



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 지도교수
석사학위 청구논문

분열형 인격 성향을 가진
대학생의 오류탐지 장애에 관한
사건관련전위 연구

2013

성신여자대학교 대학원
심리학과
김 서 희

분열형 인격 성향을 가진
대학생의 오류탐지 장애에 관한
사건관련전위 연구

김 명 선 교수지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2012년 12월

성신여자대학교 대학원

심리학과

김 서 희

논문개요

본 연구는 정신분열병 환자에서 일관되게 보고되는 오류탐지 장애가 정신분열병 고위험군인 분열형 인격 성향군에서도 관찰되는지 알아보고자 하였다. 사건관련전위와 오류탐지 장애 측정에 많이 사용되는 과제 중 하나인 사이먼 과제를 사용하여, 분열형 인격 성향군(n=15)과 정상 통제군(n=15)의 오류탐지 특성을 조사하였다. 사이먼 과제는 자극의 위치와 반응의 위치 간의 연합을 기본으로 하며, 자극의 위치와 반응의 위치가 동일한 일치 조건, 자극의 위치와 반응의 위치가 서로 다른 불일치 조건으로 구성되었다. 본 연구에서 사용한 사이먼 과제는 총 4개의 도형 자극을 사용하고, 일치 조건 1개와 불일치 조건 3개이며, 일치 조건과 불일치 조건은 동일한 비율로 구성되었으며, 자극이 나타나는 위치에 상관없이 지정된 버튼을 빠르고 정확하게 누르는 것이 요구되었다. 행동 자료 분석 결과, 정상 통제군과 분열형 인격 성향군이 반응 시간에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 분열형 성향군이 정상통제군에 비해 비록 통계적으로 유의하지는 않지만 더 많은 오류를 보였다. 사건관련전위 분석 결과, 정상 통제군에 비해 분열형 인격 성향군에서 오류탐지를 반영하는 부정적 위인(error-related negativity: ERN)의 진폭이 유의하게 감소되어 있는 것이 관찰되었다. 또한 오류율과 ERN 진폭 사이에 유의한 부적 상관이 관찰되었다. 즉, 오류율이 증가할수록 ERN 진폭이 감소되었다. ERN의 근원지가 전대상피질이라고 알려져 있고, 전대상피질은 오반응 시 자신의 오류를 외부 피드백 없이 스스로 인식하는 오류탐지 활동에 관여한다고 알려져 있다. 따라서 본 연구의 결과는 분열형 인격 성향군이 오류탐지 장애를 가지고 있으며 오류탐지 장애가 정신분열병의 특성 지표일 가능성을 시사한다.

목 차

논문개요

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 연구목적	3
-------------------------	---

II. 이론적 배경

1. 오류탐지	6
2. 정신분열병의 오류탐지 특성	7
3. 사건관련전위를 사용한 오류탐지 연구	8
4. 사이먼 과제를 사용한 오류탐지 연구	10
5. 분열형 인격 성향군의 오류 탐지 결함	12

III. 연구문제 및 가설

1. 연구 문제 및 가설	14
---------------------	----

IV. 연구방법

1. 연구 대상	15
2. 평가 도구	15
3. 실험 절차	16
4. 자료 분석	19

V. 연구결과

1. 인구통계학적 특성	21
2. 행동 자료 분석	21
3. 사건관련전위 분석	23
4. 오류율과 사건관련전위 상관분석	28

VI. 논의 및 제한점

1. 논의	29
2. 제한점 및 후속연구를 위한 제안	32

참고문헌

ABSTRACT

표 목 차

<표 1> 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 인구통계학적 특성	21
<표 2> 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 전체 반응 시간과 반응 오류율의 집단 간 차이	22
<표 3> 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 일치 조건과 불일치 조건 간 차이	22
<표 4> 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 사건관련전위에서의 집단 간 차이	24
<표 5> 정상 통제군과 분열형 인격 성향군에서 오반응 후 관찰된 ERN 평균 진폭(μV)	24
<표 6> 정상 통제군과 분열형 인격 성향군에서 오반응 후 관찰된 ERN 평균 잠재기(ms)	25

그림 목 차

<그림 1> 사이먼 과제에 자극 간 반응위치	16
<그림 2> 사이먼 과제에 두 조건	16
<그림 3> 사이먼 과제에 자극 제시 순서	17
<그림 4> 분석에 포함된 채널(검정색 원)	20
<그림 5> 사이먼 과제에서 오반응 후 전체 평균 사건관련전위	26
<그림 6> 사이먼 과제에서 최대 진폭의 ERN이 관찰된 시간대의 전체 채널 사건관련전위 분포(topographical distribution)	27

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

정신분열병 환자가 오류탐지의 장애를 가지고 있음이 일관되게 보고되고 있다(Alain et al., 2002; Bates et al., 2004; Morris et al., 2006). 오류탐지는 목표 지향적 행동에 매우 중요한 인지기능으로, 개인이 자신의 행동을 모니터하여 오류를 탐지하고 자신이 원래 의도한 목표에 맞게 행동을 조정하는 인지기능으로 정의되고 있다(Ganushchak & Schiller, 2006; Mlakar et al., 1994; Ullsperger & van Cramon, 2001). 최근 들어 정신분열병 환자의 오류탐지 장애가 많은 관심을 받고 있는데(Hommes et al., 2012; Mathalon et al., 2009), 이는 오류탐지 장애가 만성 환자에서만 아니라 초발성 환자와 정신분열병 고위험군 및 환자의 건강한 친척에서도 관찰됨에 따라 오류탐지 장애가 정신분열병의 특성지표(trait marker)로 여겨지기 때문이다(Perez et al., 2012; Simmonite et al., 2012),

정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 측정한 연구들은 정상인에 비해 정신분열병 환자가 과제 수행 중 유의하게 더 긴 반응 시간과 더 높은 오류율을 보임을 일관되게 보고하고 있다(Mathalon et al., 2002; Polli et al., 2008). 정신분열병 환자가 높은 오류율을 보이는 것은 정신분열병 환자가 자신의 행동(혹은 반응)이 자신이 원래 의도한 것과 일치하지 않는다는 것을 인식하지 못하고(Farrer & Franck, 2007; Frith et al., 2000), 부정확한 행동을 원래 의도와 일치하게 조정하지 못하기 때문인 것으로 이해되고 있다(Bates et al., 2004; Botvinick et al., 2001).

오류탐지에는 주로 전대상피질(anterior cingulate cortex)과 배외측

전전두피질(Dorsolateral Prefrontal Cortex)이 관여하고(Brown & Braver, 2005; Bush et al., 2000; Ullsperger & von Cramon, 2004), 이 중 전대상피질은 오류탐지(Carter et al., 2001; Polli et al., 2008)에, 배외측 전전두피질은 전대상피질로부터 오류에 관한 정보를 받아 오류를 감소시키는 과정에 관여한다고 알려져 있다(Kiehl et al., 2000; Taylor et al., 2007). 뇌 영상 연구들은 과제 수행 중 발생하는 오반응에 대한 전대상피질과 배외측 전전두피질의 활성화가 정상인에 비해 정신분열병 환자에서 유의하게 감소하는 것을 보고하고 있는데(Laurens et al., 2003; Kerns et al., 2005), 이는 정신분열병 환자의 오류탐지의 장애를 반영하는 것으로 이해되고 있다(Becerril et al., 2011; Mathalon et al., 2009).

fMRI, PET 등과 같은 뇌 영상 기법은 우수한 공간해상도로 인해 인지 기능에 관여하는 뇌 영역에 관한 정보를 제공하지만, 시간해상도가 낮다는 단점을 가지고 있어서 신속하게 순차적으로 일어나는 인지기능에 관해서는 제한된 정보만을 제공한다. 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 활동으로서, 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). 사건관련전위는 자극 혹은 반응 후의 처리 과정을 밀리초(milliseconds; ms) 단위로 관찰할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에, 오류탐지와 같이 반응 후 신속하게 일어나는 인지적 처리과정에 관한 연구에 널리 사용되고 있다(Gehring et al., 1993; Leuthold & Sommer, 1999). 또한 최근에는 고밀도 뇌파(high-density EEG)의 사용이 용이해짐에 따라 사건관련전위의 공간해상도

가 향상되었다.

사건관련전위를 사용하여 오류탐지를 측정한 연구들은 오류와 관련된 사건관련전위 요소로서 오류관련 부적전위(error-related negativity: ERN)를 일관되게 보고하고 있다(Falkenstein et al., 1990; Falkenstein et al., 2000; Gehring et al., 1993). ERN은 오반응 후 약 50~150ms 동안 전두-중앙 전극 부위에서 관찰되는 부적 정점으로(Debener et al., 2005; Leuthold & Sommer, 1999), 오류탐지를 반영한다고 알려져 있다(Gehring et al., 1993; van Veen & Cater, 2002). 예를 들어, Falkenstein 등(2000)은 과제 수행 중 오반응이 나타났을 때 ERN의 진폭이 유의하게 큰 것을 관찰하였고, 이는 ERN이 의도와 행동이 일치하지 않았음을 인식하는 오류탐지의 과정을 반영한다고 설명하였다. ERN은 전대상피질에서 발생된다고 알려져 있는데(Gehring et al., 1990; Holroyd & coles, 2002; Nieuwenhuis et al., 2007), 예를 들어 Mathalon 등(2009)은 사건관련전위와 fMRI를 사용하여 오류탐지를 조사한 결과 ERN 진폭의 증가와 전대상피질의 활성화 증가가 서로 상관되어 있음을 보고하였다. 사건관련전위를 사용하여 오류탐지를 조사한 연구들은 정신분열병 환자가 정상인에 비해 유의하게 감소된 ERN 진폭을 보이는 것을 일관되게 보고하는데(Alain et al., 2002; Bates et al., 2002; Morris et al., 2006), 이는 정신분열병 환자가 오류탐지의 장애를 가지고 있음을 시사한다(Mathalon et al., 2002; Mathalon et al., 2009). 예를 들어 Morris 등(2006)은 정신분열병 환자가 오류탐지 과제 수행 중 정상인에 비해 오반응에서 ERN 진폭이 유의하게 감소된 것을 관찰하였고, 이는 정신분열병 환자가 자신이 한 오반응을 부정확한 반응이라 인식하지 못하기 때문이라고 설명하였다.

