



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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

특성 불안이 높은 여자대학생의
행동 모니터링에 관한
사건관련전위 연구

2016

성신여자대학교 대학원

심 리 학 과

문 석 현

특성 불안이 높은 여자대학생의
행동 모니터링에 관한
사건관련전위 연구

김 명 선 교수지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2015년 11월

성신여자대학교 대학원

심리학과

문 석 현

인 준 서

문석현의 석사학위 논문으로 인준함

2015년 11월

심사위원장 이 정훈 (인)



심사위원 조영일 (인)

A handwritten signature in black ink, corresponding to the name Jo Yeong-il.

심사위원 김명선 (인)

A handwritten signature in black ink, corresponding to the name Kim Myeong-seon.

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 불안장애 환자에서 비교적 일관되게 보고되는 행동 모니터링 특성이 불안장애 고위험군인 높은 특성 불안을 가진 여자 대학생에서도 관찰되는지를 알아보고자 하였다. 상태-특성 불안 검사의 특성 불안 척도(State-Trait Anxiety Inventory trait scale : STAI-Y trait)와 Welsh 불안 척도(Welsh Anxiety Scales: WAS) 점수에 근거하여 높은 특성 불안군($n=18$)과 낮은 특성 불안군($n=18$)을 선정하였다. 행동 모니터링의 측정에는 사이먼 과제를 사용하였고, 사이먼 과제 수행 동안 사건관련전위를 측정하였다. 사이먼 과제는 자극 위치와 반응 위치 간의 연합을 기본으로 하여, 자극의 위치와 반응의 위치가 동일한 일치 조건, 자극의 위치와 반응의 위치가 서로 다른 불일치 조건으로 구성되었다. 연구참여자는 자극이 제시되는 위치와 상관없이 각 자극에 이미 할당된 반응 버튼을 빠르고 정확하게 누르는 것이 요구되었다. 행동 자료 분석 결과, 반응 오류율과 반응 시간에서 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군 사이에 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 또한, 사건관련전위 분석 결과, 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 중앙 전극영역(Cz)에서 유의하게 증가된 오류관련 부정적전위(error-related negativity: ERN) 진폭을 보였으며, 이 결과는 우울과 과제 수행 전 상태불안을 통제한 경우에도 관찰되었다. 또한, 중앙 전극영역에서의 ERN 진폭이 특성 불안 점수와 유의한 부적 상관을 보였다. ERN은 행동 모니터링 과정을 반영하는 것으로 알려져 있으며 따라서 본 연구의 결과는 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군과 다른 행동 모니터링 특성을 가지고, 이러한 특성이 불안장애의 특성지표일 가능성을 지지한다.

주요어: 높은 특성 불안군, 행동 모니터링, ERP, ERN

목 차

논문개요

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 연구목적	1
-------------------------	---

II. 이론적 배경

1. 특성 불안	9
2. 행동 모니터링	10
3. 사건관련전위에서 관찰되는 오류관련 부적 전위와 오류 정적 전위	12
4. 사이먼 과제를 사용한 행동 모니터링 연구	15
5. 불안 장애 환자의 행동 모니터링 특성	16
6. 특성 불안이 높은 정상인 집단의 행동 모니터링 특성	19

III. 연구 문제 및 가설

1. 연구 문제 및 가설	20
---------------------	----

IV. 연구 방법

1. 연구 대상	21
2. 평가 도구	22
3. 실험 절차	24
4. 자료 분석	26

V. 연구결과

1. 인구통계학적 특성	30
2. 행동 자료 분석	32
3. 사건관련전위 분석	33
4. ERN 진폭과 특성 불안 점수의 상관관계	44

VI. 논의

1. 논의	45
-------------	----

참고문헌

ABSTRACT

표 목 차

<표 1> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 인구통계학적 특성.....	31
<표 2> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 사이먼 과제에서 평균 반응 오류율과 반응 시간	32
<표 3> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 ERN 진폭과 잠재기	36
<표 4> ERN 진폭의 변량분석	37
<표 5> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 CRN 진폭과 잠재기	38
<표 6> CRN 진폭의 변량분석	38
<표 7> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Δ ERN 진폭과 잠재기	39
<표 8> Δ ERN 진폭의 변량분석	39
<표 9> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Pe 진폭과 잠재기	40
<표 10> Pe 진폭의 변량분석	40
<표 11> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Pc 진폭과 잠재기	41
<표 12> Pc 진폭의 변량분석	42
<표 13> Pc 잠재기의 변량분석	42
<표 14> 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Δ Pe 진폭과 잠재기	43
<표 15> 전체 피험자($n=36$)의 특성 불안 점수 수준과 전극 위치별 ERN 진폭 간의 상관분석.....	44

그림 목 차

<그림 1> 사이먼 과제에 자극 간 반응 위치	25
<그림 2> 사이먼 과제에 두 조건	25
<그림 3> 사이먼 과제에 자극 제시 순서	26
<그림 4> 분석에 포함된 채널	29
<그림 5> 사이먼 과제에 오반응 시행과 정반응 시행에서 관찰된 전체 평균 사건관련전위	34
<그림 6> 사이먼 과제에서 가장 큰 진폭의 ERN과 Pe가 관찰된 시간대의 전체 64채널 사건관련전위 분포	35

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

위협에 대한 적응적인 반응으로 알려져 있는 불안(Nesse, 1994)은 상태 불안(state anxiety)과 특성 불안(trait anxiety)으로 구분된다(Endler & Kocovski, 2001; Spielberger, 1966; Vagg et al., 1980). 상태 불안은 주관적이고 의식적으로 지각된 긴장감, 불확실함에 대한 염려의 상태로 서혈압, 심장박동율과 같은 자율신경계의 활동과 관련된 즉각적인 정서를 의미한다(Brooks & Schweitzer, 2011; Raghunathan & Pham, 1999). 한편 특성 불안은 걱정하기 쉬운 상태를 의미하고, 안정적인 성격적 소인(disposition) 또는 성향이라 할 수 있는데, 특성 불안에서의 개인차가 광범위한 자극상황을 위협적으로 지각하는 것의 차이를 초래하고, 나아가 이 차이는 이러한 위협에 대한 상태 불안의 차이를 초래하는 것으로 알려져 있다(Spielberger, 1979, 2013). 높은 특성 불안은 불안 장애로 발전할 수 있는 위험요인으로서(Chambers et al., 2004; Hensley & Varela, 2008; Indovina et al., 2011; Merikangas & Pine, 2002; Sandi & Richter-Levin, 2009; Weems et al., 2007), 정상적인 불안과 병적인 불안이 질적으로 서로 다른 범주(category)가 아닌 연속적인 차원(dimension)으로 설명될 수 있다(Bennet & Stirling, 1998; Mathews & MacLeod, 2005).

범불안 장애와 같은 불안 장애를 경험하는 환자들과 특성 불안이 높은 정상인들에서 주의 편향(Hirsch et al., 2011; Yiend & Mathews, 2001), 해석 편향(Mathews & MacLeod, 2005) 및 기억 편향(Friedman et al.,

2000; Radomsky & Rachman, 1999) 등과 같은 다양한 정보처리 결함이 보고되고 있으며, 그 중에서도 이들이 정상통제군과는 다른 방식의 행동 모니터링 특성을 보인다는 연구 결과가 일관되게 보고되고 있다. 즉, 행동 모니터링을 측정하는 과제에서 정상통제군과 행동수행에서는 차이가 없지만, 정상통제군에 비해 과제 수행과 관련된 뇌의 과활성화가 관찰되고 있다 (Aarts & Pourtois, 2010; Gehring, Himle, & Nisenson, 2000; Weinberg et al., 2010).

행동 모니터링은 오류와 행동 갈등을 탐지하는 것을 의미한다(Gehring & Knight, 2000). 행동 모니터링은 목표 지향적 행동에 매우 중요한 인지기능으로, 개인이 자신의 행동을 모니터링하여 오류를 탐지하고 자신이 원래 의도한 목표에 맞게 행동을 조정하는 인지기능으로 정의되고 있다 (Ganushchak & Schiller, 2006; Ullsperger & von Cramon, 2001). 최근 들어 불안과 행동 모니터링 사이의 관련성이 특히 주목받고 있는데, 이는 불안 장애에서 나타나는 행동 모니터링 특성이 불안 장애 집단뿐만 아니라 특성 불안이 높은 집단(Aart & Pourtois, 2010), 지나치게 걱정이 많거나(Moser et al., 2012) 부정적 정서가 높은 집단(Hajcak et al., 2004) 등에서도 관찰되기 때문이다.

행동 모니터링을 측정하는 과제로는 Stroop 과제(Holmes & Pizzagalli, 2008; Van Veen & Carter, 2005), Flanker 과제(Carrasco et al., 2013; Eriksen & Eriksen, 1974), Go/NoGo 과제(Aart & Pourtois, 2010; Easdon et al., 2005), 사이먼 과제(King et al., 2010; Masaki et al., 2011) 등이 주로 사용되고 있다. 이 중에서 사이먼 과제는 난이도를 조정하여 실수(slip)에 의한 오반응을 이끌어 낼 수 있다는 장점이 있다 (Masaki et al., 2007; Notebaert & Verguts, 2011). 사이먼 과제는 자극의 위치와 반응의 위치 사이의 연합을 기초로 하며, 자극의 위치와 반응

의 위치가 동일한 일치(congruent) 조건과 자극의 위치와 반응의 위치가 서로 다른 불일치(incongruent) 조건으로 구성된다(van der Lubbe et al., 2001). 사이먼 과제의 이 두 조건이 반응에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데(Hommel, 1997; Leuthold, 1999), 즉 일치 조건보다 불일치 조건에서 훨씬 더 느리고 부정확한 반응이 관찰되며(Lu & Proctor, 1994; Simon & Berbaum, 1990), 이를 사이먼 효과라고 부른다(Hedge & Marsh, 1975; van der Lubbe et al., 2001; Simon et al., 1976). 사이먼 효과는 개인이 정확한 행동이 어떤 것인지를 알고 있음에도 불구하고, 상황 혹은 조건 때문에 오류를 범하는 것을 시사한다고 여겨지고 있다(Liu et al., 2004). 불안 장애군을 대상으로 사이먼 과제를 실시한 선행 연구들은 불안 장애군과 정상통제군 모두에서 사이먼 효과를 관찰하였고, 집단 간의 유의한 차이가 없음을 비교적 일관되게 보고하고 있다(Hajcak et al., 2008; Marsh et al., 2014).

불안 장애 환자군 및 높은 특성 불안군이 행동 모니터링을 측정하는 과제의 행동 수행에서는 정상통제군과 유의한 차이를 보이지 않는 반면 과제의 수행 동안 측정된 뇌활성화에서는 차이를 보이는 것이 보고되고 있다. 즉 다양한 불안 장애군과 특성 불안군이 정상통제군에 비해 행동 모니터링을 측정하는 과제의 수행 동안 전대상피질(anterior cingulate cortex)의 과활성화를 보이는 것이 비교적 일관되게 관찰되는데, 이는 행동 모니터링에 관여하는 전대상피질의 기능 이상이 불안증상과 관련되어 있음을 시사한다고 제안되고 있다(Kimbrell et al., 1999; Malizia, 1999). 행동 모니터링에는 주로 전대상피질과 배외측 전전두피질(dorsolateral prefrontal cortex)이 관여하는 것으로 알려져 있다(Brown & Braver, 2005; Bush et al., 2000; Ullsperger & von Cramon, 2004). 즉 전대상피질은 오류탐지에 관여하고(Carter et al., 1998; Hester et al., 2004), 배외측 전전두피질

은 전대상피질로부터 오류에 관한 정보를 받아 오류를 감소시키는 과정에 관여한다고 알려져 있다(Garavan et al., 2002; Taylor et al., 2007). 또한, 불안과 관련해서 Sylvester 등(2012)은 불안 장애군과 특성 불안이 높은 사람들이 오류 또는 갈등 탐지에 관여하는 대상회-관개 네트워크(cingulo-occipital network; CON)의 결함을 가지고 있다고 제안하였는데, 이 네트워크에는 배측 전대상피질(dorsal anterior cingulate cortex), 전측 뇌섬엽(anterior insula), 전측 전전두피질(anterior prefrontal cortex)과 전측 시상(anterior thalamus)이 포함된다. 불안 장애군 또는 특성 불안이 높은 사람들이 대상회-관개 네트워크의 과활성화를 보이는데, 이는 오류에 대한 높은 민감도 혹은 갈등에 대한 반응 증가를 시사하는 것으로 여겨지고 있다(Hajcak et al., 2003; Mcdermott et al., 2009; Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011).

뇌 영상 기법은 우수한 공간해상도(spatial resolution)로 인해 인지기능에 관여하는 뇌 영역에 관한 정보를 제공하지만, 시간해상도(temporal resolution)가 낮다는 단점을 가지고 있어서 행동 모니터링과 같은 신속하고 순차적으로 일어나는 인지 기능에 관해서는 제한된 정보만을 제공한다(Kim et al., 1997). 반면, 사건관련전위(event-related potentials; ERPs)는 우수한 시간해상도로 인해 순차적이며 신속하게 일어나는 인지기능의 측정에 유용하다고 알려져 있다(Luck, 2005). 사건관련전위는 특정 정보를 내포하는 자극 혹은 반응과 관련하여 일어나는 뇌의 전기적 활동으로, 정적 전위(positive potentials)와 부적 전위(negative potentials)를 띠는 정점(peak) 혹은 요소(component)로 구성되어 있고, 각 요소들은 정보처리의 순차적 과정을 반영하는 것으로 알려져 있다(Hillyard & Kutas, 1983).

사건관련전위를 사용하여 행동 모니터링을 조사한 연구들은 오류와 관련

된 사건관련전위 요소로서 오류관련 부적전위(error-related negativity; ERN)를 일관되게 보고하고 있다(Falkenstein et al., 2000; Gehring et al., 1993). ERN은 오반응 후 50~150ms 동안 전두-중앙 전극 부위에서 관찰되는 부적 전위를 띠는 정점으로(Debener et al., 2005; Leuthold & Sommer, 1999), 오류탐지 혹은 오류에 대한 개인의 반응 정도를 반영한다고 알려져 있다(Gehring et al., 1993; van Veen & Cater, 2002). 행동 모니터링과 관련된 또 다른 중요한 사건관련전위 요소가 오류 정적전위(error positivity; Pe)이다(Aarts & Pourtois, 2010; Herrmann et al., 2004; Tops & Wijers, 2015). Pe는 ERN에 뒤이어 오반응 후 약 150~300ms 동안 중앙-두정 전극 부위에서 관찰되는 정적 정점으로, 오류 탐지 이후의 정보 처리 과정의 지표, 즉 오류의 의식적 인식 혹은 오류를 수정하려는 동기를 반영하는 것으로 알려져 있다(Falkenstein et al., 2000; Hohnsbein et al., 1989; Nieuwenhuis et al., 2001).

행동 모니터링과 관련된 사건관련전위의 주요 요소는 ERN과 Pe이지만, 정반응에서도 ERN과 Pe와 유사한 요소가 관찰된다(Ford, 1999; Nieuwenhuis et al., 2001). 즉 정반응 부적전위(correct-response negativity; CRN)는 정반응 후 약 50~150ms 동안 전두-중앙 전극 부위에서 관찰되는 부적 정점으로, ERN과 유사한 기능을 가지고 있는 것으로 여겨지고 있다(Bartholow et al., 2005; Vidal et al., 2000, 2003). 정반응 정적전위(correct-response positivity; Pc)는 정반응 후 약 150~300ms 동안 두정-중앙 전극 부위에서 관찰되는 정적 정점이다(Bates et al., 2004; Chan et al., 2014). 최근에는 오반응과 정반응 후 초래되는 사건관련전위 요소들의 관련성을 알아보기 위해 ERN과 CRN의 차이인 Δ ERN과 Pe와 Pc의 차이인 Δ Pe가 측정되기도 한다(Weinberg et al., 2010, 2012).

사건관련전위를 사용하여 불안 장애군의 행동 모니터링을 조사한 연구들은 불안 장애군이 정상통제군에 비해 유의하게 증가된 ERN 진폭(Gehring et al., 2000; Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011)과 Δ ERN 진폭을 보임을 보고하고 있다(Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011). 또한 높은 특성 불안군을 대상으로 한 연구에서도 유의하게 증가된 ERN 진폭이 관찰되었다(Aarts & Pourtois, 2010). 이러한 연구 결과는 불안 장애군과 특성 불안군이 정상통제군에 비해 오류에 대해 민감한 반응을 보임을 시사한다.

