립니다.