행동 측정 혹은 사건관련전위를 사용하여 오류탐지를 조사하기 위해서는 과제에서 유의한 오반응 수가 초래되어야 한다(Gehring et al., 1995;

Mathalon et al., 2002). 또한 오류탐지 연구에서 오반응은 개인이 무엇이 정
반응인지를 알고 있지만 신속한 반응을 요구하는 과제 지시로 말미암아 성급
하게 반응하여 발생하는 실수(slip)를 의미하며, 이는 과제를 이해하지 못해
발생하는 착오(mistake)와는 구별 된다(Reason, 1990; Ganushchak &
Schiller, 2006; Scheffer & Coles, 2000). 오류탐지의 측정을 위해 사용되
는 과제 중 하나인 사이먼 과제는(Boksem et al., 2006; Masaki et al.,
2011), 난이도를 조정하여 실수(slip)에 의한 오반응을 이끌어 낼 수 있다는
장점을 가지고 있다(Masaki et al., 2007; Notebaert & Verguts, 2011). 사
이먼 과제는 자극의 위치와 반응의 위치간의 연합을 기초로 하며, 자극의 위치
와 반응의 위치가 동일한 일치 조건과 자극의 위치와 반응의 위치가 서로 다
른 불일치 조건으로 구성된다(van der Lubbe et al., 2001). 사이먼 과제의
이 두 조건이 반응에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데(Hommel, 1993;
Leuthold, 2011), 즉 일치 조건에서는 신속하고 정확한 반응이 나타나지만,
불일치 조건에서는 상대적으로 느리고 부정확한 반응이 더 많이 나타난다(Lu
& Proctor, 1995; Simon, 1990). 이러한 효과를 사이먼 효과라고 하며
(Simon et al., 1976; van der Lubbe et al., 2001), 이는 개인이 정확한 행
동을 어떤 것인지를 알고 있음에도 상황(혹은 조건) 때문에 오류가 발생하는
것으로 알려져 있다(Hommel et al., 2004; Liu et al., 2004).

사이먼 과제를 사용하여 오류탐지를 측정한 사건관련전위 연구는 오반
응에서 오류와 관련된 부적 전위, 즉 ERN이 나타나는 것을 일관되게 보고하
고 있다(Boksem, 2006; Masaki et al., 2007; Masaki et al., 2011). 또한
An 등(2006)과 Kopp와 Rist(1994)의 사이먼 과제를 사용한 연구에서는 정
신분열병 환자가 정상인에 비해 상대적으로 더 긴 반응 시간과 더 높은 오류
율을 보이는 것이 관찰되었는데, 이는 정신분열병 환자가 오류를 줄이기 위해
자신의 행동을 통제하는데 장애가 있기 때문이라고 이해되고 있다. 그러나 사

이런 과제를 사용하여 정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 측정할 사건관련전위 연구는 아직 보고되지 않고 있다.

정신분열병 환자를 대상으로 인지기능을 연구할 경우 증상의 심각성, 약물 복용, 입원 등과 같은 변인들이 연구 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문에 정신분열 스펙트럼 장애에 포함되는 분열형 인격 장애군 혹은 분열형 인격 성향군을 연구 대상으로 할 것이 제안되고 있다(Siever & Davis, 2004). 이는 분열형 인격 장애군이 정신분열병과 유전적, 생리학적, 신경심리적 이상을 공유하며, 정신분열병 환자군에서 관찰되는 인지기능의 장애가 분열형 인격 장애군과 분열형 인격 성향군에서도 관찰되기 때문이다(Goding et al., 2006; Miller et al., 2002). 특히 분열형 인격 성향군이 오류를 인식하는데 장애가 있다고 보고되고 있다(Asai & Tanno, 2007; Asai et al., 2008). 예를 들어, Kern(2006)은 분열형 인격 성향군이 정상인에 비해 사이먼 과제에서 유의하게 더 긴 반응 시간과 더 높은 오류율을 보이는 것을 보고하였다.

따라서 본 연구는 분열형 인격 성향을 가지는 대학생들을 대상으로 이들의 오류탐지 특성을 사건관련전위와 사이먼 과제를 통해 알아보고자 한다. 즉, 정신분열병 환자에서 관찰되는 오류탐지 장애가 분열형 인격 성향군에서도 나타나는지, 이것이 사건관련전위 요소인 ERN에 반영되는지를 알아보고자한다. 오류탐지 장애는 정신분열병의 특성지표로 여겨지고 있기 때문에, 정신분열병의 신경병리적 기제와 발병에 관련된 위험 요인에 관한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

II. 이론적 배경

1. 오류탐지

오류탐지는 목표 지향적 행동에 매우 중요한 기능으로, 개인이 자신의 행동을 모니터하여 오류를 탐지하고 자신이 원래 의도한 목표에 맞게 행동을 조정하는 인지기능으로 정의된다(Becerril et al., 2011; Ganushchak & Schiller, 2006; Mlakar et al., 1994; Ullsperger & van Cramon, 2001). 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 말미암아 성급하게 반응하여 발생하는 실수 때문에 나타나며(김은영 & 이승환, 2008; Rizzo et al., 1987; Reason, 1990; Ganushchak & Schiller, 2006), 오류가 탐지되면 이를 감소하려는 노력이 뒤따른다고 알려져 있다(Coles et al., 2001; Falkenstein et al., 1991; Hoffmann & Falkenstein, 2011). 즉 오류탐지는 자신이 원래 의도한 반응이 무엇인지 정확히 알고 있는 상태에서 자신의 행동을 모니터 하는 과정이다(Scheffer & Coles, 2000; Simons, 2010). 이러한 오류탐지는 외적인 피드백 없이도 내적인 피드백인 원심성 신호전달(efference copy)로 인해 개인 스스로 오류탐지가 가능한 것으로 보고되고 있다(Angel et al., 1976; Modirrousta & Fellows, 2008; Wolpert et al., 1995).

뇌 영상 연구들이 오류탐지의 신경학적 기제를 보고하고 있다. 즉, 오류탐지에 주로 전대상피질(anterior cingulate cortex)과 배외측 전전두피질(Dorsolateral Prefrontal Cortex)이 관여한다고 보고되고 있다(Brown &

Braver, 2005; Bush et al., 2000; Cater et al., 1999; Ullsperger & von Cramon, 2004). 전대상피질은 행동을 모니터링하는 중 특히 오류탐지 과정에 관여하고(Cater et al., 1998; Hester et al., 2004; Magno et al., 2006; Polli et al., 2008), 배외측 전전두피질은 전대상피질로부터 오류에 관한 정보를 받아 오류를 감소시키려는 과정에 관여한다고 알려져 있다(Garavan et al., 2002; MacDonald et al., 2000; Taylor et al., 2007). 예를 들어, Hester 등(2004)은 정상인을 대상으로 오류탐지를 조사한 fMRI 연구에서 정반응보다 오반응에서 전대상피질의 활성화가 증가하는 것을 관찰하였다. 또한 Garavan 등(2002)은 fMRI 연구에서 오반응 시 전대상피질 및 배외측 전전두피질 모두 활성화가 증가한 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 과정에도 관여하는 것을 시사한다.

2. 사건관련전위에서 관찰되는 오류관련 부적 전위

사건관련전위를 사용하여 오류탐지를 조사한 연구들은 오류탐지의 지표로서 오류 관련 부적 전위(error-related negativity; ERN)를 일관되게 보고하고 있다(Falkenstein et al., 1990; Gehring et al., 1999; Gehring et al., 1993; Nieuwenhuis et al., 2001; Sheffers & Coles, 2000). ERN은 오반응 후 약 50~150ms 동안 전두-중앙 영역에서 관찰되는 부적 정점으로(Debener et al., 2005; Kopp & Rist, 1994; Leuthold & Sommer, 1999), 오류탐지를 반영하는 것으로 알려져 있다(Falkenstein et al., 2000; Hermann et al., 2004; Sheffers et al., 2000; van Veen & Cater, 2002).

예를 들어, Nieuwenhuis 등(2001)은 정상인을 대상으로 오류탐지를 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 감소되는 것이 관찰되었다. 이러한 연구 결과들은 ERN이 오류탐지의 지표가 되는 사건관련전위 요소이며, ERN 진폭의 증가가 오류를 인식하고 통제하려는 오류탐지 과정을 반영함을 시사한다.

최근 들어 사건관련전위 요소의 근원지 분석(source localization) 및 뇌 영상 기법을 통해 ERN의 발생 근원지를 밝히고자 하는 연구들이 보고되고 있다(Holroyd & coles, 2002; Mathalon et al., 2003; Mathalon et al., 2009; Nieuwenhuis et al., 2007; O'Connell et al., 2007; Rollnik et al., 2004). 예를 들어 O'Connell 등(2007)은 근원지 분석을 통해 ERN의 근원지가 전대상피질을 보고하였다. 또한 Mathalon 등(2009)은 사건관련전위와 fMRI를 사용하여 오류탐지를 조사한 연구에서 ERN 진폭의 증가와 전대상피질의 활성화가 서로 관련되어 있음을 보고하였다. 이러한 연구들은 오류탐지를 반영하는 ERN이 전대상피질에서 발생함을 시사하며, 이는 전대상피질이 오류탐지 과정에 매우 중요한 역할을 한다는 선행 연구의 결과들을 지지한다(Critchley et al., 2005; Mulert et al., 2003).

3. 사이먼 과제를 사용한 오류탐지 연구

행동 측정 혹은 사건관련전위를 사용하여 오류탐지를 조사하기 위해서

는 과제에서 유의한 오반응 수가 초래되어야 한다(Gehring et al., 1995; Mathalon et al., 2002). 오류탐지의 측정을 위해 사용되는 과제 중 하나인 사이먼 과제(Boksem et al., 2006; Masaki et al., 2011)는 난이도를 수정하여 실수로 인한 오반응을 이끌어 낼 수 있다는 장점을 가지고 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 반응해야할 위치가 지정 되어 있다. 사이먼 과제에서의 조건은 자극의 위치와 반응의 위치간의 연합에 의해 구분되는데, 즉 자극의 위치와 반응의 위치가 동일한 일치 조건과 자극의 위치와 반응의 위치가 서로 다른 불일치 조건으로 구성된다(van der Lubbe et al., 2001). 사이먼 과제의 일치 조건과 불일치 조건이 반응에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데(Hommel, 1993; Leuthold, 2011), 즉 일치 조건에서는 신속한 반응과 정반응이 많이 나타나지만, 불일치 조건에서는 상대적으로 느린 반응과 오반응이 많이 나타나게 된다(Lu & Proctor, 1995; Simon, 1990). 이러한 효과를 사이먼 효과라고 하며(Simon et al., 1976; van der Lubbe et al., 2001), 이는 상황적 맥락에 따라 정확한 행동이 무엇인지 알고 있어도 부정확한 행동을 할 수 있음을 설명한다(Hommel, 1997; Hommel et al., 2004; Kornblum et al., 1999; Kunde & Stöcker, 2002; Mordkoff, 1998).