살펴본 바와 같이 불안과 행동 모니터링 사이의 관련성을 조사한 연구들은 불안 장애군이 정상통제군에 비해 오류와 관련된 ERN 진폭과 Δ ERN 진폭의 증가 및 전대상피질의 활성화 증가를 보이지만, 행동 수행에서는 두 집단 간의 유의한 차이가 없음을 비교적 일관되게 보고하고 있다(Hajcak, 2012; Moser et al., 2013; Ursu et al., 2003). 이러한 연구 결과는 불안에 대한 인지적 통제(cognitive control) 이론 중 하나인 처리 효율성 이론(processing efficiency theory)으로 설명될 수 있다(Eysenck & Calvo, 1992). 처리 효율성 이론은 특성 불안이 인지적 수행의 효율성에 영향을 미친다고 제안하는데, 즉 불안 수준이 높은 사람들이 불안 수준이 높지 않은 사람들과 비교하여, 인지 과제에서 수행 저하를 보이지 않은 것이 불안 수준이 높은 사람들이 추가적인 처리 자원(processing resources)을 동원하기 때문이라고 제안한다. 다시 말하면 불안 수준이 높은 사람들은 감소된 효율성을 보상하기 위해 인지적 노력(cognitive effort)을 증가시키기 때문에 정상통제군과 유사한 수준의 행동 수행을 유지할 수 있다고 제안하고 있다. Aarts와 Pourtois(2010)의 연구에서 특성 불안이 높은 사람들이 특성 불안이 낮은 사람들에 비해 행동 수행에서는 유의한 차이가 없는 반면 Δ ERN은 유의하게 높았다. 또한 ERN의 근원지를

뇌 국소화 기법(Source localization technique)을 사용해 확인한 결과, 낮은 특성 불안집단에 비해 특성 불안이 높은 사람들에게서 ERN의 근원지가 전전두피질과 더 가까운 영역에서 확인되었고, 대상피질의 전측과 후측의 활성화가 증가됨이 관찰되었다. 이 결과는 특성 불안이 행동 수행의 효율성에 영향을 미치고, 이를 보상하기 위해 인지적 통제를 담당하는 뇌 영역을 활성화 시켜 추가적인 인지 자원이 동원됨을 시사한다.

불안 장애와 높은 특성 불안이 질적으로 서로 다른 것이 아니라 심각성에서 서로 다른 것으로 이해되고 있는데(Aarts & Pourtois, 2010; De Visser et al., 2010; Sylvester et al., 2012), 이는 높은 수준의 특성 불안과 불안 장애가 신경증적 경향(neuroticism)과 부정 정서(negative affect) 등과 같은 요인을 서로 공유하고 있는 것이 여러 연구들에서 보고되고 있기 때문이다(Brown et al., 1998; Clark et al., 1994; Watson, 2005). 예를 들어 종단연구에서 특성 불안이 외상 후 스트레스 장애와 범불안 장애의 발생을 유의하게 예측하는 것이 관찰되었고(Chambers et al., 2004; Hensley & Varela, 2008; Weems et al., 2007), 병인적 모델(etiological model)은 높은 특성 불안을 가진 개인이 스트레스가 되는 생활사건을 겪게 되면 불안 장애로 발전할 수 있다고 설명하고 있다(Merikangas & Pine, 2002; Sandi & Richter-Levin, 2009).

불안 장애의 평생 유병율은 남성에 비해 여성이 두 배 이상 높으며(조맹제 등, 2006; American Psychiatric Association, 2013), 대부분의 불안 장애에서 청소년기와 성인기 초기에 유병률이 높게 확인되고 있다(APA, 2013). 불안 장애뿐만 아니라 증상에서도 여성이 남성보다 불안과 관련된 문제를 두 배 이상 경험하는 경향이 있는 것으로 알려져 있으며(Kessler et al., 2005; Lewinsohn et al., 1998), 대학생들의 성별에 따라 불안 수준이 차이가 났고, 여자 대학생이 남자 대학생에 비해 더 큰 불안 수준을

경험하는 것으로 보고되었다(김상옥, 전영자, 2013). 또한, 본 연구에서 보고자 하는 행동 모니터링 능력에도 성차가 있다고 보고되고 있다(Hester et al., 2004; Larson et al., 2011). 따라서 본 연구는 불안 장애로 발전할 가능성이 있는 특성 불안이 높은 여자 대학생들의 행동 모니터링 특성을 사이먼 과제와 사건관련전위를 통해 알아보고자 하였다. 즉, 범불안 장애와 같은 특정 불안 장애에서 관찰되는 행동 모니터링 장애가 높은 특성 불안군에서도 나타나는지, 만약 나타난다면, 선행 연구를 통해 특성 불안과 관련성이 높은 변인으로 알려진 우울(Bjelland et al., 2002)과 상태 불안(한덕웅 등, 1996)을 통제할 경우에 사건관련전위 요소인 ERN, CRN, Δ ERN, Pe, Pc, Δ Pe 등에 어떻게 반영되는지 알아보고자 하였다.

정상인과 다른 행동 모니터링 특성이 불안 장애의 특성지표로 여겨지고 있고, 행동 모니터링을 반영하는 ERN이 유전율이 높고(Anokhin, Golosheykin, & Heath, 2008; Riesel et al., 2011), 측정의 신뢰도가 높아(Olvet & Hajcak, 2009; Weinberg & Hajcak, 2011) 불안 장애에 대한 내적표현형(endophenotype)으로 여겨지고 있기 때문에(Olvet & Hajcak, 2008), 특성 불안과 행동 모니터링 특성에 관한 본 연구 결과는 불안 장애의 신경병리적 기체에 관한 정보를 제공할 수 있을 것으로 여겨진다.

II. 이론적 배경

1. 특성 불안

불안은 인간이 살아가면서 어떠한 연령, 상황에서도 경험할 수 있는 정서 중 하나이다. 불안은 위협 자극에 대해 신체적, 심리적으로 준비할 수 있게 해준다(Mash & Wolfe, 2012). 위협에 대한 적응적인 반응으로 알려져 있는 불안(Nesse, 1994)은 상태 불안(state anxiety)과 특성 불안(trait anxiety)으로 구분된다(Endler & Kocovski, 2001; Spielberger, 1966; Vagg et al., 1980). 상태 불안은 주관적이고 의식적으로 지각된 긴장감, 불확실함에 대한 염려의 상태로서 혈압, 심장박동율과 같은 자율신경계의 활동과 관련된 즉각적인 정서를 의미한다(Brooks & Schweitzer, 2011; Raghunathan & Pham, 1999). 한편 특성 불안은 걱정하기 쉬운 상태를 의미하고, 안정적인 성격적 소인(disposition) 또는 성향이라 할 수 있는데, 특성 불안에서의 개인차가 광범위한 자극상황을 위협적으로 지각하는 것의 차이를 초래하고, 나아가 이 차이는 그러한 위협에 대한 상태 불안의 차이를 초래하게 하는 것으로 알려져 있다(Spielberger, 1979, 2013). 높은 특성 불안은 불안 장애로 발전할 수 있는 위험요인으로서(Chambers et al., 2004; Hensley & Varela, 2008; Indovina et al., 2011; Merikangas & Pine, 2002; Sandi & Richter-Levin, 2009; Weems et al., 2007), 정상적인 불안과 병적인 불안이 질적으로 서로 다른 범주(category)가 아닌 연속적인 차원(dimension)으로 설명될 수 있다(Bennet & Stirling, 1998; Mathews & MacLeod, 2005). 즉 불안 장애와 높은 특성 불안이 질적으로 서로 다른 것이 아니라 심각성에서 서로 다른 것으로 이해되고 있는데(Aarts & Pourtois, 2010; De Visser et al., 2010; Sylvester et al.,

2012), 이는 높은 수준의 특성 불안과 불안 장애가 신경증적 경향 (neuroticism)과 부정적 정서(negative affect) 등과 같은 요인을 서로 공유하고 있는 것이 여러 연구들에서 보고되고 있기 때문이다(Brown et al., 1998; Clark et al., 1994; Watson, 2005). 예를 들어 종단연구에서 특성 불안이 외상 후 스트레스 장애와 범불안 장애의 발생을 유의하게 예측하는 것이 관찰되었고(Chambers et al., 2004; Hensley & Varela, 2008; Weems et al., 2007), 병인적 모델(etiological model)은 높은 특성 불안을 가진 개인이 스트레스가 되는 생활사건을 겪게 되면 불안 장애로 발전할 수 있다고 설명하고 있다(Merikangas & Pine, 2002; Sandi & Richter-Levin, 2009).

특성 불안과 상태 불안을 측정하는 대표적인 척도가 상태-특성 불안 검사 Y형이다(State-Trait Anxiety Inventory Form Y: STAI-Y, Spielberger, 1983). STAI-Y는 원래 정신 장애가 없는 정상 성인의 불안 수준을 조사하기 위한 도구로 제작되었으나, 추후 연구들을 통해 정신 장애 환자들의 불안 수준을 측정하는 데에도 유용하게 쓰이게 되었다(문현숙 등, 2009; 방규만 & 김희철, 2005; Kabacoff et al., 1997).

특성 불안을 측정할 수 있는 또 다른 척도가 Welsh에 의해 개발된 Welsh 불안 척도(Welsh Anxiety Scale: WAS, Welsh, 1956)이다. WAS는 STAI와 높은 정적 상관을 보이는 것으로 알려져 있으며(Watson & Clark, 1984), MMPI-2에서 보충척도로 쓰이면서 정상인 집단과 임상 집단에서의 특성 불안과 부정 정서를 측정하는 데 효과적이라고 알려져 있다(Hardt & Kamiya, 1978; Moore, 2000; Sadeh & Bredemeier, 2011).

2. 행동 모니터링

행동 모니터링은 오류와 행동 갈등을 탐지하는 것을 의미한다(Gehring & Knight, 2000). 행동 모니터링은 목표 지향적 행동에 매우 중요한 인지 기능으로, 개인이 자신의 행동을 모니터링하여 오류를 탐지하고, 자신이 원래 의도한 목표에 맞게 행동을 조정하는 인지 기능으로 정의되고 있다 (Ganushchak & Schiller, 2006; Ullsperger & von Cramon, 2001). 즉, 행동 모니터링은 목표를 달성하기 위해 자신의 수행을 모니터링하고 평가하여, 오류가 있는 경우 신호를 보내는 등의 기능을 통해 변화하는 환경 속에서 목표를 달성하기 위한 행동을 유지시키는데 중요한 역할을 한다(강승석 등, 2003; Gehring et al., 2000). 오류는 개인이 원래 의도한 행동과 일치되지 않는 행동을 하는 경우를 의미한다(Frith et al., 2000a; Wolpert & Flanagan, 2001). 오류는 과제를 이해하지 못해서 발생하는 착오가 아니라 정확한 반응이 무엇인지 알고 있지만 신속한 반응을 요구하는 과제 특성으로 인해 성급하고 부주의하게 반응하여 발생하는 실수, 즉 개인의 충동적인 반응 또는 판단의 불충분으로 인해 유발되는 ‘Slip’ 이라는 형식의 오류 때문에 나타나며(김은영 & 이승환, 2008; Ganushchak & Schiller, 2006; Reason, 1990; Rizzo et al., 1987), 오류가 탐지되면 이를 감소하려는 노력이 뒤따른다고 알려져 있다(Coles et al., 2001; Falkenstein et al., 1991; Hoffmann & Falkenstein, 2012). 즉, 행동 모니터링은 자신이 원래 의도한 반응이 무엇인지 정확히 알고 있는 상태에서 자신의 행동을 모니터링하는 과정이다(Scheffer & Coles, 2000; Simons, 2010). 이러한 행동 모니터링은 외적인 피드백 없이도 내적인 피드백인 원심성 신호전달(efference copy)로 인해 개인 스스로 행동 모니터링이 가능한 것으로 보고되고 있다(Angel, 1976; Gehring et al., 1993; Modirrousta & Fellows, 2008; Wolpert et al., 1995).

행동 모니터링에는 주로 전대상피질과 배외측 전전두피질(dorsolateral

prefrontal cortex)이 관여하는 것으로 알려져 있다(Brown & Braver, 2005; Bush et al., 2000; Ullsperger & von Cramon, 2004). 즉 전대상 피질은 오류탐지에 관여하고(Carter et al., 1998; Hester et al., 2004), 배외측 전전두피질은 전대상피질로부터 오류에 관한 정보를 받아 오류를 감소시키는 과정에 관여한다고 알려져 있다(Garavan et al., 2002; Taylor et al., 2007). 예를 들어, Hester 등(2004)은 정상인을 대상으로 오류와 관련된 처리과정을 조사한 fMRI 연구에서 정반응보다 오반응에서 전대상피질의 활성화가 증가하는 것을 관찰하였다. 또한, Garavan 등(2002)은 fMRI 연구에서 오반응 시 전대상피질과 배외측 전전두피질 모두 활성화가 증가하는 것을 관찰하였는데, 특히 전대상피질은 정반응 시행에 비해 오반응 시행에서 활성화가 증가하였으며, 배외측 전전두피질은 오반응 시행 다음 정반응을 한 시행에서 활성화가 증가하였다고 보고하였다. 이러한 연구는 전대상피질과 배외측 전전두피질의 네트워크가 오류탐지 뿐만 아니라 오류를 줄이기 위해 행동을 조정하는 과정을 포함한 행동 모니터링에 관여하는 것을 시사한다.

3. 사건관련전위에서 관찰되는 오류관련 부적 전위와 오류 정적 전위

사건관련전위를 사용하여 행동 모니터링을 조사한 연구들은 오류와 관련된 사건관련전위 요소로서 오류관련 부적전위(error-related negativity; ERN)를 일관되게 보고하고 있다(Falkenstein et al., 2000; Gehring et al., 1993). ERN은 오반응 후 50~150ms 동안 전두-중앙 전극 부위에서 관찰되는 부적 전위를 띠는 정점으로(Debener et al., 2005; Leuthold & Sommer, 1999), 오류탐지 및 오류에 대한 개인의 반응 정도를 반영한다

고 알려져 있다(Gehring et al., 1993; van Veen & Cater, 2002). 예를 들어, Nieuwenhuys 등(2001)은 정상인을 대상으로 행동 모니터링을 조사한 사건관련전위 연구에서 과제 수행 중 정반응보다 오반응을 했을 때 전두-중앙 영역에서 ERN의 진폭이 유의하게 증가하는 것을 관찰하였다. Falkenstein 등(2000)도 오반응 후 ERN의 진폭이 유의하게 증가하는 것을 관찰하였고, 이러한 진폭의 증가는 자신의 부정확한 행동을 인식하였음을 반영한다고 설명하였다. 또한 Hermann 등(2004)의 연구에서는 오류율과 ERN 진폭 간에 유의한 상관성이 있음이 관찰되었는데, 즉 ERN의 진폭이 증가할수록 오류율이 감소 되는 것이 관찰되었다. 이러한 연구 결과는 ERN이 행동 모니터링의 지표가 되는 사건관련전위 요소이며, ERN 진폭의 증가가 오류를 인식하고 통제하려는 행동 모니터링 과정을 반영함을 시사한다. 행동 모니터링과 관련된 또 다른 중요한 사건관련전위 요소가 오류 정적전위(error positivity; Pe)이다(Aarts & Pourtois, 2010; Herrmann et al., 2004; Tops & Wijers, 2015). Pe는 ERN에 이어 오반응 후 약 150~300ms 동안 중앙-두정 전극 부위에서 관찰되는 정적 정점으로, 오류 탐지 이후의 정보 처리 과정의 지표, 즉 오류의 의식적 인식 및 오류를 수정하려는 동기를 반영하는 것으로 알려져 있다(Falkenstein et al., 2000; Hohnsbein et al., 1989; Nieuwenhuis et al., 2001). 예를 들어, Falkenstein 등(1991, 2000)이 정상인을 대상으로 행동 모니터링을 조사한 사건관련전위 연구에서는 과제 수행 중 정반응보다 오반응을 했을 때 중앙-두정 영역에서 Pe의 진폭이 유의하게 증가하는 것을 관찰하였다. 또한, Nieuwenhuis 등(2001)의 연구에서는 지각되지 않은 오반응 보다 의식적으로 지각된 오반응 이후에 Pe 진폭이 유의하게 증가되는 것을 관찰하였는데, 이러한 진폭의 증가는 Pe가 의식적인 수준에서의 오류를 인지하는 것과 오류를 개선하기 위한 행동과 연관되어 있음을 시사한다.

행동 모니터링과 관련된 사건관련전위의 주요 요소는 ERN과 Pe이지만, 정반응에서도 비록 작은 진폭이지만 ERN과 Pe와 유사한 요소가 관찰된다(Ford, 1999; Nieuwenhuis et al., 2001). 즉 정반응 부적전위(correct-response negativity; CRN)는 정반응 후 약 50~150ms 동안 전두-중앙 전극 부위에서 관찰되는 부적 정점으로, ERN과 유사한 기능을 가지고 있는 것으로 여겨지고 있다(Bartholow et al., 2005; Vidal et al., 2000, 2003). 정반응 정적전위(correct-response positivity; Pc)는 정반응 후 약 150~300ms 동안 중앙-두정 전극 부위에서 관찰되는 정적 정점이다(Bates et al., 2004; Chan et al., 2014). 최근에는 오반응과 정반응 후 초래되는 사건관련전위 요소들의 관련성을 알아보기 위해 ERN과 CRN의 차이인 Δ ERN과 Pe와 Pc의 차이인 Δ Pe가 측정되기도 한다(Weinberg et al., 2010, 2012). 이러한 행동 모니터링과 관련된 요소들의 차이점을 연구하는 것은 증가된 ERN과 Pe가 오류에 대한 유의도(significance)에 의한 것인지 또는 과활성화된 반응 모니터링에 의한 것인지를 확인할 수 있게 해준다(Hajcak et al., 2008; Weinberg et al., 2010).