사이먼 과제를 사용하여 오류탐지를 조사한 사건관련전위 연구는 오반응에서 오류와 관련된 부적 전위인 ERN이 나타나는 것을 일관되게 보고하고 있다(Boksem et al, 2006; Boksem et al., 2011; Ideno et al., 2005; Masaki et al., 2007; Masaki et al., 2011). 예를 들어 Masaki 등(2007)은 정상인을 대상으로 사이먼 과제와 사건관련전위를 사용하여 오류탐지를 조사한 연구에서 오반응에서 ERN 진폭이 유의하게 증가한 것을 관찰하였고, ERN

이 의도와 다른 부정확한 행동인 오류를 탐지하였음을 반영한다고 설명하였다.

4. 정신분열병 환자의 오류탐지 장애

정신분열병 환자의 오류탐지를 조사한 연구들은 정신분열병 환자들이 오류탐지의 장애를 가지고 있음을 일관되게 보고하고 있으며(Cater et al., 2001; Castellar et al., 2012; Frith, 1992; Laurence et al., 2003; Nordahl et al., 2001; Polli et al., 2008), 정신분열병 환자에서 관찰되는 오류탐지 장애가 정신분열병의 증상들인 망상, 환각, 와해, 사고장애 및 현실왜곡 등에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Kircher & David, 2003; Knoblich et al., 2004; Laws et al., 1999; Jeannerod et al., 2003).

정신분열병 환자의 오류탐지 장애는 환자가 자신의 행동이 자신이 원래 의도한 행동과 일치하지 않는다는 것을 인식하지 못하고(Farrer & Franck, 2007; Frith et al., 2000a), 부정확한 행동을 원래 의도와 일치하게 조정하지 못하기 때문에 초래되는 것으로 이해되고 있다(Bates et al., 2004; Becerril et al., 2011; Botvinick et al., 2001). 이는 정신분열병 환자가 자신의 행동을 의도한대로 통제하는데 장애가 있는 것을 시사한다(Frith et al., 2000b).

정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 조사한 연구들은 정신분열병 환자가 정상인에 비해 긴 반응 시간과 더 높은 오류율을 보임을 일관되게 보고하고 있다(Becerril et al., 2011; Morris et al., 2006; Perez et al., 2012; Simmonite et al., 2012). 예를 들어 Morris 등(2006)은 정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 조사한 연구에서 정신분열병 환자가 정상인에 비해 더 긴 반응 시간과 더 높은 오류율을 보이는 것을 보고하였고, Becerril 등(2011)도

정신분열병 환자가 정상인에 비해 과제 수행의 저하를 보이는 것을 보고하였다. 이는 정신분열병 환자가 오반응이 정반응과 다르다는 것을 인식하지 못하고, 정반응을 하도록 행동을 조정하는데 실패를 보이는 것을 시사한다.

뇌 영상 연구들은 정신분열병 환자가 보이는 오류탐지 장애의 해부학적 근거를 제공하는데, 즉 정신분열병 환자가 오류탐지에 관여하는 뇌 구조인 전대상피질과 배외측 전전두피질의 기능 이상을 보인다고 보고하고 있다 (Becerril et al., 2011; Becker et al., 2008; Cater et al., 2001; Kerns et al., 2005; Mathalon et al., 2009; Woodward et al., 2009). 예를 들어 Becker 등(2008)은 과제 수행 중 오반응에서 정신분열병 환자의 전대상피질과 배외측 전전두피질 활성화가 유의하게 감소되는 것을 관찰하였는데, 이는 정신분열병 환자가 오류를 탐지하고 자신의 행동을 목표에 맞게 조정하는데 장애가 있음을 시사한다.

사건관련전위를 사용하여 정신분열병의 오류탐지 장애를 조사한 선행 연구들은 정신분열병 환자가 정상인에 비해 유의하게 ERN 진폭이 감소한 것을 보고하고 있으며(Bates et al., 2002; Kopp & Rist, 1994; Mathalon et al., 2009; Morris et al., 2006), 이는 정신분열병 환자가 오류탐지의 장애를 가지고 있음을 시사한다(Alain et al., 2002; Bates et al., 2004; Mathalon et al., 2002; Morris et al., 2008). 예를 들어 Morris 등(2006)은 정신분열병 환자가 오류탐지 과제 수행 중 정상인에 비해 오반응에서 ERN 진폭이 유의하게 감소된 것을 관찰하였는데, 이는 정신분열병 환자가 자신이 한 오반응을 부정확한 행동이라 인식하지 못하기 때문이라고 설명하였다. 또한 Alain 등(2002)은 정신분열병 환자의 오반응에서 ERN 진폭이 유의하게 감소된 것을 전대상피질의 기능 이상 때문이라고 보고하였다. 즉, 정신분열병 환자에서 오류탐지에 관여하는 전대상피질의 활성화 감소가 일관되게 보고되고 있으며 전대상피질은 ERN의 발생 근원지라 알려져 있기 때문에, 정신분열병 환자의

오류탐지 장애가 전대상피질의 기능 이상으로 인해 초래된다고 설명하고 있다. 이러한 연구들은 정신분열병 환자의 오류탐지 장애가 사건관련전위 연구에서 ERN 진폭의 감소라는 특성을 가지고 있으며, 오류탐지와 관련된 뇌 영역의 기능성 이상에 의한 것이라는 생리학적인 근거를 시사한다.

오류탐지 장애는 정신분열병의 특성지표로 시사되고 있는데, 이는 만성 정신분열병 환자뿐만 아니라 초발성 환자와 정신분열병 고위험군 및 환자의 건강한 친척에서도 관찰되기 때문이다(Perez et al., 2012; Simmonite et al., 2012). 예

를 들어 Perez 등(2012)은 만성 정신분열병 환자와 초발성 정신분열병 환자 및 정신분열병 고위험군의 오류탐지 장애를 조사한 사건관련전위 연구에서 세 집단 모두 정상인에 비해 유의하게 ERN 진폭이 감소되어 있음을 보고하였다. 또한 Simmonite 등(2012)은 정신분열병 환자와 발병하지 않은 정신분열병 환자의 친척의 오류탐지를 조사한 사건관련전위 연구에서 정신분열병 환자와 발병하지 않은 친척이 정상인에 비해 ERN 진폭이 유의하게 감소되어 있으며, 두 집단의 ERN 진폭 크기는 서로 유사했음을 보고하였다.

5. 분열형 인격 성향군의 오류탐지 장애

정신분열병과 인지적 특성을 공유하는 분열형 인격 성향군(Gooding et al., 2006; Lenzenweger & Korfine, 1994; Miller et al., 2002)에서도 정신분열병의 특성지표로 여겨지고 있는 오류탐지 장애가 시사된다(Asai & Tanno, 2007; Asai et al., 2008; Kern, 2006). 예를 들어 Kern(2006)은 분열형 인격 장애 척도(Schizotypal Personality Questionnaire; SPQ)에서 높은 점수를 얻은 분열형 인격 성향군이 사이먼 과제에서 정상인에 비해 유의하게 더 긴 반응 시간과 더 높은 오류율을 보이는 것을 보고하였다. 또한

Asai 등(2008)은 분열형 인격 성향군에게 오반응 후 목표에 맞게 행동을 조정해야 하는 과제를 수행하게 하였다. 과제는 마우스의 커서를 보이지 않게 한 채로 목표 자극을 클릭해야 하는 것이며 클릭한 후에 결과를 알려주기 때문에, 시행이 계속되면 결국에는 목표자극을 정확히 클릭하게 된다. 이런 오류 수정 과제에서 분열형 인격 성향군이 정상인에 비해 저조한 수행을 보였는데, 이는 분열형 인격 성향군이 오류를 인식하는데 장애가 있어서 자신의 행동을 조정하는데 실패했다고 설명하였다.

Ⅲ. 연구문제 및 가설

본 연구는 사이먼 과제와 사건관련전위를 사용하여 분열형 인격성향군의 오류탐지 장애를 알아보고자 하며 연구 문제 및 가설은 다음과 같다.

연구문제 1. 분열형 인격 성향군과 정상 통제군이 사이먼 과제와 사건관련전위에서 차이를 보일 것인가?

가설 1. 사이먼 과제에서 정상 통제군에 비해 분열형 인격 성향군이 더 느린 반응 시간과 더 높은 오류율을 보일 것이다.

가설 2. 사건관련전위에서 정상 통제군에 비해 분열형 인격성향군이 감소된 ERN 진폭을 보일 것이다.

연구문제 2. 과제 수행 중에 나타나는 오류율과 사건관련전위에서 관찰되는 ERN의 진폭 사이에 관련성이 있을 것인가?

가설 1. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 오류율과 ERN 진폭 사이에 부적 상관이 있을 것이다.

IV. 연구방법

1. 연구 대상

서울 소재 대학에 재학 중인 대학생을 대상으로 Schizotypal Personality Questionnaire(SPQ)를 실시하여 SPQ 점수에 근거하여 분열형 인격 성향군과 정상 통제군을 선택하였다. 즉 상위 5%에 해당하는 점수를 받은 대학생을 분열형 인격 성향군으로, 표준 편차 ± 1 을 고려한 평균 점수를 받은 대학생을 정상 통제군에 포함하였다(전춘수와 김명선, 2010; Kim et al., 2011; Raine, 1991; Raine & Benishay, 1995).

두 집단은 각각 15명 씩 구성되었으며, 손잡이 검사 설문지(강연욱, 1994)를 실시하여 오른손잡이만을 연구대상에 포함하였다. 모든 연구 대상자들은 신체질환, 신경과 질환, 정신장애, 약물 및 알코올 중독의 병력을 가지고 있지 않아야 하며 이를 확인하기 위해 구조화된 임상 면담(Structures Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP, First et al., 1996)을 실시하였다.

2. 평가 도구

2.1. 분열형 인격장애 척도

Schizotypal Personality Questionnaire(SPQ)

SPQ는 분열형 인격장애의 정도를 평가하는 도구로써 자기 보고형이며, 예 또는 아니오로 응답한다. 총 74문항으로 구성되어 있고(Raine, 1991),

총점은 0~74점이다. 요인 분석에 의하면 관계사고, 사회적 불안 및 정도 제한, 사회적 고립, 기이한 회화, 기이한 행동, 의심 총 6가지 하위요인으로 구성된다. 문희옥 등(1997)의 한국판을 사용하였고, 내적 일치도는 .91이다.

2.2. 임상척도

DSM-IV 축 I 장애를 알아보는 구조화된 임상 면담(Structures Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP)

SICD는 DSM-IV 진단 기준 축 I의 장애를 진단하기 위한 반 구조화된 면담도구이다(First et al., 1996). 검사자가 증상의 유무를 질문하면 수검자가 이에 응답하는데 그 응답에 따라 다음 장애군으로 넘어가는 진단결정분기도(decision making tree)를 사용한다. 각 문항 당 1(없음 혹은 해당 안됨), 2(역치 미만), 3(역치 또는 해당됨)으로 기록하며 면담자간 신뢰도는 .70이다. 본 연구에서는 한오수 등(2000)이 번안한 것을 사용하였다.