최근 들어 사건관련전위 요소의 근원지 분석(source localization) 및 뇌영상 기법을 통해 ERN과 Pe의 발생 근원지를 밝히고자 하는 연구들이 보고되고 있다. 예를 들어 O'Connell 등(2007)은 근원지 분석을 통해 ERN의 근원지가 전대상피질을 보고하였다. 또한 Mathalon 등(2009)은 사건관련전위와 fMRI를 사용하여 행동 모니터링을 조사한 연구에서 ERN 진폭의 증가와 전대상피질의 활성화가 서로 관련되어 있음을 보고하였다. Pe의 발생 근원지와 관련하여 van Veen과 Carter(2002)는 근원지 분석을 통해 Pe의 근원지가 전대상피질의 앞쪽(rostral) 영역임을 보고하였다. 또한, Herrmann 등(2004)은 근원지 분석을 통해 ERN의 근원지는 전대상피질의 뒤쪽(caudal) 영역인 반면 Pe의 근원지가 전대상피질의 앞쪽(rostral)

영역임을 보고하면서 이 두 가지의 ERP 요소가 분리된 요소임을 제안하였다. 이러한 연구들은 행동 모니터링을 반영하는 ERN과 Pe가 전대상피질에서 발생함을 시사하며, 이는 전대상피질이 행동 모니터링 과정에 매우 중요한 역할을 한다는 선행 연구들의 결과(Carter et al., 1998; Garavan et al., 2002; Hester et al., 2004)를 지지한다.

4. 사이먼 과제를 사용한 행동 모니터링 연구

행동 모니터링의 측정에 Stroop 과제(Holmes & Pizzagalli, 2008; van Veen & Carter, 2005), Flanker 과제(Carrasco et al., 2013; Eriksen & Eriksen, 1974), Go/NoGo 과제(Aart & Pourtois, 2010; Easdon et al., 2005), 사이먼 과제(King et al., 2010; Masaki et al., 2011) 등이 주로 사용되고 있다. 이 중에서 사이먼 과제는 난이도를 조정하여 실수(slip)에 의한 오반응을 이끌어 낼 수 있다는 장점이 있다(Masaki et al., 2007; Notebaert & Verguts, 2011). 사이먼 과제에는 2개 이상의 자극이 사용된다. 자극은 한 시행에 한 개씩 고정점을 기준으로 모든 방향에 제시될 수 있으며, 각각의 자극에는 반응해야 할 위치가 지정 되어 있다. 사이먼 과제는 자극의 위치와 반응의 위치간의 연합을 기초로 하며, 자극의 위치와 반응의 위치가 동일한 일치 조건과 자극의 위치와 반응의 위치가 서로 다른 불일치 조건으로 구성된다(van der Lubbe et al., 2001). 사이먼 과제의 이 두 조건이 반응에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데(Hommel, 1997; Leuthold & Sommer, 1999), 즉 일치 조건보다 불일치 조건에서 훨씬 더 느리고 부정확한 반응이 관찰되며(Lu & Proctor, 1994; Simon & Berbaum, 1990), 이를 사이먼 효과라고 부른다(Hedge & Marsh, 1975; van der Lubbe et al., 2001; Simon et al., 1976). 사이먼 효과는

개인이 정확한 행동이 어떤 것인지를 알고 있음에도 불구하고, 상황 혹은 조건 때문에 오류를 범하는 것을 시사한다고 여겨지고 있다(Liu et al., 2004).

사이먼 과제를 사용하여 행동 모니터링을 조사한 사건관련전위 연구는 오반응에서 오류와 관련된 부정 전위인 ERN이 나타나는 것을 일관되게 보고하고 있다(Kim et al., 2014; Leuthold & Sommer, 1999; Masaki et al., 2007; O'Connell, et al., 2007). 예를 들어 Masaki 등(2007)은 정상인을 대상으로 사이먼 과제와 사건관련전위를 사용하여 행동 모니터링을 조사한 연구에서 오반응에서 ERN 진폭이 유의하게 증가한 것을 관찰하였고, ERN이 의도와 다른 부정확한 행동인 오류를 탐지하였음을 반영하다고 설명하였다.

5. 불안 장애 환자의 행동 모니터링 특성

범불안 장애와 같은 불안과 관련된 장애를 경험하는 환자와 특성 불안이 높은 정상인들에서 주의 편향(Hirsch et al., 2011; Yiend & Mathews, 2001), 해석 편향(Mathews & MacLeod, 2005) 및 기억 편향(Friedman et al., 2000; Radomsky & Rachman, 1999) 등과 같은 다양한 정보처리 결함이 보고되고 있으며, 그 중에서도 이들이 정상통제군과는 다른 행동 모니터링 특성을 보인다는 연구 결과가 일관되게 보고되고 있다.(Aarts & Pourtois, 2010; Gehring, Himle, & Nisenson, 2000; Weinberg et al., 2010).

불안과 관련된 행동 모니터링 연구들에서 불안 장애 환자군 및 높은 특성 불안군이 행동 모니터링을 측정하는 과제의 행동 수행에서는 정상통제군과 유의한 차이를 보이지 않는 반면, 이러한 과제의 수행동안 측정된 뇌활성화

에서는 차이를 보이는 것이 보고되고 있다. 즉 다양한 불안 장애군과 특성 불안군이 정상집단에 비해 행동 모니터링을 측정하는 과제의 수행 동안 전대상피질(anterior cingulate cortex)의 과활성화를 보이는데, 이는 행동 모니터링에 관여하는 전대상피질의 기능 이상이 불안증상과 관련되어 있음을 시사한다고 제안되고 있다(Kimbrell et al., 1999; Malizia, 1999). 불안과 관련해서 Sylvester 등(2012)은 불안 장애군과 특성 불안이 높은 사람들이 오류 또는 갈등 탐지에 관여하는 대상회-판개 네트워크(cingulo-occipital network; CON)의 결함을 가지고 있다고 제안하였는데, 이 네트워크에는 배측 전대상피질(dorsal anterior cingulate cortex), 전측 섬엽(anterior insula), 전측 전전두피질(anterior prefrontal cortex)과 전측 시상(anterior thalamus)이 포함되어 있다. 불안 장애군 또는 특성 불안이 높은 사람들이 대상회-판개 네트워크의 과활성화를 보이는데, 이는 오류에 대한 높은 민감도 혹은 갈등에 대한 반응 증가를 시사한다(Hajcak et al., 2003; Mcdermott et al., 2009; Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011). 또한, 특성 불안이 높은 사람들이 대상회-판개 네트워크와 전두-두정 네트워크간의 기능적 연결이 감소되었다는 결과를 보고하였는데, 이는 오류와 갈등을 탐지하는 대상회-판개 네트워크와 이 오류와 갈등을 해소하기 위해 인지적 통제를 증가시키는 역할을 하는 전두-두정 네트워크(fronto-parietal network; FPN)간에 비효율적으로 정보가 전달이 되는 것을 보여주는 것으로 해석된다(Basten et al., 2011).

사건관련전위를 사용하여 불안 장애군의 행동 모니터링을 조사한 연구들은 불안 장애군이 정상인 집단에 비해 유의하게 증가된 ERN 진폭(Gehring et al., 2000; Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011)과 Δ ERN 진폭을 보임을 보고하고 있다(Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011). 예를 들어, Gehring 등(2000)은 강박장애 환자들을 대상으로 Stroop과제를

이용하여 ERN을 측정된 결과 정상통제군에 비해 증가된 ERN 진폭을 확인하였다. 또한, Weinberg 등(2010)의 연구에서는 범불안 장애 환자들을 대상으로 Flanker과제를 이용하여 ERN과 CRN을 측정된 결과 정상통제군에 비해 증가된 ERN 진폭과 증가된 Δ ERN을 확인하였으며, 증가된 ERN 진폭은 자기보고식의 불안 점수와 상관이 있었다.

비록 제한적이지만 성인 집단이 아닌 불안 장애 아동들을 대상으로 한 행동 모니터링 연구에서도 성인을 대상으로 한 연구와 유사하게 아동 불안 장애군이 정상통제군에 비해 증가된 ERN 진폭을 보고하고 있다. 예를 들어, Ladouceur 등(2006)의 연구에서는 Flanker 과제를 수행할 때 불안 장애 아동군이 정상통제군에 비해 증가된 ERN을 보고하였고, Hajcak 등(2008)은 강박장애 아동들을 대상으로 사이먼 과제를 이용하여 치료 전후의 ERN을 측정된 결과 정상통제 집단에 비해 증가된 ERN 진폭을 보였으며, 치료 후에도 증가된 ERN 진폭이 유지되었다고 보고하였다.

살펴본 바와 같이 불안과 행동 모니터링 사이의 관련성을 조사한 연구들은 불안 장애군이 정상통제군에 비해 오류와 관련된 ERN 진폭과 Δ ERN의 증가 및 전대상피질의 활성화 증가를 보이지만, 행동 수행에서는 두 집단 간의 유의한 차이가 없음을 비교적 일관되게 보고하고 있다(Hajcak, 2012; Moser et al., 2013; Ursu et al., 2003). 이러한 연구 결과는 불안에 대한 인지적 통제(cognitive control) 이론 중 하나인 처리 효율성 이론(processing efficiency theory)으로 설명될 수 있다(Eysenck & Calvo, 1992). 처리 효율성 이론은 특성 불안이 인지적 수행의 효율성(efficiency)에 영향을 미친다고 제안하고 있다. 즉 불안 수준이 높은 사람들이 정상통제집단에 비해 인지 과제에서 저하된 수행을 보이지 않는 것은 불안 수준이 높은 사람들이 추가적인 처리 자원(processing resources)을 동원하기 때문이라고 주장한다. 다시 말하면 불안 수준이 높은 사람들은 감소된 효율성

을 보상하기 위해 인지적 노력(cognitive effort)을 증가시키기 때문에 정상통제군과 유사한 수준의 행동 수행을 유지할 수 있다고 제안하고 있다. 이는 처리 효율성 이론의 후속 이론인 주의 통제 이론(attentional control theory)에서도 설명이 가능하다(Eysenck et al., 2007). 주의 통제 이론에 의하면 불안은 주의에 대한 통제를 감소시키게 함으로써 억제(inhibition) 또는 전환(shifting)과 같은 집행기능에 대한 처리 효율성을 손상시킨다. 그러나, 불안한 사람들은 불안이 처리 효율성에 미치는 효과를 감소시키기 위해 인지적인 노력과 추가적인 자원들을 사용할 수 있고, 그 결과, 불안한 사람들에게서 불안이 처리 효율성에 미치는 효과가 거의 없거나 아주 미미한 수준으로 유지가 될 수 있다.

6. 특성 불안이 높은 정상인 집단의 행동 모니터링 특성

불안 장애와 인지적 특성을 공유하는 특성 불안이 높은 집단에서도 불안 장애의 특성지표로 여겨지고 있는 행동 모니터링 특성이 보고된다. 예를 들어, Aarts와 Pourtois(2010)의 연구에서 특성 불안이 높은 사람들은 특성 불안이 낮은 사람들에 비해 행동 수행에서는 유의한 차이가 없는 반면 Δ ERN은 유의하게 높았다. ERN의 근원지를 뇌 국소화법(Source localization)을 사용해 확인한 결과 낮은 특성 불안군에 비해 특성 불안이 높은 사람들에게서 ERN의 근원지가 전전두피질과 더 가까운 영역에서 확인되었고 대상피질의 전측과 후측의 활성화가 증가됨이 관찰되었다. 이 결과는 특성 불안이 행동 수행의 효율성에 영향을 미치고, 이를 보상하기 위해 인지적 통제를 담당하는 뇌 영역을 활성화 시켜 추가적인 인지 자원이 동원됨을 시사한다.

III. 연구문제 및 연구 가설

본 연구는 사이먼 과제와 사건관련전위를 이용하여 높은 특성 불안을 가진 여자 대학생의 행동 모니터링을 알아보려고 하였으며, 연구 문제 및 가설은 다음과 같다.

연구 문제 1. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 사이먼 과제에서 차이를 보일 것인가?

가설 1-1. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군은 사이먼 과제의 오류율과 반응 시간에 차이가 없을 것이다.

연구 문제 2. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 사건관련전위에서 차이를 보일 것인가?

가설 2-1. 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 사건관련전위에서 증가된 ERN 진폭과 증가된 $\Delta\text{ERN}(\text{ERN}-\text{CRN})$ 진폭을 보일 것이다.

연구 문제 3. ERN 진폭과 $\Delta\text{ERN}(\text{ERN}-\text{CRN})$ 진폭의 크기는 각각 특성 불안 점수 수준과 어떠한 관련성을 보일 것인가?

가설 3-1. ERN 진폭과 ΔERN 진폭은 각각 특성 불안 점수 수준과 부적 상관을 보일 것이다.

IV. 연구방법

1. 연구 대상

수도권 소재 대학에 재학 중인 여자 대학생을 대상으로 하여 상태-특성 불안 검사 Y형 특성불안 척도(State-Trait Anxiety Inventory Y version trait scale: STAI-Y trait, Spielberger et al., 1983)와 Welsh 불안 척도(Welsh Anxiety Scales: WAS, 1956)를 실시하였다. 특성 불안에 관한 선행연구들이 높은 특성 불안군 선정 시 주로 불안 척도에 상위 25% 이상의 점수를 기준으로 사용하였으나(Aarts & Pourtois, 2010; Qi et al., 2014; Surcinelli et al., 2006), 본 연구에서는 Koster 등(2006)의 연구에서 사용한 더 엄격한 기준을 적용하였다. 즉 상태-특성 불안 척도와 Welsh 불안 척도에서 특성 불안 점수가 각각 상위 10%인 대학생들을 높은 특성 불안군($n=18$)으로 선정하고, 하위 10%인 대학생들을 낮은 특성 불안군($n=18$)으로 선정하였다. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군은 평균 연령이 각각 20.72세와 21.28세로 서로 일치되게 선정하였으며, 연령 범위, 교육 연한 및 IQ에서도 서로 일치되게 선정하였다. 또한, 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 우울 수준을 확인하기 위해 병원 불안-우울 척도 중 우울 하위 척도(Hospital Anxiety and Depression scale Depression: HAD-D, 오세만 등, 1999; Zigmond et al., 1983)를 실시하였다.

모든 연구 대상자들이 연구시점에서 신체질환, 신경과 질환, 정신장애, 약물 및 알코올 중독의 병력을 가지고 있지 않는 것을 확인하기 위해 구조화된 임상 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP, First et al., 1996)을 실시하였다. 또한 한국형 웨슬러 성인지

능검사 4판(황순택 등, 2012)을 실시하여 지능지수를 산출하였고, 오른손잡이만을 연구 대상에 포함하였다. 연구 참여자들에게 연구 목적 및 절차 등을 설명한 후 연구 참여에 대한 동의서를 얻었으며, 연구 참여에 대한 사레비가 지급되었다.

2. 평가 도구

2.1. 불안 척도

(1) 상태-특성 불안 검사 Y형(State-Trait Anxiety Inventory Y version: STAI-Y)

본 연구에서는 Spielberger 등(1983)이 개발한 STAI-Y를 한덕웅 등(1996)이 표준화한 것을 사용하였다. STAI-Y는 개인의 불안 정도를 평가하기 위해 현재 불안상태를 측정하는 상태 불안척도 20문항과 불안 성향을 평가하는 특성 불안척도 20문항을 포함하여 총 40문항으로 구성되어 있다. 한덕웅 등(1996)의 연구에서 크론바하 α 로 측정한 상태 불안 척도의 신뢰도는 $\alpha = .92$, 특성 불안 척도의 신뢰도는 $\alpha = .90$ 이었다.

(2) Welsh 불안 척도(Welsh Anxiety Scale: WAS)

WAS는 Welsh(1956)가 개발하였고, 한국판 MMPI-2(한경희 등, 2006)에서 보충척도로 사용되고 있다. 본 연구에서는 WAS를 한경희 등(2006)이 표준화한 것을 사용하였다. 특성 불안과 부정 정서성을 측정하는 39문항으로 구성되어 있으며 각 문항은 예/아니오로 응답한다. 한경희 등(2006)의 연구에서 신뢰도는 한국 여자의 경우 $= .87$ 이었다.