3. 실험 절차

3.1. 오류 탐지 측정을 위한 사이먼 과제

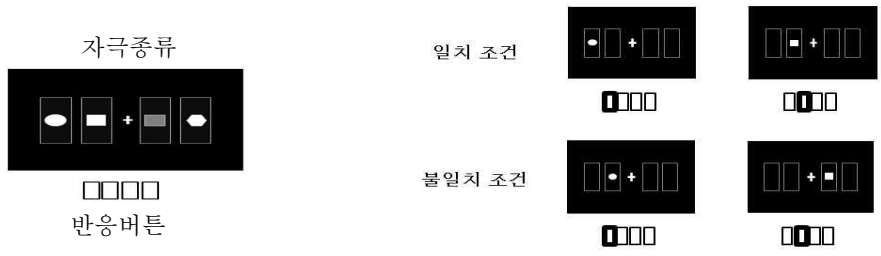


그림 1. 사이먼 과제의 자극 간 반응위치

그림 2. 사이먼 과제의 두 조건

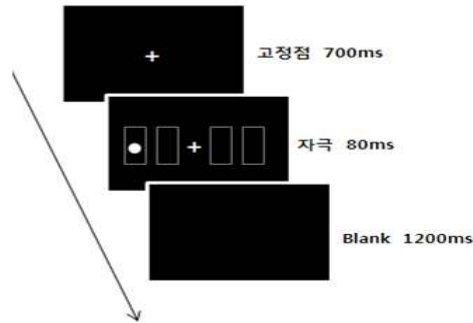


그림 3. 사이먼 과제의 자극 제시 순서

오류 탐지 측정을 위한 과제로는 사이먼 과제를 사용하였다. 사이먼 과제에서 사용되는 자극은 원, 사각형, 어두운 사각형, 육각형 총 4개로 구성되며, 각각의 자극은 제시되었을 때 반응해야 할 버튼의 위치가 지정되어 있다(그림1). 자극은 컴퓨터 모니터 화면에 제시되었으며, 검정색 바탕화면에 + 모양의 고정점을 기준으로 좌우에 각각 두 개씩 일렬로 제시되었다. 자극은 총 네 개의 위치 중 한 곳에 무작위로 제시되었으며, 연구 참여자에게는 화면에 자극이 나타나는 위치와 상관없이, 일렬로 놓여진 네 개의 반응 버튼 중 제시된 자극에 해당하는 반응 버튼을 가능한 한 빠르고 정확하게 누르도록 요구하였다.

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 1개의 일치 조건과 3개의 불일치 조건이 발생하게 되는데, 일치 조건과 불일치 조건이 동일한 비율(5 : 5)로 제시되도록 구성하였으며, 3개의 불일치 조건들도 동일한 비율(1 : 1 : 1)로 제시되도록 구성하였다. 본 과제는 총 3블록으로 나누어서 실시되었으며, 각 블록마다 자극에 지정된 반응버튼의 위치가 변경되는 것이 특징이다. 예를 들어 첫 번째 블록에서 가장 왼쪽 버튼을 누르도

록 지시한 원이 두 번째 블록에서는 가장 오른쪽 버튼을, 세 번째 블록에서는 중간 왼쪽 버튼을 누르도록 지시하였다. 매 블록마다 연습 시행을 통해 변경된 반응버튼의 위치를 연구 참여자가 잘 숙지했는지 확인한 후 본 시행을 시작하였다.

본 연구에 사용되는 사이먼 과제의 자극은 E-PRIME(Psychology Software Tools, Inc) 프로그램을 사용하여 제시되었다. 과제 진행은 다음과 같다. 자극 제시 전 + 모양의 고정점이 700ms 동안 나타난 후 자극이 80ms 동안 나타난다. 반응 시간은 1200ms이며, 자극 간 간격은 1980ms 이다. 본 시행에 앞서 연습 시행을 블록 당 각각 10 시행 씩 2번 진행하였다. 본 시행은 240 시행 씩 3블록이며, 총 시행은 720 시행(일치 조건 360 시행, 불일치 조건 360 시행)이다. 실험에 앞서 연구 참여자에게 과제에 의한 활성화 이외에 뇌파에 영향을 줄 수 있는 눈 움직임과 몸 움직임 등은 자제하도록 주의를 주었다.

3.2. 사건관련전위 측정

64 채널의 Geodesic Sensor Net를 사용하여 뇌파를 측정하였으며, 실험은 방음과 절연 시설이 갖추어진 실험실에서 진행되었다. 뇌파 측정의 기준위치(reference)는 Cz이며, 각 채널의 impedance는 50k Ω 이하를 유지하였다(Tucker, 1993). 0.3~100Hz bandpass로 정반응과 오반응을 나누어 뇌파를 측정하며, 표본율(sampling rate)은 150Hz이다. 실험 후 측정된 뇌파는 600ms(반응 전 100ms를 포함하여 500ms까지)의 epoch으로 구분하였다. 눈 깜빡임 등에 의한 artifacts를 제거하기 위해서 눈 깜빡임 등을 탐지하는 전극인 eye 채널의 1, 5, 10, 17번에서 측정된 뇌파가 만약 $\pm 100\mu V$ 를 넘는 시행은 최종 분석에서 제외하였다. 뇌파는 정반응과 오반응으로 분리한 후

부적 전위와 정적 전위 각각을 평균화한 사건관련전위를 0.3~30Hz의 bandpass filter로 digital filtering 하였다.

4. 자료분석

4.1 인구통계학적 특성

분열형 인격 성향군과 정상통제군의 인구통계학적 변인, SPQ 점수는 독립표본 t 검정(independent sample t-test)을 통해 분석하였다.

4.2 행동 자료

사이먼 과제 분석에는 분열형 인격 성향군과 정상 통제군의 오류율과 반응 시간을 비교하였다. 또한 두 집단 간의 사이먼 효과 유무를 알기 위해 일치 조건과 불일치 조건 간의 반응 시간과 오류율을 비교하였다. 분열형 인격 성향군과 정상 통제군의 반응 시간과 오류율, 일치 조건과 불일치 조건의 반응 시간과 오류율의 분석에 혼합설계 변량분석(ANOVA mixed design)이 사용되었으며, 집단 내에서 일치 조건과 불일치 조건 간의 반응 시간 및 오류율의 차이를 알기 위해 대응표본 t 검정(paired sample t-test)이 사용되었다. 일치 조건과 불일치 조건, 정반응과 오반응이 피검자내 요인(within-subject factor)이고, 분열형 인격 성향군과 정상 통제군의 집단이 피검자간 요인(between-subject factor)이다.

4.3 사건관련전위

연구 참여자의 전체 평균 사건관련전위(grand-average ERPs)에 근거하여 분석할 사건관련전위 요소와 분석할 시간 영역(time window)을 설정하였다. ERN은 오반응 발생 후 50~150ms 에서 나타나는 부정적 정점(peak)으로 정의하였으며, ERN의 진폭(amplitude)과 잠재기(latency)를 각각 혼합설계 변량분석으로 분석하였다. ERN의 분석에 포함된 전극 부위는 전두 영역(F3, Fz, F4)과 전두-중앙 영역(FC3, FCz, FC4) 및 중앙 영역(C3, Cz, C4)이었다. 피험자내 요인은 전극 부위(F3, Fz, F4, FC3, FCz, FC4, C3, Cz, C4)이고, 피험자간 요인은 집단(분열형 인격 성향군과 정상 통제군)이었다. 구형성 가정이 위반된 경우, Greenhouse-Geisser correction을 적용하여 분석하였다. 또한 사이먼 과제의 오류율과 ERN 진폭 간의 관련성은 Pearson 상관계수를 사용하여 분석하였다.

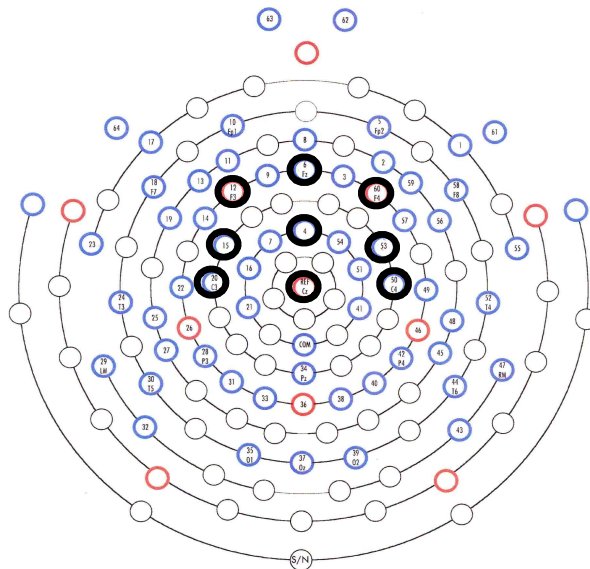


그림 4. 분석에 포함된 채널(검정색 원)

V. 연구 결과

1. 인구통계학적 특성

정상 통제군과 분열형 인격성향군의 인구통계학적 특성은 독립표본 t 검정을 사용하여 분석하였으며, 표 1에 기술되어 있다. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군은 평균연령과 교육연한에서 유의한 차이가 없었으며, 각각 다음과 같다, $t(29)=.108, ns, t(29)=-1.275, ns$. 반면 SPQ 점수에서는 집단 간에 유의한 차이가 나타났는데, 즉 분열형 인격 성향군이 정상 통제군에 비해 유의하게 높은 SPQ점수를 보였다, $t(29)=-14.309, p<.001$.

표1. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 인구통계학적 특성

	정상 통제군 ($n=15$)	분열형 인격 성향군 ($n=15$)	t
	평균 (표준편차)	평균 (표준편차)	
평균연령(년)	21.33 (2.16)	21.27 (1.03)	0.108
교육연한(년)	14.73 (1.03)	15.13 (0.64)	-1.275
SPQ	17.80 (1.70)	41.80 (6.27)	-14.309***

*** $p<.001$, SPQ : Schizotypal Personality Questionnaire

2. 행동 자료 분석

정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 평균 반응 시간과 반응 오류율이 표 2와 표 3에 제시되어 있다. 반응 시간의 경우, 집단 간 유의한 차이가 관찰되지 않았다, $F(1,28)=.086, ns$. 일치 조건과 불일치 조건 간의 유의한 차이가 관찰되었으며, $F(1,28)=222.74, p<.05$, 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 관찰되지 않았다, $F(1,28)=1.15, ns$. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군

모두 일치 조건보다 불일치 조건에서 유의하게 긴 반응 시간이 관찰되었으며, 정상 통제군은 $t(14)=-11.05$, $p<.05$, 분열형 인격 성향군은 $t(14)=-10.27$, $p<.05$, 이었다.