2.2. 우울 척도

(1) 병원 불안-우울 척도 우울 하위 척도(Hospital Anxiety and Depression scale Depression: HAD-D)

본 연구에서는 Zigmond 등(1983)이 개발한 병원 불안-우울 척도 우울 하위 척도를 오세만 등(1999)이 표준화한 것을 사용하였다. HAD는 모두 14개의 문항으로 짝수번호 7개는 우울에 관한 문항으로 우울 하부척도(HAD-D)로 구성되어 있으며, 각 문항은 4점 척도(0~3점 범위)로 구성되어 있다. 오세만 등(1999)의 연구에서 크론바하 α 로 측정된 척도의 신뢰도는 $\alpha = .86$ 이었다.

2.3. 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 근거한 축 I 장애를 진단하기 위한 반구조화된 면담도구로서(First et al., 1996), 증상의 존재 여부를 검사자가 질문하고, 피검자의 응답에 따라 다음 장애군으로 넘어가게 되는 진단결정분기도(decision making tree)를 사용하는 도구이다. 각 문항 당 1 (없음 혹은 해당 안 됨), 2 (역치 미만), 3 (역치 또는 해당됨)으로 기록하게 된다. 면담자간 신뢰도는 .70이며, 본 연구에서는 한오수 등(2000)이 번안한 것을 사용하였다.

2.3. 지능 검사

(1) 한국형 웨슬러 성인지능검사 4판(Korean Wechsler Adult Intelligence Scale-IV: K-WAIS-IV)

K-WAIS-IV(황순택 등, 2012)의 소검사들 중 10개의 핵심 소검사를 실시하여 지능지수를 산출하였다.

3. 실험 절차

3.1 상태 불안 측정

과제 수행 중의 부정 정서(negative affect)는 상태 불안 점수로 측정 할 수 있다고 알려져 있다(Aarts & Pourtois, 2010; Cooper & McConville, 1989; Pacheco-Unguetti et al., 2010; Somerville et al., 2004). 사이먼 과제 실시 전후의 상태 불안과 그 차이(과제 후 상태 불안 점수-과제 전 상태 불안 점수)를 측정하였다. 상태 불안은 상태-특성 불안 척도 Y형(STAI-Y)의 상태 불안 20문항을 사용하여 피험자의 자기보고(self-report) 방식으로 총 2번 측정하였는데(Aarts & Pourtois, 2010; Pacheco-Unguetti et al., 2010), 즉 1차 측정은 사이먼 과제를 실시하기에 앞서 실시하였고, 2차 측정은 사이먼 과제가 종료된 후 실시하였다.

3.2 사이먼 과제

행동 모니터링의 측정에 사이먼 과제가 사용되었다. 사이먼 과제에서 사용된 자극은 원, 사각형, 어두운 사각형, 육각형 총 4개이었으며, 각각의 자극은 제시되었을 때 반응해야 할 버튼의 위치가 지정되어 있다(그림1). 자극 위치와 반응 위치 사이의 연합 학습을 위해 검정색 바탕화면에 + 모양의 고정점을 기준으로 좌우 각각 두 개씩 자극이 제시되었고, 각 자극에 대해 지정된 반응 버튼의 위치를 학습하게 하였다. 실험 자극은 총 네 개의 위치 중 한 곳에 무작위로 제시되었으며, 연구 참여자에게는 자극이 화면에 나타나는 위치와 상관없이, 네 개의 반응 버튼 중 제시된 자극에 해당하는 반응 버튼을 가능한 한 빠르고 정확하게 누르는 것이 요구되었다.

실험은 두 가지 조건으로 구성되었는데, 즉 자극 제시 위치와 반응 버튼 위치가 동일한 일치조건과 자극 제시 위치와 반응 버튼 위치가 서로 다른 불일치 조건으로 구성되었다(그림 2). 따라서 본 연구에서는 한 자극 당 1

개의 일치 조건과 3개의 불일치 조건이 발생하게 되는데, 일치 조건과 불일치 사건이 동일한 비율(5 : 5)로 제시되도록 구성되었으며, 3개의 불일치 조건들도 동일한 비율(1 : 1 : 1)로 제시되도록 구성되었다. 본 과제는 총 3블록으로 나누어 실시되었으며, 각 블록마다 자극에 지정된 반응버튼의 위치가 바뀌었다. 예를 들어 첫 번째 블록에서 가장 오른쪽 버튼을 누르도록 지시한 육각형이 두 번째 블록에서는 왼쪽에서 두 번째 버튼, 세 번째 블록에서는 오른쪽에서 두 번째 버튼을 누르도록 지시되었다. 매 블록마다 연습 시행을 통해 변경된 반응버튼의 위치를 연구 참여자가 잘 숙지했는지 확인한 후 본 시행을 시작하였다.

본 연구에 사용되는 자극은 E-Prime version 1.2(Psychology Software Tools, Inc) 프로그램을 사용하여 제시되었다. 연구대상자와 모니터 간의 거리는 80cm이고, visual angle은 3.5° × 3.8° 이었다. 과제 진행은 다음과 같다. 자극 제시 전 + 모양의 고정점이 700ms 동안 제시된 후 자극이 80ms 동안 제시되었다. 반응 시간은 1200ms이었으며, 자극 간격은 1980ms이었다. 본 시행에 앞서 연습 시행을 블록 당 각각 10 시행씩 2번 진행하였다. 총 시행은 936 시행(일치 조건 468 시행, 불일치 조건 468 시행)으로 3 블록으로 나뉘어 실시되었다. 실험에 앞서 연구 참여자에게 과제에 의한 활성화 이외에 뇌파에 영향을 줄 수 있는 눈 움직임과 몸 움직임 등은 자제하도록 주의를 주었다.



그림1. 사이먼 과제의 자극 간 반응위치

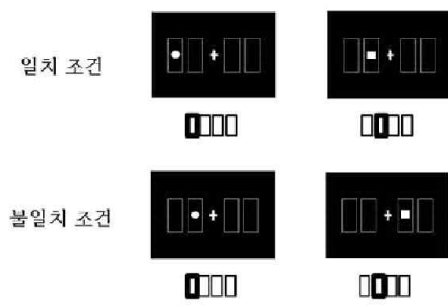


그림2. 사이먼 과제의 두 조건

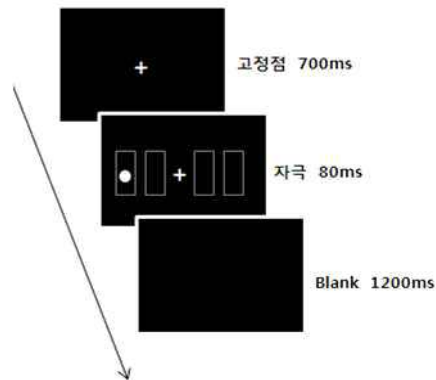


그림3. 사이먼 과제의 자극 제시 순서

3.2 사건관련전위의 측정

뇌파 측정은 64 채널의 Geodesic Sensor Net을 사용하여 절연과 방음 시설이 갖추어진 실험실에서 이루어졌다. 뇌파 측정 시 기준위치 (reference)는 Cz이었으며, 각 채널의 impedance는 50K Ω 이하를 유지하였다(Tucker, 1993). 뇌파는 0~100Hz bandpass로 연속적으로 측정하였으며, 표본율(sampling rate)은 500Hz이었다. 실험 종료 후 연속적으로 측정된 뇌파를 600ms(반응 전 100ms부터 반응 후 500ms까지)의 epoch으로 구분하였고, 눈 깜박임 및 몸 움직임 등의 artifact를 제거하기 위하여 이를 탐지하는 전극(eye channels: 1번, 5번, 10번, 17번)들에서 측정된 뇌파가 $\pm 100 \mu v$ 를 넘을 경우, 그 시행은 분석에 포함되지 않았다. 뇌파는 정반응과 오반응으로 분리한 후 평균화하였고, 평균화한 사건관련전위를 0.3~30Hz의 bandpass로 digital filtering하였다.

4. 자료 분석

4.1 인구통계학적 특성

높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 인구통계학적 변인 및 STAI-Y 특성 불안 척도 점수, WAS 점수는 독립표본 t 검정을 사용하여 분석하였다. 집단 간 우울 수준과 과제와 연관된 상태 불안 수준의 사전 동질성을 검사하기 위해 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 HAD-D 점수, 상태 불안 점수는 독립표본 t 검정을 사용하여 분석하였다.

4.2 행동 자료

사이먼 과제의 행동 수행 분석에는 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 반응 오류율과 반응시간을 각각 혼합설계 변량분석(mixed design ANOVA)으로 분석하였고, 조건(일치 조건과 불일치 조건)이 피험자 내 변인이었고, 집단(높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군)이 피험자 간 변인이었다.

4.3 사건관련전위

분석할 사건관련전위 요소와 시간 영역(time window)은 연구대상자들의 전체 평균 사건관련전위(grand-average ERPs)와 각 연구대상자의 사건관련전위 파형에 근거하여 설정하였다.

ERN은 오반응 발생 후 50~150ms에서 나타나는 부정적 정점(peak), CRN은 정반응 발생 후 50~150ms에서 나타나는 부정적 정점(peak), Δ ERN은 ERN과 CRN의 차이파에서 반응 후 50~150ms에서 나타나는 부정적 정점(peak)으로 정의하였다. 각 요소의 진폭(amplitude)과 잠재기(latency)를 각각 혼합설계 변량분석(mixed design ANOVA)으로 분석하였으며, 전극 부위(Fz, FCz, Cz)가 피험자 내 요인이었고 집단(높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군)이 피험자 간 요인이었다.

Pe는 오반응 발생 후 150~300ms에서 나타나는 정적 정점, Pc는 정반응 발생 후 150~300ms에서 나타나는 정적 정점, ΔPc 는 Pe와 Pc의 차이파에서 반응 후 150~300ms에서 나타나는 정적 정점으로 정의하였다. 각 요소의 진폭과 잠재기를 각각 혼합설계 변량분석으로 분석하였으며, 전극 부위(Cz, Pz)가 피험자 내 요인이었고 집단(높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군)이 피험자 간 요인이었다.

집단 간 차이가 있을 경우 각 요소의 전극 부위별 차이를 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 각각의 측정치들 간의 분산차로 인하여 구형성 가정이 위배될 경우 Greenhouse-Geisser correction을 적용하였다. 우울과 과제 수행 전 상태 불안에서 두 집단 간 유의한 차이가 있었기 때문에 사건관련전위 요소들의 진폭 및 잠재기 분석에 이 두 요인, 즉 HAD-D 점수와 과제 수행 전 실시한 STAI-S 점수를 공변량으로 하는 혼합설계 공변량분석(mixed design, ANCOVA)을 추가로 실시하였다. 또한, ERN 진폭, ΔERN 진폭과 특성 불안 점수와의 관련성은 Pearson 상관계수를 사용하여 분석하였다.

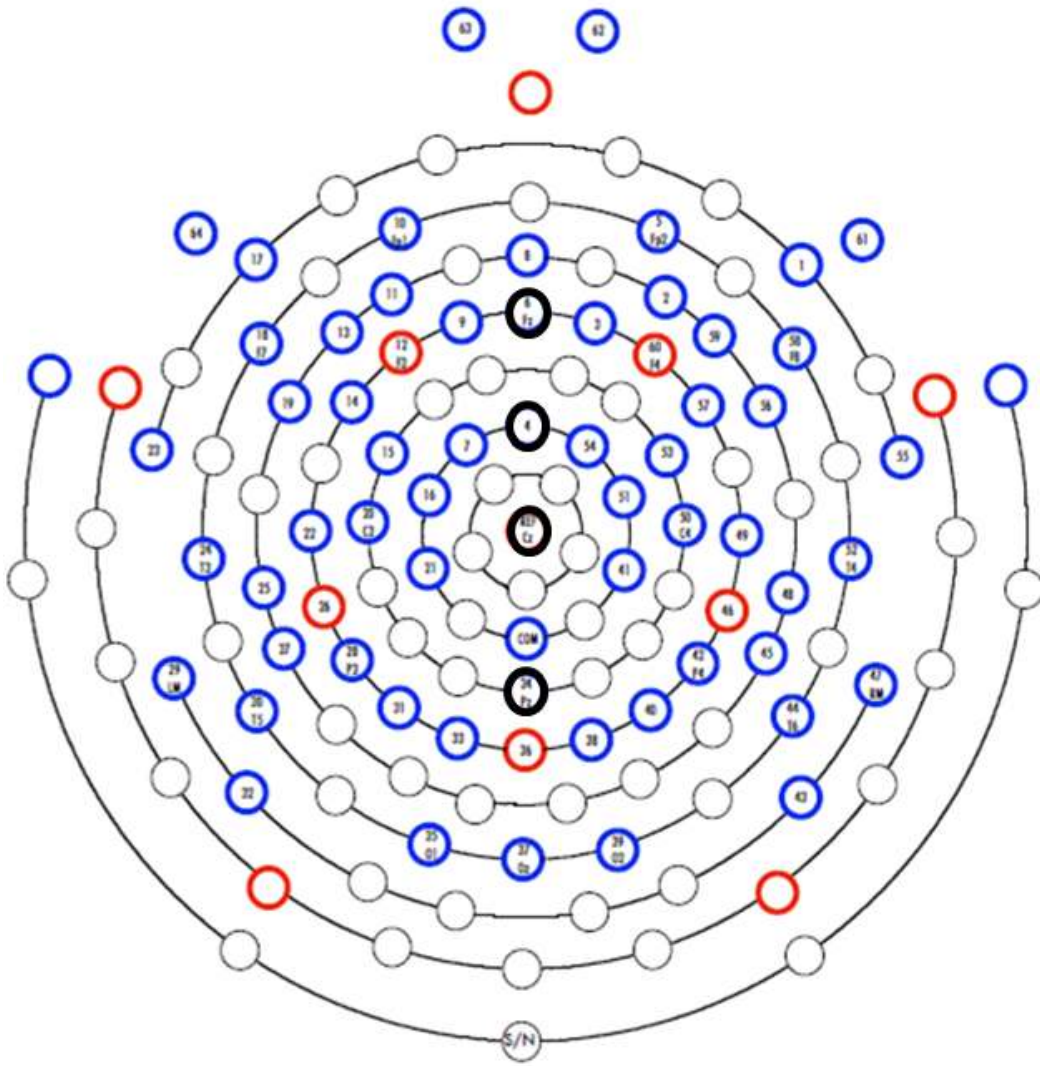


그림 4. 분석에 포함된 채널(검은 원)

V. 연구 결과

1. 인구통계학적 특성

높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 인구통계학적 특성을 분석한 결과가 표 1에 기술되어 있다. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군은 연령, $t(34)=-1.04$, *ns*, 교육연한, $t(34)=-1.23$, *ns*, 지능, $t(34)=-.33$, *ns*, 및 사이먼 과제 전과 후의 상태 불안 점수의 차이, $t(34)=-.29$, *ns*, 에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면, STAI-T, $t(34)=23.34$, $p<.001$, 와 Welsh 불안 척도, $t(28)=22.87$, $p<.001$, 에서 두 집단이 유의한 차이를 보였는데, 즉 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군에 비해 유의하게 높은 점수를 보였다. 또한, HAD-D 점수, $t(34)=5.85$, $p<.001$, 사이먼 과제 전 상태 불안 점수, $t(34)=3.07$, $p<.01$, 와 사이먼 과제 후 상태 불안 점수, $t(34)=3.28$, $p<.01$, 에서는 집단 간 유의한 차이를 보였는데, 즉 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군에 비해 유의하게 높은 점수를 보였다.

표 1. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 인구통계학적 특성

	높은 특성 불안군	낮은 특성 불안군	<i>t</i>
	(<i>n</i> =18)	(<i>n</i> =18)	
	평균 (표준편차)	평균 (표준편차)	
연령(년)	20.72 (1.45)	21.28 (1.74)	-1.04
교육연한(년)	13.50 (1.25)	14.00 (1.19)	-1.23
지능지수	103.83 (8.38)	104.61 (5.62)	-.33
STAI-T 점수	64.06 (3.47)	32.39 (4.59)	22.34***
WAS 점수	30.11 (3.98)	5.11 (2.37)	22.87***
HAD-D 점수	8.44 (2.73)	3.61 (2.20)	5.85***
STAI-S T1	43.61 (6.21)	36.39 (7.83)	3.07**
STAI-S T2	44.44 (5.59)	38.06 (6.10)	3.28**
STAI-S (T2-T1)	.83 (9.95)	1.67 (7.27)	-.29

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

STAI-T = State Trait Anxiety Inventory-Trait scale; WAS = Welsh Anxiety Scale; HAD-D = Hospital Anxiety & Depression scale Depression; STAI-S = State Trait Anxiety Inventory-State scale; T1 = 사이먼 과제 수행 전; T2 = 사이먼 과제 수행 후.

2. 행동 자료 분석

높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 사이먼 과제에서의 평균 반응 오류율과 반응 시간이 표 2에 제시되어 있다. 반응 오류율의 분석 결과, 자극 조건에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,34)=87.50$, $p<.001$. 즉, 불일치 조건에서의 반응 오류율이 일치 조건에서의 반응 오류율보다 유의하게 높았다. 그러나 집단 간의 유의한 차이는 관찰되지 않았다, $F(1,34)=.49$, ns . 반응 시간의 분석 결과, 자극 조건에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,34)=643.68$, $p<.001$. 즉, 불일치 조건에서의 반응 시간이 일치 조건에서의 반응 시간보다 유의하게 길었다. 그러나 집단 간의 유의한 차이는 관찰되지 않았다, $F(1,34)=.76$, ns .

표 2. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 사이먼 과제에서 평균 반응 오류율과 반응 시간

	높은 특성 불안군($n=18$)		낮은 특성 불안군($n=18$)	
	일치 조건	불일치 조건	일치 조건	불일치 조건
반응 오류율(%)	2.56 (2.53)	12.00 (7.82)	2.67 (3.43)	9.83 (5.20)
반응 시간(ms)	578.90 (76.57)	643.20 (77.47)	595.44 (64.81)	668.15 (68.40)

() 표준편차

3. 사건관련전위 분석

그림 5는 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군에서 관찰된 오반응 시행과 정반응 시행에 의해 유발된 사건관련전위를 전두 영역(Fz), 전두중앙 영역(FCz), 중앙 영역(Cz)과 두정 영역(Pz)에서 전체 평균(grand averaged ERPs)한 것이다. ERN의 최대 진폭은 높은 특성 불안군에서 중앙 영역에서 관찰되었고, 낮은 특성 불안군에서는 전두중앙 영역에서 관찰되었다. Pe의 최대 진폭은 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군 모두 중앙 영역에서 관찰되었다.

그림 6는 오반응 시행에 의해 유발된 ERN과 Pe의 전체 64채널에서의 진폭 분포(topographical distribution)를 보여준다. ERN의 경우, 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 더 큰 활성화를 보인 반면(특히 Cz), Pe의 경우, 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군은 활성화에 큰 차이가 없었다.

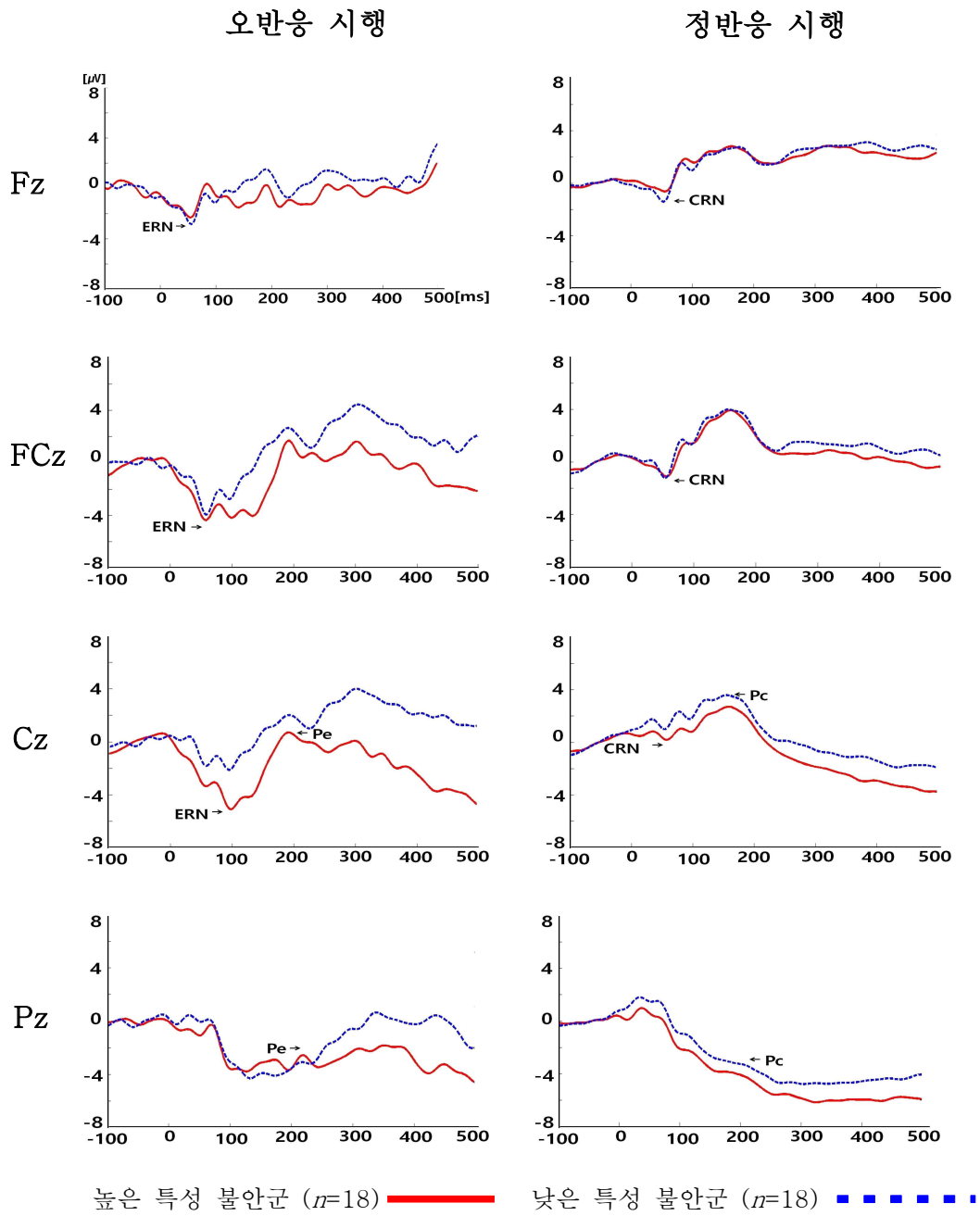


그림 5. 사이먼 과제의 오반응 시행과 정반응 시행에서 관찰된 전체 평균 사건관련전위

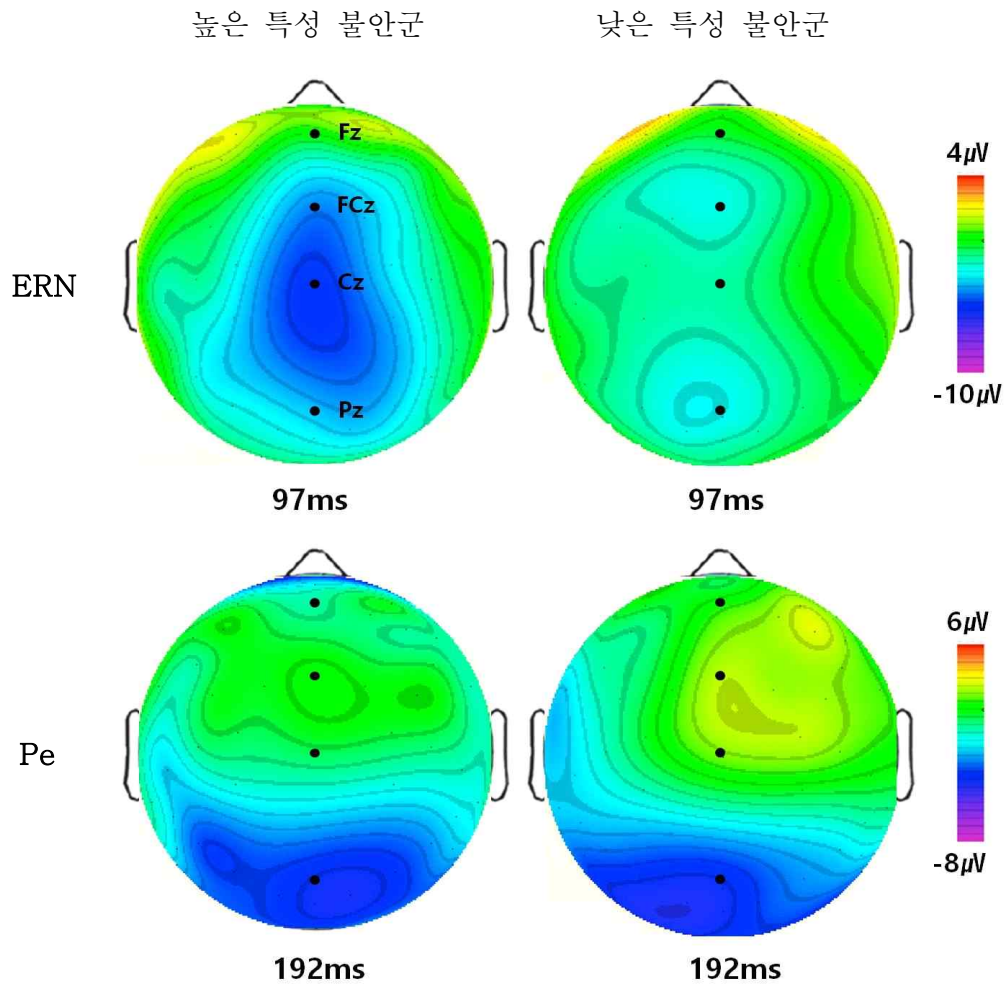


그림 6. 사이먼 과제에서 가장 큰 진폭의 ERN과 Pe가 관찰된 시간대의 전체 64 채널 사건관련전위 분포

3.1 ERN

ERN 진폭의 분석 결과, 전극 위치와 집단 간의 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(2,55)=11.70$, $p<.001$. 전극 위치와 집단 간의 상호작용 효과는 우울 점수와 과제 수행 전 상태 불안을 통제한 경우에도 관찰되었다, $F(2,52)=16.22$, $p<.001$. 전극위치별로 ERN 진폭의 집단 간 차이를 확인한 결과, Fz, $t(29)=.73$, *ns*, 와 FCz, $t(34)=-1.59$, *ns*, 에서는 두 집단 간 유의한 차이가 없었으나, Cz 채널에서 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군에서 더 큰 ERN 진폭이 관찰되었다, $t(24)=-3.06$, $p<.01$.

ERN 잠재기의 분석 결과, 전극 위치, $F(2,55)=.27$, *ns*, 및 집단, $F(1,34)=.10$, *ns*, 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 표 3은 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 각 전극 위치에서 보인 ERN의 평균 진폭과 잠재기를 기술한 것이다.

표 3. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 ERN 진폭과 잠재기

채널	높은 특성 불안군($n=18$)		낮은 특성 불안군($n=18$)	
	진폭 (μV)	잠재기 (ms)	진폭 (μV)	잠재기 (ms)
Fz	-2.77 (4.50)	93.33 (30.50)	-3.68 (2.79)	78.83 (23.68)
FCz	-7.02 (5.14)	93.67 (28.64)	-4.78 (3.11)	78.89 (20.45)
Cz	-6.75 (4.68)	94.00 (27.51)	-3.04 (2.13)	80.00 (20.01)

() 표준편차

표 4. ERN 진폭의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	2.09	.06	.16
오차	34	(36.68)		
<u>집단내</u>				
전극	2	15.31***	.31	<.001
전극x집단	2	11.70***	.26	<.001
조건내 오차	55	(5.28)		

() 오차제곱평균(MSE)

*** $p < .001$

3.2 CRN

CRN 진폭의 분석 결과, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,41)=7.70$, $p < .01$. FCz에서 가장 큰 진폭이 관찰된 반면, Cz에서 가장 작은 진폭이 관찰되었다. 그러나 집단의 유의한 차이는 관찰되지 않았다, $F(1,34)=.09$, *ns*.

CRN 잠재기의 분석 결과, 전극 위치, $F(1,39)=1.15$, *ns*, 및 집단, $F(1,34)=.91$, *ns*, 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 표 5은 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 각 전극 위치에서 보인 CRN의 평균 진폭과 잠재기를 기술한 것이다.

3.3 Δ ERN

ERN 진폭의 분석 결과, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,48)=11.72$, $p < .001$. FCz에서 가장 큰 진폭($-6.95\mu V$)이 관찰된 반면, Fz에서 가장 작은 진폭($-4.18\mu V$)이 관찰되었다. 그러나 집단의 유의한 차

이는 관찰되지 않았다. $F(1,34)=2.92$, *ns*.

Δ ERN 잠재기의 분석 결과, 전극 위치, $F(2,56)=1.54$, *ns*, 및 집단, $F(1,34)=3.00$, *ns*, 의 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 표 7은 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 각 전극 위치에서 보인 Δ ERN의 평균 진폭과 잠재기를 기술한 것이다.

표 5. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 CRN 진폭과 잠재기

채널	높은 특성 불안군($n=18$)		낮은 특성 불안군($n=18$)	
	진폭 (μV)	잠재기 (ms)	진폭 (μV)	잠재기 (ms)
Fz	-.42 (2.50)	73.33 (25.16)	-.96 (2.29)	65.89 (20.10)
FCz	-1.03 (2.74)	72.00 (23.47)	-.92 (2.24)	64.00 (17.05)
Cz	-.28 (2.32)	72.44 (22.59)	.78 (2.01)	68.00 (19.40)

() 표준편차

표 6. CRN 진폭의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.09	.00	.76
오차	34	(12.90)		
<u>집단내</u>				
전극	1	7.70**	.19	.01
전극x집단	1	3.06	.08	.08
조건내 오차	41	(3.14)		

() 오차제곱평균(MSE)

** $p < .01$

표 7. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Δ ERN 진폭과 잠재기

채널	높은 특성 불안군 ($n=18$)		낮은 특성 불안군 ($n=18$)	
	진폭 (μV)	잠재기 (ms)	진폭 (μV)	잠재기 (ms)
Fz	-4.66 (4.92)	101.78 (28.89)	-3.70 (3.16)	88.00 (21.32)
FCz	-8.52 (5.70)	104.44 (26.02)	-5.37 (3.67)	89.56 (21.51)
Cz	-7.62 (5.48)	99.33 (24.99)	-4.93 (3.29)	88.00 (20.20)

() 표준편차

표 8. Δ ERN 진폭의 변량분석

변산원	df	F	η^2	p
<u>집단간</u>				
집단	1	2.92	.08	.10
오차	34	(47.75)		
<u>집단내</u>				
전극	1	11.72***	.26	<.001
전극x집단	1	1.88	.05	.17
조건내 오차	48	(9.08)		

() 오차제곱평균(MSE)

*** $p < .001$

3.4 Pe

Pe 진폭의 분석 결과, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,34)=48.35$, $p < .001$. Cz에서 가장 큰 진폭($2.70\mu V$)이 관찰된 반면, Pz에서 가장 작은 진폭($-2.19\mu V$)이 관찰되었다. 그러나 집단의 유의한 차

이는 관찰되지 않았다, $F(1,34) = .04$, *ns*.

Pe 잠재기의 분석 결과, 전극 위치, $F(1,34) = 1.43$, *ns*, 및 집단, $F(1,34) = .01$, *ns*, 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 표 9는 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 각 전극 위치에서 보인 Pe의 평균 진폭과 잠재기를 기술한 것이다.

표 9. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Pe 진폭과 잠재기

채널	높은 특성 불안군 ($n=18$)		낮은 특성 불안군 ($n=18$)	
	진폭 (μV)	잠재기 (ms)	진폭 (μV)	잠재기 (ms)
Cz	2.22	190.00	3.18	191.00
	(5.73)	(22.28)	(3.53)	(19.26)
Pz	-1.95	193.89	-2.43	194.22
	(4.03)	(19.86)	(2.14)	(22.68)

() 표준편차

표 10. Pe 진폭의 변량분석

변산원	df	F	η^2	p
<u>집단간</u>				
집단	1	.04	.00	.84
오차	34	(24.11)		
<u>집단내</u>				
전극	1	48.35***	.59	<.001
전극x집단	1	1.05	.03	.31
조건내 오차	34	(8.92)		

() 오차제곱평균(MSE)

*** $p < .001$

3.5 Pc

Pc 진폭의 분석 결과, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,34)=155.09$, $p<.001$. Cz에서 가장 큰 진폭($3.10\mu V$)이 관찰된 반면, Pz에서 가장 작은 진폭($-3.23\mu V$)이 관찰되었다. 그러나 집단 유의한 차이는 관찰되지 않았다, $F(1,34)=.48$, ns .

Pc 잠재기의 분석 결과, 전극 위치에서 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,34)=40.69$, $p<.001$. Pz에서 가장 긴 잠재기($189.67ms$)가 관찰된 반면, Cz에서 가장 짧은 잠재기($167.56ms$)가 관찰되었다. 그러나 집단 유의한 차이는 관찰되지 않았다, $F(1,34)=.19$, ns . 표 11은 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 각 전극 위치에서 보인 Pc의 평균 진폭과 잠재기를 기술한 것이다.