반응 오류율의 경우, 비록 통계적으로 유의하지 않지만 분열형 인격 성향군이 정상 통제군에 비해 더 많은 오류를 보이는 것으로 관찰되었다, $F(1,28)=3.75$. (p 값). 또한 일치 조건과 불일치 조건 간의 유의한 차이가 관찰되었으며, $F(1,28)=79.35$, $p<.05$, 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 관찰되지 않았다, $F(1,28)=2.83$, ns . 정상 통제군과 분열형 인격 성향군 모두 일치 조건보다 불일치 조건에서 유의하게 높은 반응 오류율이 관찰되었으며, 정상 통제군은 $t(14)=-7.64$, $p<.05$, 분열형 인격 성향군 $t(14)=-6.01$, $p<.05$, 이었다.

표2. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 전체 반응 시간과 반응 오류율의 집단 간 차이

	정상 통제군 ($n=15$)	분열형 인격 성향군 ($n=15$)	F 주효과 집단
반응 시간 (ms)	567.96 (54.48)	572.53 (84.17)	0.086
반응 오류율 (%)	8.53 (3.78)	13.13 (8.26)	3.75

() 표준편차

표3. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 일치 조건과 불일치 조건 간 차이

	정상 통제군 ($n=15$)		분열형 인격 성향군 ($n=15$)		F 주효과 조건	F 상호작용효과 집단×조건
	일치	불일치	일치	불일치		
반응 시간 (ms)	538.87 (62.16)	597.04 (47.76)	541.94 (77.08)	609.12 (91.53)	222.74** *	1.15
반응 오류율 (%)	3.07 (2.658)	13.80 (6.19)	5.13 (4.81)	20.87 (12.83)	79.35***	2.83

() 표준편차, *** $p<.001$

3. 사건관련전위 분석

그림 5에는 정상 통제군과 분열형 인격 성향군에서 관찰된 오류관련 부적전위인 ERN을 전두 영역(Fz), 전두-중양 영역(FCz), 중양 영역(Cz)에서 전체 평균(grand averaged)한 것이 제시되어 있다. 그림 6은 전체 64 채널에서의 ERN 분포(topographical distribution)를 보여준다. ERN의 최대 진폭은 정상 통제군과 분열형 인격 성향군 모두 전두-중양영역인 FCz 전극 부위에서 관찰되었으며, 정상 통제군에 비해 분열형 인격 성향군에서 ERN 진폭이 작은 것이 관찰되었다.

ERN 진폭을 통계 분석한 결과, 집단 간 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1, 28)=5.33$, $p<.05$. 즉, 정상 통제군이 분열형 인격 성향군에 비해 유의하게 큰 ERN 진폭을 보였다 ($-4.29\mu V$ vs. $-2.55\mu V$). 이에 덧붙여서 전극 부위에서도 유의한 차이가 관찰되었는데, $F(8,224)=18.65$, $p<.001$, 즉, FCz에서 최대 진폭($-8.43\mu V$)이 관찰된 반면, C4에서 가장 작은 진폭($-1.03\mu V$)이 관찰되었다. 전극 부위와 집단 간의 상호작용 효과는 관찰되지 않았다, $F(8,224)=2.00$, ns . 정상 통제군과 분열형 인격 성향군에서 관찰된 ERN의 평균 진폭이 표 4에 제시되어 있다.

ERN 잠재기의 분석 결과, 집단과 전극 부위에서 유의한 차이가 관찰되지 않았으며, 집단은 $F(1,28)=1.29$,이며 전극 부위는 $F(8,224)=0.91$, ns ,으로 나타났다. 정상 통제군의 평균 잠재기는 65.47ms으로, 분열형 인격 성향군의 평균 잠재기는 57.60ms으로 나타났다. 또한 전극 부위와 집단 간의 상호작용 효과가 관찰되지 않았다, $F(8,224)=0.35$, ns . 정상 통제군과 분열형 인격 성향군에서 관찰된 ERN의 평균 잠재기가 표 5에 제시되어 있다.

표4. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 사건관련전위에서의 집단 간 차이

	정상 통제군 (n=15)	분열형 인격 성향군 (n=15)	F 주효과 집단	F 상호작용효과 집단×전극부위
평균 진폭 (μV)	-4.29	-2.55	5.33*	2.00
평균 잠재기 (ms)	65.47	57.60	1.29	0.35

* $p < .05$

표5. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 오반응 후 각 전극 부위에서 관찰된 ERN 평균 진폭(μV)

채널	정상통제군 (n=15)	분열형 인격 성향군 (n=15)
F3(12)	-3.12 (2.01)	-1.83 (2.81)
Fz(6)	-3.95 (3.09)	-3.15 (1.70)
F4(60)	-2.51 (2.41)	-2.13 (1.46)
FC3(15)	-4.35 (3.06)	-2.31 (1.71)
FCz(4)	-8.43 (4.90)	-4.71 (2.47)
FC4(53)	-3.26 (2.53)	-2.13 (1.66)
C3(20)	-3.97 (3.60)	-1.58 (1.85)
Cz	-6.53 (4.60)	-4.09 (2.39)
C4(50)	-2.53 (2.81)	-1.03 (1.98)

() 표준편차

표6. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 오반응 후 각 전극 부위에서 관찰된 ERN 평균 잠재기(ms)

채널	정상통제군 (n=15)	분열형 인격 성향군 (n=15)
F3(12)	65.33 (20.12)	56.27 (18.57)
Fz(6)	66.53 (20.03)	57.40 (20.31)
F4(60)	63.93 (19.58)	57.67 (20.10)
FC3(15)	65.40 (18.95)	58.47 (20.18)
FCz(4)	65.20 (20.61)	57.13 (18.65)
FC4(53)	63.40 (19.68)	58.87 (18.86)
C3(20)	67.13 (18.13)	58.60 (21.38)
Cz	65.60 (18.63)	57.93 (20.61)
C4(50)	66.73 (17.42)	58.07 (20.00)

() 표준편차

정상 통제군 ($n=15$) 과 분열형 인격 성향군 ($n=15$) 의 ERN

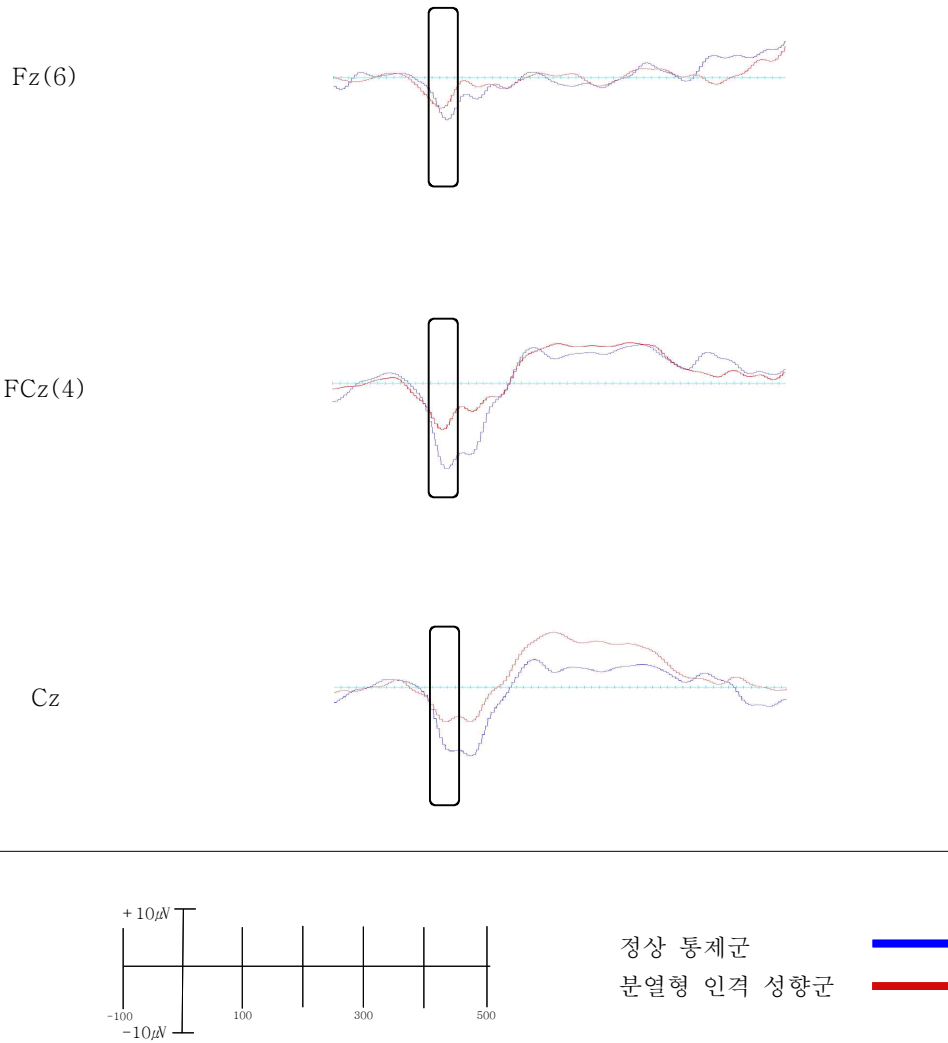


그림 5. 정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 사이먼 과제에서 오반응 후 관찰된 전체 평균(grand averaged) 사건관련전위

ERN



그림 6. 사이먼 과제에서 최대 진폭의 ERN이 관찰된 시간대의 전체 채널 사건관련전위 분포(topographical distribution)

4. 오류율과 사건관련전위의 상관 분석

정상 통제군과 분열형 인격 성향군의 반응 오류율과 ERN 진폭 간의 관련성을 알아보기 위해 Pearson 상관 분석을 실시하였다. 가장 큰 ERN 진폭이 관찰된 Fz, FCz, Cz에서 측정된 ERN 진폭과 반응오류율 사이의 상관을 알아보았으며, Shapiro-Wilk의 정규성 검정을 통해 오류율과 ERN 진폭이 정규분포를 따르는 것이 확인되었다. Pearson 상관 분석 결과, FCz에서 반응 오류율과 ERN 진폭 간에 유의한 부적 상관이 관찰되었다, $r = -.388$, $p < .05$.

VI. 논의 및 제한점

1. 논의

본 연구의 목적은 사건관련전위와 사이먼 과제를 사용하여 정신분열병 환자에서 관찰되는 오류탐지 장애가 정신분열병의 고위험군인 분열형 인격 성향군에서도 관찰되는지를 알아보기 위한 것이었다.

행동 분석 결과, 반응 시간에서 정상 통제군과 분열형 인격 성향군 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 오류율에서 분열형 인격 성향군이 정상 통제군에 비해 오류율이 증가하는 경향을 보였다. 또한 일치 및 불일치 조건에서의 반응 시간과 오류율을 분석 결과, 정상 통제군과 분열형 인격 성향군 모두 일치 조건보다 불일치 조건에서 유의하게 증가된 반응 시간과 오류율을 보였다. 이러한 결과는 분열형 인격 성향군과 정상 통제군 모두에서 불일치 조건에서 반응 시간과 오류율이 증가한 사이먼 효과가 나타났으나, 분열형 인격 성향군이 정상 통제군보다 정반응에 실패함을 시사한다.