표 11. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 Pc 진폭과 잠재기

채널	높은 특성 불안군($n=18$)		낮은 특성 불안군($n=18$)	
	진폭 (μV)	잠재기 (ms)	진폭 (μV)	잠재기 (ms)
Cz	2.78	168.67	3.42	166.44
	(2.61)	(15.12)	(2.52)	(11.01)
Pz	-3.48	187.11	-2.99	192.22
	(2.93)	(20.84)	(3.39)	(20.37)

() 표준편차

표 12. Pc 진폭의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.48	.01	.49
오차	34	(11.95)		
<u>집단내</u>				
전극	1	155.09***	.82	<.001
전극x집단	1	.02	.00	.88
조건내 오차	34	(4.66)		

() 오차제곱평균(MSE)

****p*<.001

표 13. Pc 잠재기의 변량분석

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.10	.00	.76
오차	34	(383.40)		
<u>집단내</u>				
전극	1	40.69***	.55	<.001
전극x집단	1	1.12	.03	.30
조건내 오차	34	(216.29)		

() 오차제곱평균(MSE)

****p*<.001

3.6 ΔPe

ΔPe 진폭의 분석 결과, 전극 위치, $F(1,34)=1.23$, *ns*, 및 집단, $F(1,34)=.40$, *ns*, 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다.

ΔPe 잠재기의 분석 결과, 전극 위치, $F(1,34)=2.92$, *ns*, 및 집단,

$F(1,34)=.32$, ns , 의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 표 14는 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 각 전극 위치에서 보인 ΔPe 의 평균 진폭과 잠재기를 기술한 것이다.

표 14. 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 평균 ΔPe 진폭과 잠재기

채널	높은 특성 불안군($n=18$)		낮은 특성 불안군($n=18$)	
	진폭 (μV)	잠재기 (ms)	진폭 (μV)	잠재기 (ms)
Cz	.94 (6.73)	196.67 (24.00)	1.07 (4.35)	197.44 (19.01)
Pz	2.86 (5.06)	199.44 (25.35)	.88 (3.23)	206.33 (22.29)

() 표준편차

4. ERN 진폭과 특성 불안 점수의 상관관계

높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군의 특성 불안 점수 수준과 두 집단 간에 유의한 차이가 있는 요소인 ERN 진폭 간의 관련성을 알아보기 위해 Pearson 상관 분석을 실시하고 양측검정을 하였다. 그 결과가 표 15에 제시되어 있다. Fz, FCz, Cz에서 측정한 ERN 진폭과 특성 불안 점수 사이의 상관 분석을 한 결과, STAI-T 점수와 Cz에서의 ERN 진폭 간에 유의한 부적 상관이 관찰되었으며, $r = -.47$, $p < .01$, WAS 점수와 Cz에서의 ERN 진폭 간에 유의한 부적 상관이 관찰되었다, $r = -.44$, $p < .01$. 즉, 특성불안 수준의 증가는 Cz에서 측정한 ERN 진폭이 증가하는 것과 관련이 있었다.

표 15. 전체 피험자($n=36$)의 특성 불안 점수 수준과 전극 위치별 ERN 진폭 간의 상관분석

특성 불안척도	전극 위치별 ERN 진폭		
	Fz	FCz	Cz
STAI-T	.06	-.30	-.47**
WAS	.04	-.24	-.44**

** $p < .01$

STAI-T = State Trait Anxiety Inventory-Trait scale; WAS = Welsh Anxiety Scale

VI. 논의

본 연구는 높은 특성 불안을 가지고 있는 여자 대학생들을 대상으로 이들의 행동 모니터링 특성을 사이먼 과제와 사건관련전위를 사용하여 알아보고자 하였다.

행동 분석 결과, 반응 오류율과 반응 시간에서 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 또한, 사이먼 과제의 일치 조건에 비해 불일치 조건에서 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군 모두 유의하게 더 높은 반응 오류율과 더 긴 반응시간이 나타나는 사이먼 효과가 관찰되었다. 이러한 결과는 불안 장애 환자군과 정상 통제군이 행동 모니터링 과제의 행동 수행에서 유의한 차이를 보이지 않음을 관찰한 선행 연구의 결과와 일치한다(Rabinak et al., 2013; Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011). 따라서 두 집단 간 사이먼 과제의 행동 수행에서 차이가 없을 것이라는 가설 1-1이 지지되었다.

사이먼 과제의 행동 수행 결과와 달리 사건관련전위에서 높은 특성 불안과 낮은 특성 불안군이 서로 다른 수행을 보였다. 즉, 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 Cz에서 유의하게 증가된 ERN 진폭이 관찰되었다. 이러한 결과는 불안 장애를 가지고 있는 환자들을 대상으로 한 선행 연구의 결과와 일치한다(Gehring et al., 2002; Weinberg et al., 2010, 2012; Xiao et al., 2011). 예를 들어 Gehring(2002) 등이 Stroop 과제와 사건관련전위를 사용하여 강박장애 환자군의 행동 모니터링을 조사한 연구에서 강박장애 환자군이 정상통제군에 비해 Cz에서 유의하게 증가된 ERN 진폭을 보임이 관찰되었다. 또한 선행 연구들(Aarts & Pourtois, 2010; Holmes & Pizzagalli, 2010; Weinberg et al., 2012)에서 처럼 본 연구에서 두 집단이 유의한 차이를 보인 우울 수준과 사이먼 과제 수행 전

의 상태 불안을 통제한 후에도 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군에 비해 Cz에서 유의하게 증가된 ERN 진폭이 관찰되었다. 이는 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군에서 관찰된 ERN 진폭의 증가가 우울 및 상태 불안의 영향을 받지 않는 것을 시사한다.

ERN의 근원지는 전대상피질로 알려져 있다(Herrman et al., 2004; O'Connell et al., 2007). 예를 들어, 사건관련전위와 fMRI를 사용한 연구에서 ERN 진폭과 전대상피질의 활성화 사이에 유의한 상관성이 있음이 관찰되었다(Mathalon et al., 2003). 또한, fMRI 연구에서 불안 장애군이 정상 통제군에 비해 오류와 관련된 전대상피질의 과활성화를 보임이 보고되었다(Fitzgerald et al., 2005; Ursu et al., 2003). 불안 장애군의 증가된 ERN 진폭을 근원지 국재화 기법(source localization)을 적용하여 분석한 연구들에서는 증가된 ERN의 근원지가 전대상피질을 확인하였다(Gehring et al., 2000; Ladouceur et al., 2006). 또한 특성 불안이 높은 성인들은 대상으로 Go/NoGo 과제를 이용하여 사건관련전위와 근원지 국재화 기법을 사용한 Aarts & Pourtois(2010)의 연구에서는 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 오반응을 범했을 때 더 넓은 전대상피질의 영역이 활성화되는 것이 관찰되었다. 이러한 선행 연구들의 결과를 고려해 볼 때, 본 연구에서 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군에 비해 유의하게 증가된 ERN 진폭을 보이는 것은 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 오류와 관련된 전대상피질의 과활성화 혹은 더 넓은 전대상피질 영역의 활성화를 보임을 시사한다.

CRN의 진폭과 잠재기에서 집단 간의 유의한 차이가 관찰 되지 않았는데, 이 결과는 불안 장애를 대상으로 한 선행 연구의 결과와 일치한다(Rabinak et al., 2013; Weinberg et al., 2010, 2012; Xiao et al., 2011). CRN은 오반응과 정반응, 즉 모든 반응에 대한 포괄적이고 일반적인 행동 모니터링

의 지표(Vidal et al., 2000)로 여겨지고 있기 때문에, 본 연구 결과는 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 일반적인 행동 모니터링 능력에서는 유의한 차이가 없음을 시사한다.

Δ ERN의 진폭과 잠재기에서도 집단 간의 유의한 차이가 관찰 되지 않았으나, 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군에 비해 증가된 Δ ERN 진폭의 경향을 보였다, $F(1,34)=2.92$, $p=.097$. 높은 특성 불안군에서 증가한 Δ ERN 진폭은 불안 장애를 대상으로 한 일부 선행 연구들의 결과와 일치한다(Weinberg et al., 2010, 2012; Xiao et al., 2011). 예를 들어, Xiao 등(2011)이 Flanker과제를 사용하여 범불안 장애 환자군, 강박장애 환자군, 정상통제군의 행동 모니터링을 사건관련전위를 사용하여 조사한 결과, 강박장애 환자군이 정상통제군에 비해 유의하게 증가된 Δ ERN을 보임을 관찰하였다. Δ ERN은 정반응과 오반응에서의 행동 모니터링 차이를 알 수 있는 지표이다(Coles et al., 2001; Vidal et al., 2002). 예를 들어, Flanker 과제를 사용한 Weinberg 등(2010)의 연구에서 정상통제군에 비해 범불안 장애군에서 증가된 Δ ERN 진폭이 관찰되었는데, 이 결과는 범불안 장애군이 CRN이 반영하는 일반적인 행동 모니터링에서는 정상통제군과 차이가 없으나, ERN이 반영하는 오류를 평가하고 모니터링 하는 과정에서는 정상통제군과 차이가 있음을 제안한다. 따라서 본 연구에서 집단 간 ERN의 진폭의 차이는 관찰되었으나 CRN 진폭의 차이가 관찰되지 않은 결과는 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 사이먼 과제에서 정반응에 비해 오반응에서 더 민감하게 반응하는 경향성을 가지고 있음을 시사한다. 본 연구에서 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 유의하게 증가된 ERN 진폭과 비록 통계적으로 유의하지 않지만 증가된 Δ ERN 진폭을 보임을 관찰하였고, 따라서 가설 2-1은 부분적으로 지지되었다.

Pe의 진폭과 잠재기에서도 집단 간의 유의한 차이가 관찰 되지 않았다.

이러한 결과는 불안 장애를 대상으로 한 선행 연구들의 결과와 일치한다 (Rabinak et al., 2013; Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011). Pe가 실제로 오반응과 관련된 어떤 기능을 반영하는가에 대해서는 아직 논란이 되고 있다. Falenstein(2004a)은 Pe의 중요한 3가지 기능적 함의에 대해 주장하였는데, 첫째로 Pe가 오반응에 대한 정서적 반응을 반영하고 둘째, 오반응을 의식적으로 인식하는 것과 관련되며 마지막으로 오반응 후 적응적 반응을 하기 위한 전략 및 동기와 관련이 있는 것으로 설명하고 있다. 더 나아가 Steinhauser와 Yeung(2010)은 오반응을 탐지하는 것은 오반응이 일어났다는 증거들이 누적되는 입력(input) 단계와 오반응이 발생했다고 결정을 내리는 출력(output) 단계로 나뉜다고 제안하였고, Pe가 단순히 오반응을 의식적으로 인식하는 것을 반영하는 것 보다는, 개인이 수행한 반응이 오반응이라는 여러 가지 증거들을 기반으로 하여 본인이 수행한 반응이 오반응이라는 것을 지각하는 정도를 반영하는 것이 Pe라고 주장하였다. Pe에 대한 이러한 논의들은 Pe가 오반응을 인식하고 지각하며 주의를 기울이는 것과 관련된 요소일 가능성을 시사한다. 또한, Pe는 ERN에 비해 실험에 사용한 과제의 종류에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다(Endrass et al., 2005; Mathewson et al., 2005; Nieuwenhuis et al., 2001; Shalgi et al., 2009). 본 연구에서 사용한 사이먼 과제는 충분한 연습 시행을 실시함으로써 과제에 대한 이해 부족보다는 실수에 의해 오반응을 유발하도록 제작되었다. 따라서 본 연구에서 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군 간에 유사한 Pe 진폭이 관찰된 결과는 두 집단이 기본적으로 오류를 인식하고 지각하는 방식에서는 유의한 차이가 없을 가능성을 시사한다. 그러나 Pe의 기능적 함의에 대한 논란이 많기 때문에 추후 연구에서는 불안과 Pe의 관계에 대한 직접적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

특성 불안 점수와 ERN 진폭 사이의 상관 분석 결과, 특성 불안 수준과

Cz에서 측정한 ERN 진폭 간에 유의한 부적 상관이 관찰되었다. 즉, 특성 불안 수준이 높을수록 ERN 진폭이 증가하였다. 따라서, 가설 3-1은 지지되었으며, 이는 집단 별 상관이 아닌 전체 피험자들을 대상으로 한 상관분석을 통해 특성 불안과 ERN 진폭의 관련성이 범주(category)적이면서 차원(dimension)적일 가능성을 시사한다. 불안 증상의 심각도와 ERN 사이의 관련성을 조사한 일부 선행 연구에서 증상의 심각도와 ERN 진폭 사이에 유의한 상관이 관찰되었다(Weinberg et al., 2010; Xiao et al., 2011). 이는 정상적인 불안과 병리적인 불안은 범주적으로 다른 것이라기 보다는 연속적인 차원으로서 이해해야 한다는 주장(Mathews & MacLeod, 2005)을 지지하는 결과이다.

연구의 결과를 종합하면 높은 특성 불안군과 낮은 특성 불안군이 사이먼 과제 행동 수행에서는 차이를 보이지 않은 반면, 사건관련전위에서는 낮은 특성 불안군에 비해 높은 특성 불안군이 중앙 전극영역(Cz)에서 유의하게 증가된 ERN 진폭을 보였다. 이는 Eysenck가 제안한 처리 효율성 이론(Eysenck & Calvo, 1992)과 주의 통제 이론(Eysenck et al., 2007)으로 설명될 수 있다. 즉 불안 수준이 높은 사람들이 감소된 효율성을 보상하기 위해 인지적 노력을 증가시키기 때문에 정상통제군과 유사한 수준의 행동 수행을 유지할 수 있는데, 높은 특성 불안군에서 관찰된 ERN 진폭의 증가가 인지적 노력의 증가를 반영하는 것이다. 또한 증가된 ERN 진폭은 특성 불안 수준과 상관이 있었다. ERN이 행동 모니터링 과정을 반영하고 전대상 피질에서 생성되는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구의 결과는 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군과 다른 전대상피질의 활성화를 보이며, 이러한 활성화 차이가 사이먼과제에서 높은 특성 불안군이 낮은 특성 불안군과 유사한 수행 수준을 유지할 수 있게 한 것으로 여겨진다.

나아가 본 연구 결과는 높은 특성 불안을 가지는 사람들의 행동 모니터링

에 대한 연구는 과제뿐만 아니라 사건관련전위 등과 같은 뇌활성화 평가를 동시에 사용해야 함을 시사한다. 본 연구결과와 더불어 높은 특성불안군은 낮은 특성불안군과 비교 시 다양한 행동 모니터링 과제에서 행동 수행은 유사하나, 증가된 ERN 진폭 뿐만 아니라 증가된 N2 진폭(Righi et al., 2009), 증가된 배외측 전전두피질의 활성화(Batsen et al., 2011) 등이 보고되고 있다. 과제의 행동 수행에서 확인할 수 없는 이러한 뇌활성화는 특성불안으로 인해 감소된 처리효율성을 높이려는 인지적 노력을 반영한다(Berggren & Derakshan, 2013; Moser et al., 2013).

이에 덧붙여, 높은 특성 불안을 가지는 대학생들에서 ERN 진폭의 증가를 관찰한 본 연구 결과는 ERN이 불안 장애의 내적표현형의 지표로 사용될 수 있음을 시사한다. 이는 특성 불안이 높은 정상인들이 불안 장애에 대한 취약성을 가지고 있음과 ERN이 불안 장애의 진단과 불안 장애 고위험군에 대한 조기 개입에 유용하게 사용될 수 있음을 시사한다. Beauchaine 등(2008)은 내적표현형과 같은 생물학적 지표들을 정신병리의 예방과 개입에 사용할 경우 예방이 필요한 개인들을 선별하는 데 유용하고 생물학적인 취약성이 부정적인 환경과 상호작용하여 어떻게 정신병리를 발전시키는지를 이해할 수 있다고 제안하고 있다.

제한점 및 후속 연구를 위한 제언

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 첫째, 연구 참여 대상자의 수가 적고 여자 대학생만이 연구에 참여하였기 때문에 본 연구 결과의 일반화에 제한이 있다. 둘째, 본 연구에서 고밀도 사건관련전위(64 채널)를 사용하였지만 본 연구에서 사용한 사건관련전위의 기본 분석 방법인 전극 영역별 진폭과 잠재기 분석만으로는 뇌파의 근원지를 명확하게 밝히기에는 제한이 있다. 따라서 근원지 국재화 기법과 뇌 영상 기법을 추가적으로 사용

하면 높은 특성 불안군의 행동 모니터링에 대한 대뇌 기제를 보다 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 강승석, 박성근, 하태현, 노규식, 김명선, 권준수 (2003). 억제적 통제 및 행동 감시시간의 관계. **인지과학**, 14(4), 1-7.
- 김상옥, 전영자 (2013). 대학생의 자아분화, 자아존중감과 정신건강간의 관계. **한국생활과학회지**, 22(4), 539-558.
- 김은영, 이승환 (2008). 에러관련음성 전위의 정신과적 적용-증상의 심각도와 약물치료 반응을 중심으로-. **대한정신약물학회지**, 19(1), 19-28.
- 문현숙, 이향련, 이지아 (2009). 척추마취 수술환자의 불안감소를 위한 이완요법 적용 효과. **동서간호학연구지**, 15(1), 54-62.
- 방규만, 김희철 (2005). 주요 정신장애자들에서 수면의 질과 건강관련 삶의 질. **생물치료정신의학**, 11(2), 138-149.
- 오세만, 민경준, 박두병 (1999). 병원 불안-우울 척도에 관한표준화 연구. **대한신경정신의학학회지**, 38, 289-96.
- 조맹제, 장성만, 함봉진, 정인원, 배안, 이영문, 이해우 (2009). 한국 주요정신장애의 유병률 및 관련요인: 2006 전국정신질환역학조사. **신경정신의학**, 48(3), 143-152
- 한경희, 임지영, 민병배, 이정흠, 문경주, 김중술 (2006). 한국판 MMPI-2 의 개발 연구. **한국심리학회지: 임상**, 25(2), 533-564.
- 한덕웅, 이장호, 전겸구 (1996). Spielberger 의 상태-특성 불안검사 Y 형의 개발. **한국심리학회지: 건강**, 1(1), 1-14.
- 황순택, 김지혜, 박광배, 최진영, 홍상황 (2012a). **K-WAIS-IV**. 대구: 한국심리주식회사.