정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 조사한 일부 선행 연구들은 정상인에 비해 정신분열병 환자가 오류탐지 과제에서 유의하게 증가된 반응시간과 오류율을 보인다고 보고하고 있다(Mathalon et al., 2002; Perez et al., 2012; Polli et al., 2008; Simmonite et al., 2012). 예를 들어, Perez 등 (2012)은 정신분열병과 정신분열병 고위험군의 오류탐지 장애를 조사한 연구에서 정신분열병 환자군과 고위험군이 정상 통제군에 비해 유의하게 증가된 반응 시간과 오류율을 보임을 보고하였다. 반면 일부 연구들은 오류탐지 과제를 하는 동안 정상 통제군과 정신분열병 환자군 간에 반응 시간과 오류율에서 유의한 차이를 관찰하지 못하였다(Alain et al., 2002; Bates et al., 2002;

Bates et al., 2004). 예를 들어, Bates 등(2004)은 정신분열병 환자를 대상으로 오류탐지 장애를 조사한 연구에서 정상 통제군과 정신분열병 환자가 반응 시간과 오류율에서 집단 간 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 이에 덧붙여서 일부 연구들은 정신분열병의 증상이 심각할수록 오류탐지 장애가 두드러진다고 보고하고 있다(Bates et al., 2004; Ebmeier et al., 1993; Liddle et al., 1992; Yuasa et al., 1995). 본 연구에서 분열형 인격성향군이 오류를 탐지하는데 정상 통제군과 유사한 반응 시간을 보였으나 정상 통제군에 비해 오류율이 증가한 경향을 보였다. 이러한 결과는 분열형 인격 성향군이 아직 정신분열병 진단을 받지 않은 아임상 집단이고 이들이 경험하는 증상이 정신분열병 환자가 경험하는 증상보다 경미하기 때문에 정신분열병 환자 정도의 행동문제를 보이지 않으나, 정신분열병으로 발병할 가능성을 시사한다.

사건관련전위 분석결과 정상통제군에 비해 분열형 인격성향군이 유의하게 감소된 ERN 진폭을 보였다. 이러한 결과는 정신분열병 환자가 정상인에 비해 ERN의 진폭이 유의하게 감소한다는 선행 연구들의 결과와 일치한다(Alain et al., 2002; Bates et al., 2002; Mathalon et al., 2002; Mathalon et al., 2009; Morris et al., 2006; Perez et al., 2012; Simmonite et al., 2012). 예를 들어, Bates 등(2002)이 사건관련전위를 사용하여 정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 조사한 연구에서 정신분열병 환자군이 정상 통제군에 비해 유의하게 감소한 ERN 진폭을 보였음을 보고하였으며, Simmonite 등(2012)은 정신분열병 환자군 뿐만 아니라 정신분열병 환자의 건강한 친척군 역시 정상 통제군에 비해 유의하게 감소된 ERN 진폭을 보였음을 보고하였다.

ERP의 국소화(source localization) 연구와 신경영상 연구들은 ERN이 오류 탐지의 과정을 반영하고(Gehring et al., 1993; Falkenstein et al., 1990), ERN이 전대상피질에서 발생된다고 보고하고 있다(Cater et al., 2001; Hester et al., 2004; Holroyd & Coles, 2002; Mathalon et al.,

2003; O'Connell et al., 2007; Ullsperger & von Cramon, 2004). 예를 들어, Ullsperger & von Cramon(2004)은 fMRI 연구를 통해 정반응보다 오반응에서 전대상피질의 활성화가 유의하게 증가됨을 보고하였고, Holroyd & Coles 등(2002)은 사건관련전위의 근원지 분석을 통해 ERN이 전대상피질에서 발생함을 보고하였다. 한편, 다수의 선행 연구들은 정신분열병 환자가 전대상피질의 구조적 및 기능적 이상을 가지고 있음을 일관되게 보고하고 있다 (Becceril et al., 2011; Becker et al., 2008; Cater et al., 2001; Kerns et al., 2005; Laurens et al., 2003; Mathalon et al., 2009). 예를 들어, Laurens 등(2003)은 정신분열병 환자의 오류탐지 장애를 조사한 연구에서 정신분열병 환자군이 정상 통제군에 비해 오반응에서 전대상피질의 유의한 활성화 감소를 보였음을 보고하였다. 또한 Mathalon 등(2009)이 사건관련전위와 fMRI를 사용하여 정신분열병의 오류탐지 장애를 조사한 연구에서 정신분열병 환자가 정상인에 비해 ERN 진폭의 유의한 감소와 전대상피질의 유의한 활성화 감소를 보였으며, 이러한 ERN 진폭과 전대상피질 활성화가 서로 관련되어 있음이 관찰되었다. 이에 덧붙여서 Morey 등(2005)은 정신분열병 진단을 받지 않은 정신분열병 고위험군에서도 전대상피질의 기능적 이상이 관찰됨을 보고하였다. 따라서 본 연구의 결과, 즉 정상 통제군에 비해 분열형 인격 성향군이 유의하게 감소된 ERN 진폭을 보이는 것은 분열형 인격 성향군이 오류탐지 장애를 가지고 있음을 시사하며, 이는 전대상피질의 기능적인 이상 때문으로 여겨진다.

과제 수행 동안 발생한 오류율과 ERN 진폭 사이의 상관 분석 결과, 정상 통제군과 분열형 인격 성향군 모두에서 오류율과 FCz에서 측정된 ERN 간에 유의한 부적 상관이 관찰되었다. 즉, 오류율이 높을수록 ERN 진폭이 감소하였다. 이러한 결과는 오류율과 ERN 진폭 사이의 상관을 관찰한 선행 연구들의 결과와 일치하며(Hermann et al., 2004; Scheffers et al., 2000),

이는 ERN이 오류탐지의 생리적 지표로 사용될 수 있음을 시사한다.

본 연구의 결과를 종합하면, 행동 수행에서는 정상 통제군과 분열형 인격성향군 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 사건관련전위에서는 정상통제군에 비해 분열형 성향군이 유의하게 감소된 ERN 진폭을 보이고 오류율과 ERN 진폭 사이에 유의한 부적 상관이 관찰되었다. ERN이 오류탐지를 반영하고 전대상피질에서 발생된다고 알려져 있기 때문에, 본 연구의 결과는 분열형 인격 성향군이 오류탐지의 장애를 가지고 있고, 행동 장애가 나타나기 전에 뇌 구조 및 뇌 기능의 이상이 먼저 발생됨을 시사한다. 이는 분열형 인격성향군에서 신경학적 이상이 행동 장애 및 증상에 선행한다는 선행 연구 결과(Lee & Kim, in press; Kim et al., 2012)와도 일치한다. 또한 Knoblich 등(2004)은 정신분열병 환자의 인지기능 장애가 임상 증상보다 먼저 나타나며, 이러한 인지기능 장애가 임상 증상에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 정신분열병의 스펙트럼에 포함되고 정신분열병 고위험군에 포함되는 분열형 인격 성향군에서 ERN의 진폭 감소 및 오류율과의 부적 상관을 관찰한 본 연구 결과는 오류탐지의 장애가 정신분열병의 특성 지표가 될 수 있음을 시사한다.

2. 제한점 및 후속연구를 위한 제안

본 연구는 다음의 제한점을 가지고 있다. 첫 번째는 연구 참여 대상자가 적고 여자 대학생으로 구성되어 있어 성차를 고려하지 못한 점이다. 따라서 본 연구를 일반화시키기에는 다소 제약이 따른다. 두 번째는 정신분열병의 모든 증상보다 망상, 환각, 와해, 사고장애 및 현실왜곡 증상이 더 특징인 정신분열병 환자에서 오류탐지 장애가 더욱 두드러지고(Farrer & Franck, 2007; Stephan et al., 2009), 분열형 인격 성향군도 정신분열병 환자군처럼 증상들을 특정 차원으로 구분할 수 있으며, 각 차원에 따라 인지적 처리과정이 다르

다는 연구 결과가 보고되고 있기 때문에(이슬아 등, 2012; Kerns, 2005, 2006), 추후 연구에서 분열형 인격 성향군의 증상을 구분하여 연구한다면 오류탐지의 장애에 관한 이해가 보다 더 풍부해 질 것이다. 세 번째는 본 연구에서 높은 시간 해상도가 장점인 사건관련전위(64 채널)를 사용하여 분열형 인격 성향군의 오류탐지 장애를 확인하였지만, ERN의 국소화 분석을 실시하지 못했다는 점이다. 또한 오류탐지는 오류를 인식하는 것뿐만 아니라 오류를 줄이기 위한 행동 조정 과정도 포함하는 포괄적인 개념이고, 이 과정에 배외측 전전두피질이 관여하고(Gravan et al., 2002; Taylor et al., 2007), 정신분열병 환자가 배외측 전전두피질에 기능적 이상을 보인다고 알려져 있다(Lewis et al., 2005; Woodward et al., 2009). 따라서 근원지 국소화 기법(Pascual-Marqui et al., 1994) 또는 fMRI와 같은 뇌 영상 기법을 추가적으로 사용하여 분열형 인격 성향군의 오류탐지 장애를 조사할 경우, 정신분열병 스펙트럼 장애군의 신경학적 기체에 관한 더 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

- 강연욱 (1994). 누가 왼손잡이인가?: 한국인들의 손잡이 (HANDEDNESS) 평가. **한국심리학회지: 임상**, 13(1), 97-113.
- 김은영, 이승환 (2008). 예러관련음성 전위의 정신과적 적용 -증상의 심각도와 약물치료 반응을 중심으로-. **대한정신약물학회지**, 19(1), 19-28.
- 문희옥, 양익홍, 이홍표, 김묘은, 함웅 (1997). 한국판 분열형 성격척도의 타당화 예비연구. **신경정신의학**, 36(2), 329-343.
- 이슬아, 김근향, 정지영, 김나라, 권정혜 (2012). 분열형 성격성향을 가진 대학생들의 인지적 및 정서적 공감. **한국심리학회지: 일반**, 31(1), 77-91.
- 전춘수, 김명선 (2010). 분열형 인격성향과 강박성향을 가진 여자대학생의 신경심리 프로파일 비교. **한국심리학회지: 임상**, 29(2), 1299-1335.
- 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.
- Alain, C., McNeely, H. E., He, Y., Christensen, B. K., & West, R. (2002). Neurophysiological evidence of error-monitoring deficits in patients with schizophrenia. *Cerebral Cortex*, 12(8), 1840-846.
- An, S. K., Lee, E., Kim, J. J., Namkoong, K., Kang, J. I., Jeon, J. H., Seok, J. H., Choi, & S. H. (2006). Greater Impairment in Negative Emotion Evaluation Ability in Patients with Paranoid Schizophrenia. *Yonsei Medical Journal*, 47(3), 343-353.
- Angel, R. W. (1976). Efference copy in the control of movement.

- Neurology*. 26(12), 1164–1168.
- Asai, T., Sugimori, E., & Tanno, Y. (2008). Schizotypal personality traits and prediction of one's own movements in motor control: What causes an abnormal sense of agency? *Consciousness and Cognition*, 17(4), 1131–1142.
- Asai, T. & Tanno, Y. (2007). The relationship between the sense of self-agency and schizotypal personality traits. *Journal of Motor Behavior*, 39(3). 162–168.
- 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.
- Bates, A. T., Kiehl, K. A., Laurens, K. R., & Liddle, P. F., (2002). Error-related negativity and correct response negativity in schizophrenia. *Clinical Neurophysiology* 113(9), 1454-1463.
- Bates, A. T., Liddle, P. F., Kiehl, K. A., & Ngan, E. T. (2004). State dependent changes in error monitoring in schizophrenia. *Journal of Psychiatry Research*. 38(3), 347–356.
- Becerra, K. E., & Barch, D. M. (2011). Error processing network dynamic in schizophrenia. *Neuroimage*, 54(2), 1495–1505.
- Becker, T. M., Kerns, J. G., MacDonald, A. W., & Carter, C. S. (2008). Prefrontal dysfunction in first-degree relatives of schizophrenia patients during a stroop task. *Neuropsychopharmacology*, 33(11), 2619-2625.
- Boksem, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006).

- Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72(2), 123–132.
- Boksem, M. A. S., Ruys, K. I., & Aarts, H. (2011). Facing disapproval: performance monitoring in a social context. *Social Neuroscience*, 6(4), 360–368.
- 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), 624–652.
- Bozikas, V. P., Kosmidis, M. H., Anezoulaki, D., Giannakou, M., Andreou, & C., Karavatos, A. (2006). Impaired perception of affective prosody in schizophrenia. *Neuropsychiatry*, 18(1), 81–85.
- Brown, J. w., & Braver, T. S. (2005). Learned predictions of error likelihood in the anterior cingulate cortex. *Science*, 307(5712), 1118–1121.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 215–222.
- Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D., & Cohen, J. D. (1998). Anterior cingulates cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*. 280(5364), 747–749.
- Carter. C. S., Macdonald, A. M., Botvinick, M., Ross, L. L., Strenger, A., Noll, D., & Cohen, J. D. (2000). Parsing executive processes: Strategic vs. evaluative functions of the anterior

- cingulate cortex. *Proceedings of the National Academy of Science*, 97(4), 1944–1948.
- Carter, C. S., MacDonald, A. W., Ross, L. L., & Stenger, V. A. (2001). Anterior cingulate cortex activity and impaired self-monitoring of performance in patients with schizophrenia: an event-related fMRI study. *American Journal of Psychiatry*, 158(9), 1423–1428.
- Cohen, M. G. H., Botvinick, M. M., & Carter, C. S. (2000). Anterior cingulate and prefrontal cortex: who's in control? *Nature Neuroscience*, 3(5), 421–423.
- Coles, M. G. H., 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.
- Critchley, H. D., Tang, J., Glaser, D., Butterworth, B., & Dolan, R. J. (2005). Anterior cingulate activity during error and autonomic response. *NeuroImage*, 27(4), 885–895.
- 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.
- Delevoe-Turrell, Y., Giersch, A., & Danion, J. M. (2002). A deficit in the adjustment of grip force responses in schizophrenia. *Neuroreport*, 65(12), 1537–1539.

- Delevoeye-Turrell, Y., Giersch, A., & Danion, J. M. (2003). Abnormal sequencing of motor actions in patients with schizophrenia: evidence from grip force adjustments during object manipulation. *American Journal of Psychiatry*, *160*(1), 134–141.
- Ebmeier, K. P., Blackwood, D. H., Murray, C., Souza, V., Walker, M., Dougall, N., Moffoot, A. P. R., O'Carroll, R. E. & Goodwin, G. M. (1993). Single-photon emission computed tomography with ^{99m}Tc-exametazime in unmediated schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, *33*(7), 487–495.
- Falkenstein, M., Hielscher, H., Dziobek, I., Schwarzenau, P., Hoormann, J., Sundermann, B., & Hohnsbein, J. (2001). Action monitoring, error detection, and the basal ganglia: an ERP study. *Neurophysiology, Basic and Clinical*, *12*(1), 157–161.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., & Blanke, L. (1991). Effects of crossmodal divided attention on late ERP component. II. error processing in choice reaction tasks. *Clinical Neurophysiology*, *78*(6), 447–455.
- Falkenstein, M., Hoormann, J., Christ, S., & Hohnsbein, J. (2000). ERP components on reaction time error and their functional significance: a tutorial. *Biological Psychology*, *51*(2–3), 87–107.
- Fanous, A., Gardner, C., Walsh, D., & Kendler, K. S. (2001) Relationship between positive and negative symptoms of schizophrenia and schizotypal symptoms in nonpsychotic Relatives. *Arch Gen Psychiatry*, *58*(7), 669–673.

- Farrer, C., & Franck, N. (2007). Self-monitoring in schizophrenia. *Current Psychiatry Reviews*, 3(4), 243–251.
- Feinberg, I. (1978). Efference copy and corollary discharge: implications for thinking and its disorders. *Schizophrenia Bulletin*, 4(4), 636–646.
- Frith, C. D. (1992). The cognitive neuropsychology of schizophrenia. *Hove*, Lawrence Erlbaum Associates.
- Frith, C. D., Blakemore, S. J., & Wolpert, D. M. (2000)a. Abnormalities in the awareness and control of action. *Philosophical Transaction of Royal Society Lond B Biological Science*, 355(1404), 1771–1788.
- Frith, C. D., Blakemore, S. J., & Wolpert, D. M. (2000)b. Explaining the symptoms of schizophrenia: abnormalities in the awareness of action. *Brain Research Reviews*, 31(2–3), 357–363.
- Frith, C. D., & Done, D. J. (1989). Experiences of alien control in schizophrenia reflect a disorder in the central monitoring of action. *Psychology Medicine*, 19(2), 358–363.
- Fourneret, P., Franck, N., Slachevsky, A., & Jeannerod, M. (2001). Self-monitoring in schizophrenia revisited. *Neuroscience Research*, 12(6), 1203–1208.
- Gaeavan, H., Ross, T. J., Murphy, K., Roche, R. A., & Stein, E. A. (2002). Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: inhibition, error detection, and correction. *Neuroimage*, 17(4), 1820–1829.
- Ganushchak, L. Y., & Schiller, N. O. (2006). Effect of time pressure

- on verbal self-monitoring: an ERP study. *Brain Research*. 1125(1), 104–115.
- Gehring, W. J., Coles, M. G. H., Meyer, D. E., & Donchin, E. (1990). The error-related negativity: an event-related brain potential accompanying errors. *Psychophysiology*, 27, S34.
- Gehring, W. J., Goss, B., Coles, M. G. H., Meyer, D. E., & Donchin, E. (1993). A neural system for error detection and compensation. *Psychological Science*. 4(8), 385–390.
- Gehring, W. J., Coles, M. G., Meyer, D. E., & Donchin, E. (1995). A brain potential manifestation of error-related processing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 44, 261–272.
- Gooding D. C., Matts C. W., & Rollmann E. A. (2006). Sustained attention deficits in relation to psychometrically identified schizotypy: evaluating a potential endophenotypic marker. *Schizophrenia Research*. 82(1), 27–37.
- Green, M. F., Kern, R. S., Braff, D. L., & Mintz, J. (2000). Neurocognitive deficits and functional outcome in schizophrenia: are we measuring the 'right stuff'? *Schizophrenia Bulletin*. 26(1), 119–136.
- Hazlett, E. A., Buchsbaum, M. S., Haznedar, M. M., Newmark, R., Goldstein, K. E., Zelmanova, Y., Glanton, C. F., Torosjan, Y., New, A. S., Lo, J. N., Mitropoulou, V., & Siever, L. J. (2008). Cortical gray and white matter volume in unmedicated schizotypal and schizophrenia patients. *Schizophrenia Research*,

101(1-3), 111-123.

- Harvey, P. D., & Keefe, R. S. (2001). Studies of cognitive change in patients with schizophrenia following novel antipsychotic treatment. *American Journal of Psychiatry*, 158(2), 176-184.
- Hedge, A., & Marsh, N. W. A. (1975). The effect of irrelevant spatial correspondences on two-choice response-time. *Acta Psychologica*, 39(6), 427-439.
- Hermann, M. J., Römmler, 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.
- Hoffmann, S., & Falkenstein, M. (2011). Predictive information processing in the brain: Errors and response monitoring. *International Journal of Psychophysiology*, 83(2), 208-212.
- Hommel, B. (1997). Toward an action-concept model of stimulus-response compatibility. *Theoretical Issues in Stimulus-Response Compatibility*, 118, 281-320.
- Hommes, J., Krabbendam, L., Versmissen, D., Kircher, T. OS, J. Van, & Winkel, R. Van. (2012). Self-monitoring as a familial vulnerability marker for psychosis: an analysis of patients, unaffected siblings and healthy controls. *Psychological Medicine*,

42(2), 235–245.

- Holroyd, C. B., & Coles, M. G. H. (2002). The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review*, 109(4), 679–709.
- Ideno T., Ishizu, T., Tujii, T., & Kojima, S. (2005). Event-related potentials in the simon task. *International Congress Series*. 1278, 131–134.
- Jeannerod, M. (2003). The mechanism of self-recognition in humans. *Behavioral Brain Research*. 142(1–2). 1–15
- John G. K. (2006). Anterior cingulate and prefrontal cortex activity in an fMRI study of trial-to-trial adjustment on the simon task. *NeuroImage*. 33(1), 399–405.
- Kerns, J. G. (2005). Positive schizotypy and emotion processing. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(3), 392–401.
- Kerns, J. G. (2006). Schizotypy, facets, cognitive control, and emotion. *Journal of Abnormal Psychology*, 115(3), 418–427.
- Kiehl, K. A., Liddle, P. F., & Hopfinger, J. B. (2000). Error processing and the rostral anterior cingulate: An event-related fMRI study. *Psychophysiology*, 37(2), 216–223.
- Kircher, T. T. J., & David, A. (2003). The self in neuroscience and psychiatry. *Cambridge University Press*, 445–473.
- Kim, M. S., Oh, S. H., Hong, M. H., & Choi, D. B. (2011). Neuropsychologic profile of college students with schizotypal traits. *Comprehensive Psychiatry*, 52(5), 511–516.