- Aarts, K., & Pourtois, G. (2010). Anxiety not only increases, but also alters early error-monitoring functions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 10*(4), 479–492.
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM 5*. American Psychiatric Association.
- Anokhin, A. P., Golosheykin, S., & Heath, A. C. (2008). Heritability of frontal brain function related to action monitoring. *Psychophysiology, 45*(4), 524–534.
- Angel, R. W. (1976). Efference copy in the control of movement. *Neurology, 26*(12), 1164–1164.
- Bates, A. T., Liddle, P. F., Kiehl, K. A., & Ngan, E. T. (2004). State dependent changes in error monitoring in schizophrenia. *Journal of Psychiatric Research, 38*(3), 347–356.
- Basten, U., Stelzel, C., & Fiebach, C. J. (2011). Trait anxiety modulates the neural efficiency of inhibitory control. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*(10), 3132–3145.
- Bartholow, B. D., Pearson, M. A., Dickter, C. L., Sher, K. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2005). Strategic control and medial frontal negativity: Beyond errors and response conflict. *Psychophysiology, 42*(1), 33–42.
- Beauchaine, T. P., Neuhaus, E., Brenner, S. L., & Gatzke-Kopp, L. (2008). Ten good reasons to consider biological processes in prevention and intervention research. *Development and Psychopathology, 20*(03), 745–774.
- Bennet, A., & Stirling, J. (1998). Vulnerability factors in the anxiety disorders. *British Journal of Medical Psychology, 71*(3), 311–321.

- Berggren, N., & Derakshan, N. (2013). Attentional control deficits in trait anxiety: why you see them and why you don't. *Biological Psychology*, *92*(3), 440–446.
- Bjelland, I., Dahl, A. A., Haug, T. T., & Neckelmann, D. (2002). The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale: an updated literature review. *Journal of Psychosomatic Research*, *52*(2), 69–77.
- Boksem, M. A., Tops, M., Wester, A. E., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Error-related ERP components and individual differences in punishment and reward sensitivity. *Brain Research*, *1101*(1), 92–101.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, *108*(3), 624.
- Bress, J. N., Meyer, A., & Hajcak, G. (2015). Differentiating anxiety and depression in children and adolescents: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, *44*(2), 238–249.
- Brooks, A. W., & Schweitzer, M. E. (2011). Can Nervous Nelly negotiate? How anxiety causes negotiators to make low first offers, exit early, and earn less profit. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *115*(1), 43–54.
- Brown, J. W., & Braver, T. S. (2005). Learned predictions of error likelihood in the anterior cingulate cortex. *Science*, *307*(5712), 1118–1121.
- Brown, T. A., Chorpita, B. F., & Barlow, D. H. (1998). Structural

- relationships among dimensions of the DSM-IV anxiety and mood disorders and dimensions of negative affect, positive affect, and autonomic arousal. *Journal of Abnormal Psychology*, *107*(2), 179.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(6), 215–222.
- Carrasco, M., Harbin, S. M., Nienhuis, J. K., Fitzgerald, K. D., Gehring, W. J., & Hanna, G. L. (2013). Increased Error-Related Brain Activity In Youth With Obsessive-Compulsive Disorder And Unaffected Siblings. *Depression and Anxiety*, *30*(1), 39–46.
- Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D., & Cohen, J. D. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*, *280*(5364), 747–749.
- Carter, C. S., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (1999). The contribution of the anterior cingulate cortex to executive processes in cognition. *Reviews in the Neurosciences*, *10*(1), 49–58.
- Chambers, J. A., Power, K. G., & Durham, R. C. (2004). The relationship between trait vulnerability and anxiety and depressive diagnoses at long-term follow-up of Generalized Anxiety Disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, *18*(5), 587–607.
- Chan, C. C., Trachik, B. J., & Bedwell, J. S. (2014). An event-related potential investigation of error monitoring in adults with a history of psychosis. *Clinical Neurophysiology*.
- Chevrier, A., & Schachar, R. J. (2010). Error detection in the stop signal task. *Neuroimage*, *53*(2), 664–673.

- Clark, L. A., Watson, D., & Mineka, S. (1994). Temperament, personality, and the mood and anxiety disorders. *Journal of Abnormal Psychology, 103*(1), 103.
- Cohen, J. D., Servan-Schreiber, D., & McClelland, J. L. (1992). A parallel distributed processing approach to automaticity. *The American Journal of Psychology, 239*–269.
- Coles, M. G., Scheffers, M. K., & Holroyd, C. B. (2001). Why is there an ERN/Ne on correct trials? Response representations, stimulus-related components, and the theory of error-processing. *Biological Psychology, 56*(3), 173–189.
- Cooper, C., & McConville, C. (1989). The factorial equivalence of state anxiety–negative affect and state extraversion–positive affect. *Personality and Individual Differences, 10*(8), 919–920.
- Danielmeier, C., & Ullsperger, M. (2011). Post-error adjustments. *Frontiers in Psychology, 2*.
- De Visser, L., Van Der Knaap, L. J., van de Loo, A. J. A. E., van der Weerd, C. M. M., Ohl, F., & Van Den Bos, R. (2010). Trait anxiety affects decision-making differently in healthy men and women: towards gender-specific endophenotypes of anxiety. *Neuropsychologia, 48*(6), 1598–1606
- Debener, S., Ullsperger, M., Siegel, M., Fiehler, K., Von Cramon, D. Y., & Engel, A. K. (2005). Trial-by-trial coupling of concurrent electroencephalogram and functional magnetic resonance imaging identifies the dynamics of performance monitoring. *The Journal of Neuroscience, 25*(50), 11730–11737.
- Dutilh, G., Vandekerckhove, J., Forstmann, B. U., Keuleers, E.,

- Brysbaert, M., & Wagenmakers, E. J. (2012). Testing theories of post-error slowing. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *74*(2), 454–465.
- Easdon, C., Izenberg, A., Armilio, M. L., Yu, H., & Alain, C. (2005). Alcohol consumption impairs stimulus-and error-related processing during a Go/No-Go Task. *Cognitive Brain Research*, *25*(3), 873–883.
- Endler, N. S., & Kocovski, N. L. (2001). State and trait anxiety revisited. *Journal of Anxiety Disorders*, *15*(3), 231–245.
- Endrass, T., Franke, C., & Kathmann, N. (2005). Error awareness in a saccade countermanding task. *Journal of Psychophysiology*, *19*(4), 275–280.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*(1), 143–149.
- Eriksen, C. W., & James, J. D. S. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, *40*(4), 225–240.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, *6*(6), 409–434.
- Eysenck, M. W. (2013). *Anxiety: The cognitive perspective*. Psychology Press.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, *7*(2), 336.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., & Blanke, L. (1991).

- Effects of crossmodal divided attention on late ERP components. II. Error processing in choice reaction tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 78(6), 447–455.
- Falkenstein, M., Hoormann, J., Christ, S., & Hohnsbein, J. (2000). ERP components on reaction errors and their functional significance: a tutorial. *Biological Psychology*, 51(2), 87–107.
- 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.
- Fitzgerald, K. D., Welsh, R. C., Gehring, W. J., Abelson, J. L., Himle, J. A., Liberzon, I., & Taylor, S. F. (2005). Error-related hyperactivity of the anterior cingulate cortex in obsessive-compulsive disorder. *Biological Psychiatry*, 57(3), 287–294.
- Friedman, B. H., Thayer, J. F., & Borkovec, T. D. (2000). Explicit memory bias for threat words in generalized anxiety disorder. *Behavior Therapy*, 31(4), 745–756.
- Frith, C. D., & Wolpert, D. M. (2000). Abnormalities in the awareness and control of action. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 355(1404), 1771–1788.
- Ford, J. M. (1999). Schizophrenia: the broken P300 and beyond. *Psychophysiology*, 36(06), 667–682.
- Ganushchak, L. Y., & Schiller, N. O. (2006). Effects of time pressure on verbal self-monitoring: An ERP study. *Brain Research*, 1125(1), 104–115.
- Garavan, H., Ross, T. J., Murphy, K., Roche, R. A. P., & Stein, E. A.

- (2002). Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: inhibition, error detection, and correction. *Neuroimage*, *17*(4), 1820–1829.
- Gehring, W. J., & Fencsik, D. E. (2001). Functions of the medial frontal cortex in the processing of conflict and errors. *The Journal of Neuroscience*, *21*(23), 9430–9437.
- Gehring, W. J., Goss, B., Coles, M. G., Meyer, D. E., & Donchin, E. (1993). A neural system for error detection and compensation. *Psychological Science*, *4*(6), 385–390.
- Gehring, W. J., Himle, J., & Nisenson, L. G. (2000). Action–monitoring dysfunction in obsessive–compulsive disorder. *Psychological Science*, *11*(1), 1–6.
- Gehring, W. J., & Knight, R. T. (2000). Prefrontal–cingulate interactions in action monitoring. *Nature Neuroscience*, *3*(5), 516–520.
- Hajcak, G. (2012). What We’ ve Learned From Mistakes Insights From Error–Related Brain Activity. *Current Directions in Psychological Science*, *21*(2), 101–106.
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2003). Anxiety and error–related brain activity. *Biological Psychology*, *64*(1), 77–90.
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2003). To err is autonomic: Error-related brain potentials, ANS activity, and post-error compensatory behavior. *Psychophysiology*, *40*(6), 895–903.
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2004). Error–related psychophysiology and negative affect. *Brain and Cognition*, *56*(2), 189–197.
- Hajcak, G., Moser, J. S., Yeung, N., & Simons, R. F. (2005). On the

- ERN and the significance of errors. *Psychophysiology*, 42(2), 151–160.
- Hajcak, G., Franklin, M., Foa, E., & Simons, R. (2008). Increased error-related brain activity in pediatric obsessive-compulsive disorder before and after treatment. *American Journal of Psychiatry*, 165(1), 116–123.
- Hajcak, G., & Simons, R. F. (2002). Error-related brain activity in obsessive-compulsive undergraduates. *Psychiatry Research*, 110(1), 63–72.
- Hale, L. R., Goldstein, D. S., Abramowitz, C. S., Calamari, J. E., & Kosson, D. S. (2004). Psychopathy is related to negative affectivity but not to anxiety sensitivity. *Behaviour Research and Therapy*, 42(6), 697–710.
- Hardt, J. V., & Kamiya, J. (1978). Anxiety change through electroencephalographic alpha feedback seen only in high anxiety subjects. *Science*, 201(4350), 79–81.
- Hensley, L., & Varela, R. E. (2008). PTSD symptoms and somatic complaints following Hurricane Katrina: The roles of trait anxiety and anxiety sensitivity. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 37(3), 542–552.
- Hebb, D. O. (2002). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Psychology Press.
- Hedge, A., & Marsh, N. W. A. (1975). The effect of irrelevant spatial correspondences on two-choice response-time. *Acta Psychologica*, 39(6), 427–439.
- Herrmann, M. J., Rommler, J., Ehlis, A. C., Heidrich, A., & Fallgatter,

- A. J. (2004). Source localization (LORETA) of the error-related-negativity (ERN/Ne) and positivity (Pe). *Cognitive Brain Research*, *20*(2), 294–299.
- Hester, R., Fassbender, C., & Garavan, H. (2004). Individual differences in error processing: a review and reanalysis of three event-related fMRI studies using the GO/NOGO task. *Cerebral Cortex*, *14*(9), 986–994.
- Hester, R., Simoes-Franklin, C., & Garavan, H. (2007). Post-error behavior in active cocaine users: poor awareness of errors in the presence of intact performance adjustments. *Neuropsychopharmacology*, *32*(9), 1974–1984.
- Hillyard, S. A., & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, *34*(1), 33–61.
- Hirsch, C. R., MacLeod, C., Mathews, A., Sandher, O., Siyani, A., & Hayes, S. (2011). The contribution of attentional bias to worry: distinguishing the roles of selective engagement and disengagement. *Journal of Anxiety Disorders*, *25*(2), 272–277.
- Hoffmann, S., & Falkenstein, M. (2012). Predictive information processing in the brain: errors and response monitoring. *International Journal of Psychophysiology*, *83*(2), 208–212.
- Hohnsbein, J., Falkenstein, M., & Hoormann, J. (1989). Error processing in visual and auditory choice reaction tasks. *Journal of Psychophysiology*, *3*, 32.
- Holmes, A. J., & Pizzagalli, D. A. (2008). Spatiotemporal dynamics of error processing dysfunctions in major depressive disorder. *Archives of General Psychiatry*, *65*(2), 179–188.

- Holmes, A. J., & Pizzagalli, D. A. (2010). Effects of task-relevant incentives on the electrophysiological correlates of error processing in major depressive disorder. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 10*(1), 119–128.
- Holroyd, C. B., & Coles, M. G. (2002). The neural basis of human error processing: reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review, 109*(4), 679.
- Hommel, B. (1997). Toward an action-concept model of stimulus-response compatibility. *Advances in Psychology, 118*, 281–320.
- Indovina, I., Robbins, T. W., Núñez-Elizalde, A. O., Dunn, B. D., & Bishop, S. J. (2011). Fear-conditioning mechanisms associated with trait vulnerability to anxiety in humans. *Neuron, 69*(3), 563–571.
- Kabacoff, R. I., Segal, D. L., Hersen, M., & Van Hasselt, V. B. (1997). Psychometric properties and diagnostic utility of the Beck Anxiety Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory with older adult psychiatric outpatients. *Journal of Anxiety Disorders, 11*(1), 33–47.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science, 303*(5660), 1023–1026.
- Kessler, R. C., Berglund, P., Demler, O., Jin, R., Merikangas, K. R., & Walters, E. E. (2005). Lifetime prevalence and age-of-onset distributions of DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Archives of General Psychiatry, 62*(6),

593–602.

- Kim, S. G., Richter, W., & Uğurbil, K. (1997). Limitations of temporal resolution in functional MRI. *Magnetic Resonance in Medicine*, *37*(4), 631–636.
- Kim, S. H., Jang, K. M., & Kim, M. S. (2014). Deficits in error-monitoring by college students with schizotypal traits: an event-related potential study. *PloS one*, *10*(3), e0122861–e0122861.
- Kimbrell, T. A., George, M. S., Parekh, P. I., Ketter, T. A., Podell, D. M., Danielson, A. L., & Post, R. M. (1999). Regional brain activity during transient self-induced anxiety and anger in healthy adults. *Biological Psychiatry*, *46*(4), 454–465.
- King, J. A., Korb, F. M., Von Cramon, D. Y., & Ullsperger, M. (2010). Post-error behavioral adjustments are facilitated by activation and suppression of task-relevant and task-irrelevant information processing. *The Journal of Neuroscience*, *30*(38), 12759–12769.
- Klein, T. A., Endrass, T., Kathmann, N., Neumann, J., von Cramon, D. Y., & Ullsperger, M. (2007). Neural correlates of error awareness. *Neuroimage*, *34*(4), 1774–1781.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2001). *An introduction to brain and behavior*. Worth Publishers.
- Koster, E. H., Crombez, G., Verschuere, B., Van Damme, S., & Wiersema, J. R. (2006). Components of attentional bias to threat in high trait anxiety: Facilitated engagement, impaired disengagement, and attentional avoidance. *Behaviour Research and Therapy*, *44*(12), 1757–1771.

- Ladouceur, C. D., Dahl, R. E., Birmaher, B., Axelson, D. A., & Ryan, N. D. (2006). Increased error-related negativity (ERN) in childhood anxiety disorders: ERP and source localization. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47*(10), 1073–1082.
- Laming, D. R. J. (1968). Information theory of choice–reaction times.
- Laming, D. (1979). Choice reaction performance following an error. *Acta Psychologica, 43*(3), 199–224.
- Larson, M. J., South, M., & Clayson, P. E. (2011). Sex differences in error–related performance monitoring. *Neuroreport, 22*(1), 44–48.
- Leuthold, H., & Sommer, W. (1999). ERP correlates of error processing in spatial SR compatibility tasks. *Clinical Neurophysiology, 110*(2), 342–357.
- Lewinsohn, P. M., Gotlib, I. H., Lewinsohn, M., Seeley, J. R., & Allen, N. B. (1998). Gender differences in anxiety disorders and anxiety symptoms in adolescents. *Journal of Abnormal Psychology, 107*(1), 109.
- Liu, X., Banich, M. T., Jacobson, B. L., & Tanabe, J. L. (2004). Common and distinct neural substrates of attentional control in an integrated Simon and spatial Stroop task as assessed by event–related fMRI. *Neuroimage, 22*(3), 1097–1106.
- Lu, C. H., & Proctor, R. W. (1994). Processing of an irrelevant location dimension as a function of the relevant stimulus dimension. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20*(2), 286.
- Luck, S. J. (2005). Ten simple rules for designing ERP experiments. *Event–related potentials: A methods handbook, 262083337*.

- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science, 288*(5472), 1835–1838.
- Malizia, A. L. (1999). What do brain imaging studies tell us about anxiety disorders?. *Journal of Psychopharmacology, 13*(4), 372–378.
- Marsh, R., Horga, G., Parashar, N., Wang, Z., Peterson, B. S., & Simpson, H. B. (2014). Altered activation in fronto–striatal circuits during sequential processing of conflict in unmedicated adults with obsessive–compulsive disorder. *Biological Psychiatry, 75*(8), 615–622.
- Masaki, H., Falkenstein, M., Stürmer, B., Pinkpank, T., & Sommer, W. (2007). Does the error negativity reflect response conflict strength? Evidence from a Simon task. *Psychophysiology, 44*(4), 579–585.
- Masaki, H., Murphy, T. I., Desjardins, J. A., & Segalowitz, S. J. (2012). The error–related negativity associated with different strength of stimulus–response interference. *Clinical Neurophysiology, 123*(4), 689–699.
- Mash, E., & Wolfe, D. (2012). *Abnormal child psychology*. Cengage Learning.
- Mathalon, D. H., Whitfield, S. L., & Ford, J. M. (2003). Anatomy of an error: ERP and fMRI. *Biological Psychology, 64*(1), 119–141.
- Mathews, A., & MacLeod, C. (2005). Cognitive vulnerability to emotional disorders. *Annual Review of Clinical Psychology, 1*,

167–195.

- Mathewson, K. J., Dywan, J., & Segalowitz, S. J. (2005). Brain bases of error-related ERPs as influenced by age and task. *Biological Psychology, 70*(2), 88–104.
- McDermott, J. M., Perez-Edgar, K., Henderson, H. A., Chronis-Tuscano, A., Pine, D. S., & Fox, N. A. (2009). A history of childhood behavioral inhibition and enhanced response monitoring in adolescence are linked to clinical anxiety. *Biological Psychiatry, 65*(5), 445–448.
- Menon, V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(10), 483–506.
- Merikangas, K. R., & Pine, D. A. N. I. E. L. (2002). Genetic and other vulnerability factors for anxiety and stress disorders. *Neuropsychopharmacology: the fifth generation of progress. American College of Neuropsychopharmacology, 867–82*.
- Modirrousta, M., & Fellows, L. K. (2008). Dorsal medial prefrontal cortex plays a necessary role in rapid error prediction in humans. *The Journal of Neuroscience, 28*(51), 14000–14005.
- Moore, N. C. (2000). A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders. *Clinical EEG and Neuroscience, 31*(1), 1–6.
- Moser, J. S., Moran, T. P., & Jendrusina, A. A. (2012). Parsing relationships between dimensions of anxiety and action monitoring brain potentials in female undergraduates. *Psychophysiology, 49*(1), 3–10.
- Moser, J. S., Moran, T. P., Schroder, H. S., Donnellan, M. B., & Yeung,

- N. (2013). On the relationship between anxiety and error monitoring: a meta-analysis and conceptual framework. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 466.
- Nesse, R. M. (1994). Fear and fitness: An evolutionary analysis of anxiety disorders. *Ethology and Sociobiology*, 15(5), 247–261.
- Nieuwenhuis, S., Ridderinkhof, K. R., Blom, J., Band, G. P., & Kok, A. (2001). Error-related brain potentials are differentially related to awareness of response errors: Evidence from an antisaccade task. *Psychophysiology*, 38(5), 752–760.
- Notebaert, W., & Verguts, T. (2011). Conflict and error adaptation in the Simon task. *Acta Psychologica*, 136(2), 212–216.
- Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2008). The error-related negativity (ERN) and psychopathology: toward an endophenotype. *Clinical Psychology Review*, 28(8), 1343–1354.
- Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2009). Reliability of error-related brain activity. *Brain Research*, 1284, 89–99.
- O'Connell, R. G., Dockree, P. M., Bellgrove, M. A., Kelly, S. P., Hester, R., Garavan, H., & Foxe, J. J. (2007). The role of cingulate cortex in the detection of errors with and without awareness: a high-density electrical mapping study. *European Journal of Neuroscience*, 25(8), 2571–2579.
- Pacheco-Unguetti, A. P., Acosta, A., Callejas, A., & Lupiáñez, J. (2010). Attention and anxiety different attentional functioning under state and trait anxiety. *Psychological Science*, 21(2), 298–304.
- Pizzagalli, D. A., Peccoralo, L. A., Davidson, R. J., & Cohen, J. D. (2006). Resting anterior cingulate activity and abnormal responses

- to errors in subjects with elevated depressive symptoms: A 128-channel EEG study. *Human Brain Mapping*, *27*(3), 185–201.
- Power, J. D., Cohen, A. L., Nelson, S. M., Wig, G. S., Barnes, K. A., Church, J. A., & Petersen, S. E. (2011). Functional network organization of the human brain. *Neuron*, *72*(4), 665–678.
- Qi, S., Zeng, Q., Luo, Y., Duan, H., Ding, C., Hu, W., & Li, H. (2014). Impact of Working Memory Load on Cognitive Control in Trait Anxiety: An ERP Study. *PLoS one*, *9*(11), e111791.
- Raichle, M. E. (2011). The restless brain. *Brain Connectivity*, *1*(1), 3–12.
- Rabbitt, P. (1996). Do individual differences in speed reflect “global” or “local” differences in mental abilities?. *Intelligence*, *22*(1), 69–88.
- Rabinak, C. A., Holman, A., Angstadt, M., Kennedy, A. E., Hajcak, G., & Phan, K. L. (2013). Neural response to errors in combat-exposed returning veterans with and without post-traumatic stress disorder: A preliminary event-related potential study. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *213*(1), 71–78.
- Radomsky, A. S., & Rachman, S. (1999). Memory bias in obsessive-compulsive disorder (OCD). *Behaviour Research and Therapy*, *37*(7), 605–618.
- Raghunathan, R., & Pham, M. T. (1999). All negative moods are not equal: Motivational influences of anxiety and sadness on decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *79*(1), 56–77.
- Reason, J. (1990). Human Error. *British Medical Journal*. *320*,

768–770.

- Riesel, A., Endrass, T., Kaufmann, C., & Kathmann, N. (2011). Overactive error-related brain activity as a candidate endophenotype for obsessive-compulsive disorder: evidence from unaffected first-degree relatives. *American Journal of Psychiatry*, *168*(3), 317–324.
- Riesel, A., Weinberg, A., Endrass, T., Meyer, A., & Hajcak, G. (2013). The ERN is the ERN is the ERN? Convergent validity of error-related brain activity across different tasks. *Biological Psychology*, *93*(3), 377–385.
- Riesel, A., Endrass, T., Auerbach, L. A., & Kathmann, N. (2015). Overactive Performance Monitoring as an Endophenotype for Obsessive-Compulsive Disorder: Evidence From a Treatment Study. *American Journal of Psychiatry*, *172*(7), 665–673.
- Righi, S., Mecacci, L., & Viggiano, M. P. (2009). Anxiety, cognitive self-evaluation and performance: ERP correlates. *Journal of Anxiety Disorders*, *23*(8), 1132–1138.
- Rizzo, A., Bagnara, S., & Visciola, M. (1987). Human error detection processes. *International Journal of Man-Machine Studies*, *27*(5), 555–570.
- Ruscio, J., & Ruscio, A. M. (2008). Categories and Dimensions advancing psychological science through the study of latent structure. *Current Directions in Psychological Science*, *17*(3), 203–207.
- Sadeh, N., & Bredemeier, K. (2011). Individual differences at high perceptual load: The relation between trait anxiety and selective

- attention. *Cognition and Emotion*, 25(4), 747–755.
- Sandi, C., & Richter–Levin, G. (2009). From high anxiety trait to depression: a neurocognitive hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 32(6), 312–320.
- Shalgi, S., Barkan, I., & Deouell, L. Y. (2009). On the positive side of error processing: error-awareness positivity revisited. *European Journal of Neuroscience*, 29(7), 1522–1532.
- Schall, J. D. (2004). On building a bridge between brain and behavior. *Annual Review of Psychology*, 55, 23–50.
- Scheffers, M. K., & Coles, M. G. (2000). Performance monitoring in a confusing world: error-related brain activity, judgments of response accuracy, and types of errors. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(1), 141.
- Schroder, H. S., & Infantolino, Z. P. (2013). Distinguishing between types of errors and adjustments. *The Journal of Neuroscience*, 33(47), 18356–18357.
- Schroder, H. S., & Moser, J. S. (2014). Improving the study of error monitoring with consideration of behavioral performance measures. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 178.
- 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.
- Simon, J. R., Acosta, E., Mewaldt, S. P., & Speidel, C. R. (1976). The effect of an irrelevant directional cue on choice reaction time: Duration of the phenomenon and its relation to stages of processing. *Perception & Psychophysics*, 19(1), 16–22.

- Simon, J. R., & Berbaum, K. (1990). Effect of conflicting cues on information processing: the 'Stroop effect' vs. the 'Simon effect' . *Acta Psychologica*, *73*(2), 159–170.
- Somerville, L. H., Kim, H., Johnstone, T., Alexander, A. L., & Whalen, P. J. (2004). Human amygdala responses during presentation of happy and neutral faces: correlations with state anxiety. *Biological Psychiatry*, *55*(9), 897–903.
- Spielberger, C. D. (1966). Theory and research on anxiety. *Anxiety and Behavior*. New York: Academic Press.
- Spielberger, C. D. (1979). *Understanding stress and anxiety* (p. 4). Nova Iorque: Harper & Row.
- Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State–Trait Anxiety Inventory STAI (form Y)*. Palo Alto, Consulting Psychologist Press.
- Spielberger, C. D. (Ed.). (2013). *Anxiety: Current trends in theory and research*. Elsevier.
- Steinhauser, M., & Yeung, N. (2010). Decision processes in human performance monitoring. *The Journal of Neuroscience*, *30*(46), 15643–15653.
- Surcinelli, P., Codispoti, M., Montebanocci, O., Rossi, N., & Baldaro, B. (2006). Facial emotion recognition in trait anxiety. *Journal of Anxiety Disorders*, *20*(1), 110–117.
- Sylvester, C. M., Corbetta, M., Raichle, M. E., Rodebaugh, T. L., Schlaggar, B. L., Sheline, Y. I., & Lenze, E. J. (2012). Functional network dysfunction in anxiety and anxiety disorders. *Trends in Neurosciences*, *35*(9), 527–535.
- Taylor, S. F., Stern, E. R., & Gehring, W. J. (2007). Neural Systems

- for Error Monitoring Recent Findings and Theoretical Perspectives. *The Neuroscientist*, *13*(2), 160–172.
- Tops, M., Koole, S. L., & Wijers, A. A. (2015). The Pe of perfectionism. *Journal of Psychophysiology*, *27*(2), 84–94.
- Tucker, D. M. (1993). Spatial sampling of head electrical fields: the geodesic sensor net. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *87*(3), 154–163.
- Ullsperger, M., & Von Cramon, D. Y. (2001). Subprocesses of performance monitoring: a dissociation of error processing and response competition revealed by event-related fMRI and ERPs. *Neuroimage*, *14*(6), 1387–1401.
- Ullsperger, M., & Von Cramon, D. Y. (2004). Neuroimaging of performance monitoring: error detection and beyond. *Cortex*, *40*(4), 593–604.
- Ursu, S., Stenger, V. A., Shear, M. K., Jones, M. R., & Carter, C. S. (2003). Overactive action monitoring in obsessive-compulsive disorder Evidence from functional magnetic resonance imaging. *Psychological Science*, *14*(4), 347–353.
- Vagg, P. R., Spielberger, C. D., & O'Hearn Jr, T. P. (1980). Is the state-trait anxiety inventory multidimensional?. *Personality and Individual Differences*, *1*(3), 207–214.
- van der Lubbe, R. H., Jaśkowski, P., Wauschkuhn, B., & Verleger, R. (2001). Influence of time pressure in a simple response task, a choice-by-location task, and the Simon task. *Journal of Psychophysiology*, *15*(4), 241.
- Van Veen, V., & Carter, C. S. (2002). The anterior cingulate as a

- conflict monitor: fMRI and ERP studies. *Physiology & Behavior*, 77(4), 477–482.
- van Veen, V., & Carter, C. S. (2005). Separating semantic conflict and response conflict in the Stroop task: a functional MRI study. *Neuroimage*, 27(3), 497–504.
- Vidal, F., Hasbroucq, T., Grapperon, J., & Bonnet, M. (2000). Is the 'error negativity' specific to errors?. *Biological Psychology*, 51(2), 109–128.
- Vidal, F., Burle, B., Bonnet, M., Grapperon, J., & Hasbroucq, T. (2003). Error negativity on correct trials: a reexamination of available data. *Biological Psychology*, 64(3), 265–282.
- Watson, D. (2005). Rethinking the mood and anxiety disorders: A quantitative hierarchical model for DSM–V. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(4), 522.
- Watson, D., & Clark, L. A. (1984). Negative affectivity: the disposition to experience aversive emotional states. *Psychological Bulletin*, 96(3), 465.
- Weems, C. F., Pina, A. A., Costa, N. M., Watts, S. E., Taylor, L. K., & Cannon, M. F. (2007). Predisaster trait anxiety and negative affect predict posttraumatic stress in youths after Hurricane Katrina. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 75(1), 154.
- Weinberg, A., & Hajcak, G. (2011). Longer term test-retest reliability of error-related brain activity. *Psychophysiology*, 48(10), 1420–1425.
- Weinberg, A., Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2010). Increased error-related brain activity in generalized anxiety disorder.

Biological Psychology, 85(3), 472–480.

- Weinberg, A., Riesel, A., & Hajcak, G. (2012). Integrating multiple perspectives on error-related brain activity: the ERN as a neural indicator of trait defensive reactivity. *Motivation and Emotion*, 36(1), 84–100.
- Welsh, G. S. (1956). Factor dimensions A and R. *Basic Readings on the MMPI in Psychology and Medicine*. Minneapolis: Univer. Minnesota Press, 264–281.
- Wessel, J. R., & Ullsperger, M. (2011). Selection of independent components representing event-related brain potentials: a data-driven approach for greater objectivity. *Neuroimage*, 54(3), 2105–2115.
- West, R., & Travers, S. (2008). Tracking the temporal dynamics of updating cognitive control: An examination of error processing. *Cerebral Cortex*, 18(5), 1112–1124.
- Wolpert, D. M., & Flanagan, J. R. (2001). Motor prediction. *Current Biology*, 11(18), R729–R732.
- Wolpert, D. M., Ghahramani, Z., & Jordan, M. I. (1995). An internal model for sensorimotor integration. *Science-AAAS-Weekly Paper Edition*, 269(5232), 1880–1882.
- Xiao, Z., Wang, J., Zhang, M., Li, H., Tang, Y., Wang, Y., & Fromson, J. A. (2011). Error-related negativity abnormalities in generalized anxiety disorder and obsessive-compulsive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 35(1), 265–272.
- Yiend, J., & Mathews, A. (2001). Anxiety and attention to threatening

pictures. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 54(3), 665–681.

Zigmond, A. S., & Snaithe, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361–370.

ABSTRACT

An event-related potential study of action monitoring
in female college students with high trait anxiety

Sukhyun, Moon

Department of Psychology

Graduate School of

Sungshin Women's University

This study investigated action monitoring in female college students with high trait anxiety using event-related potentials (ERPs) and Simon task. Based on the scores of State-Trait Anxiety Inventory Y version trait scale and Welsh Anxiety Scale, high trait anxiety ($n=18$) and low trait anxiety groups ($n=18$) were selected. The Simon task consisted of congruent and incongruent conditions. The locations of stimulus and response were same in the congruent condition, whereas the locations of stimulus and response were different in the incongruent condition. Participants were instructed to press one of four buttons assigned to the locations of stimuli. High and low trait anxiety groups showed comparable behavioral performances. In terms of ERP, high trait anxiety group showed significantly larger amplitude

of error-related negativity(ERN) on Cz than did low anxiety group. And there was a negative correlation between ERN amplitude on Cz and the trait anxiety level. Results of this study indicate that female college students with high trait anxiety have a different pattern of action monitoring from that of low anxiety group, and this pattern of action monitoring could be a trait marker of anxiety disorder.

Key word: high trait anxiety, action monitoring, ERP, ERN