- Kim, M.S., Oh, S.H., Jang, K.M., Che, H., & Im, C.H. (2012). Electrophysiological correlates of cognitive inhibition in college students with schizotypal traits. *Open Journal of Psychiatry*, 2(1), 68–76.
- Kopp, B., & Rist, F. (1994). Error-correcting behavior in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*. 13(1), 11–22.
- Kornblum, S., Stevens, G. T., Whipple, A., & Requin, J. (1999). The effects of irrelevant stimuli: 1. The time course of stimulus-stimulus and stimulus-response consistency effects with stroop-like stimuli, simon-like tasks, and their factorial combinations. *Human Perception and Performance*, 25(3), 688–714.
- Kunde, W., & Stöcker, C. (2002). A Simon effect for stimulus-response duration. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A(2), 581–592.
- Laurens K. R., Ngan, E. T., Bates, A. T., Kiehl, K. A., & Liddle, P. F. (2003). Rostral anterior cingulate cortex dysfunction during error processing in schizophrenia. *Brain*. 126(3), 610–622.
- Lee, J. H., & Kim, M.S. (in press). Behavioral inhibition in female college students with schizotypal traits: an event-related potential study. *Open Journal of Psychiatry*.
- Lenzenweger M. F., & Korfine L. (1994). Perceptual aberrations, schizotypy, and the Wisconsin card sorting test. *Schizophrenia Bulletin*. 20(2), 345–357.
- Lesya Y. G., & Niels O. S. (2006). Effects of time pressure on verbal

- self-monitoring : an ERP study. *Brain Research*. 1125(1), 104–115.
- Leuthold, H., & Sommer, W. (1999). ERP correlates of error processing in spatial S-R compatibility tasks. *Clinical Neurophysiology*, 110(2), 342–357.
- Lewis, D. A., Hashimoto, T., & Volk, D. W. (2005). Cortical inhibitory neurons and schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 312–324.
- Liddle, P. F., Friston, K. J., Firth, C. D., Hirsch, S. R., Jones, T. & Frackowiak, R. S. (1992). Patterns of cerebral blood flow in schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, 201(5), 179–186.
- 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*, 20(2), 286–298.
- MacDonald III, 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.
- Magno, E., Foxe, J. J., Molholm, S., Robertson, I. H., & Garavan, H. (2008). The anterior cingulate and error avoidance. *The Journal of Neuroscience*, 26(18), 4769–4773.

- Malenka, R. C., Angel, R. W., Hampton, B., & Berger, P. A. (1982). Impaired central error-correcting behavior in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry*. 39(1), 101-107.
- Malenka, R. C., Angel, R. W., Thiemann, S., Weitz, C. J., & Berger, P. A. (1986). Central error-correcting behavior in schizophrenia and depression. *Biological Psychiatry*, 21(3), 263-273.
- 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., Timothy I. M., Desjardins, J. A., & Segalowitz, S. J. (2011). The error-related negativity associated with different strength of stimulus-response interference. *Clinical Neurophysiology*. 123(4), 689-699.
- Mathalon, D. H., Fedor, M., Faustman, W. O., & Gray, M. (2002). Response-monitoring dysfunction in schizophrenia: an event-related brain potential study. *Journal of Abnormal Psychology*. 111(1), 22-41.
- Mathalon, D. H., Jorgensen, K. W., Roach, B. J., & Ford, J. M. (2009). Error detection failures in schizophrenia: ERPs and fMRI. *International journal of Psychophysiology*. 73(2), 109-117.
- Miller, P., Lawrie, S. M., Byrne, M., Cosway, R., & Johnstone, E. C. (2002). Self-rated schizotypal cognitions, psychotic symptoms and the onset of schizophrenia in young people at

- high risk of schizophrenia. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 105(5), 341–345.
- Mlakar, J., Jensterle, J., & Frith, C. D. (1994). Central monitoring deficiency and schizophrenic symptoms. *Psychological Medicine*, 24(3), 557–564.
- 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.
- Morey, R. A., Inan, S., Mitchell, T. A., Perkins, D. O., Lieberman, J. A., & Belger, A. (2005). Imaging frontostriatal function in ultra-high-risk, early, and chronic schizophrenia during executive processing. *Arch Gen Psychiatry*, 62(3), 254–262.
- Morris, S. E., Yee, C. M., & Neuchterlein, K. H. (2006). Electrophysiological analysis of error monitoring in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, 115(2), 239–250.
- Morris, S. E., Heerey, E. A., Gold, J. M., & Holroyd, C. B. (2008). Learning-related changes in brain activity following errors and performance feedback in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 99(1–3), 274–285.
- Mulerta, C., Gallinata, J., Dorna, H., Herrmann, W. M., & Winterer, G. (2003). The relationship between reaction time, error rate and anterior cingulate cortex activity. *International Journal of Psychophysiology*, 47(2), 175–183.
- Nieuwenhuis S., Ridderinkhof K. R., Blom J., Band G. P. H., & 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.
- Nieuwenhuis S., Schweizer, T. S., Mars, R. B., Botvinick, M. M., & Hajcak, G. (2007). Error-likelihood prediction in the medial frontal cortex: a critical evaluation. *Cerebral Cortex*, *17*(7), 1570–1581.
- Nieuwenhuis, S., Ridderinkhof, K. R., Blom, J. Band, G. P. H., & 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.
- Nordahl, T. E., Carter, C. S., Salo, R. E., Kraft, L., Baldo, J., Salamat, S., Robertson, L., & Kusubov, N. (2001). Anterior cingulate metabolism correlates with stroop errors in paranoid schizophrenia patients. *Neuropsychopharmacology*, *25*(1), 139–148.
- Notebaert, W., & Verguts, T. (2011). Conflict error adaptation in the simon task. *Acta Psychologica*. *136*(2), 212–216.
- Pascual-Marqui, R. D., Michel, C. M., & Lehman, D. (1994). Low-resolution electromagnetic tomography: a new method for localizing electrical activity in the brain. *International Journal of Psychophysiology*, *18*(1), 49–65.
- Perez, V. B., Ford, J. M., Roach, B. J., Woods, S. W., McGlashan, T. H., Srihari, V. H., Loewy, R. L., Vinogradov, S., & Mathalon, D. H. (2012). Error monitoring dysfunction across the illness

- course of schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, *121*(2), 372–387.
- Platek, S. M., & Gallup, Jr., G. G. (2002). Self-face recognition is affected by schizotypal personality traits. *Schizophrenia Research*, *57*(1), 81–85.
- Polli, F. E., Barton, J. J. S., Thakkar, K. N., Greve, D. N., Goff, D. C., Rauch, S. L., & Manoach, D. S. (2008). Reduced error-related activation in two anterior cingulate circuits is related to impaired performance in schizophrenia. *Brain*, *131*(4), 971–986.
- Raine, A. (1991). The SPQ: a scale for the assessment of schizotypal personality based on DSM-III-R criteria. *Schizophrenia Bulletin*, *17*(4), 555–564.
- Raine, A., & Benishay, D. (1995). The SPQ-B: a brief screening instrument for schizotypal personality disorder. *Journal of Personality Disorder*, *9*(4), 346–355.
- Reason, J. (1990). Human Error. *British Medical Journal*. *320*, 768–770.
- Riley, E. M., McGovern, D., Mocker, D., Doku, V. C. K., O'Ceallaigh, S., Fannon, D. G., Tennakoon, L., Santamaria, M., Soni, W., & Morris, R. (2000). Neuropsychological functioning in first-episode psychosis: evidence of specific deficits. *Schizophrenia Research*, *43*(1), 47–55.
- Rizzo, A., Bagnara, S., & Visciola, M. (1987). Human error detection processes. *International Journal of Man-Machine Studies*, *27*(5–6), 555–570.

- Roikou, K., Bozikas, V., Kosmidis, M., Andreou, C., Piachas, A., Giazkoulidou, A., & Karavatos, A. (2003). Self-monitoring in schizophrenia. *Annals of General Hospital Psychiatry, 2*(1), S130.
- Rollnika, J. D., Schröder, C., Rodriguez-Fornells, A., Kurzbuch, A., R. Däupera, J., Möller, J., & Münte, T. F. (2004). Functional lesions and human action monitoring: combining repetitive transcranial magnetic stimulation and event-related brain potentials. *Clinical Neurophysiology, 115*(1), 145-53.
- Schall, J. D., Stuphorn, V., & Brown, J. (2002). Monitoring and control of action by the frontal lobes. *Neuron, 36*(2), 309-322.
- 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, 26*(1), 141-151.
- Seymour, P. H. K. (1977). Conceptual encoding and locus of the stroop effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 29*(2), 245-265.
- Silver, L. J., & Davis, K. L. (2004). The pathophysiology of schizophrenia disorder: perspectives from the spectrum. *American Journal of Psychiatry, 161*(3), 398-413.
- Simmonite, M., Bates, A. T., Groom, M. J., Jackson, G. M., Hollis, C., & Liddle, P. T. (2012). Error processing-associated event-related potentials in schizophrenia and unaffected siblings. *International Journal of Psychophysiology, 84*(1), 74-

- Simons, R. F. (2010). The way of our error: theme and variations. *Psychophysiology*, *47*(1), 1–14.
- Simon, J. R., & Kevin B. (1990). Effect of conflicting cues on information processing: ‘The stroop effect vs The simon effect’ . *Acta Psychologica*. *73*(2), 159–170.
- Silver, H., & Goodman, C. (2007). Impairment in error monitoring predicts poor executive function in schizophrenia patients. *Schizophrenia Research*, *94*(1–3), 156–163.
- Silver, H., Goodman, C., Bilker, W., Gur, R. C., IsaKov, V., Knoll, G., & Pablo, F. (2006). Impaired error monitoring contributes to face recognition deficit in schizophrenia patients. *Schizophrenia Research*, *85*(1–3), 151–161.
- Stephan, K. E., Friston, K. J., & Frith, C. D. (2009). Dysconnection in Schizophrenia: From Abnormal Synaptic Plasticity to Failures of Self-monitoring. *Schizophrenia Bulletin*, *35*(3), 509–527.
- Stürmer, B., Leuthold, H., Soetens, E., Schröter, H., & Sommer, W. (2002). Control over location-based response activation in the Simon task: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology*, *28*(6), 1345–1363.
- Taylor, S. F., Stern, E. R., & Gehring, W. J. (2007). Neural systems for error monitoring : recent findings and theoretical perspectives, *Neuroscientist*, *13*(2), 160–172.
- Tucker, D. M. (1993). Spatial sampling of head electrical field: the geodesic sensor net. *Electroencephalography and clinical*

neurophysiology, 87(3), 154–163.

- Ullsperger, M., & von Cramon, Y. D. (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, Y. D. (2004). Neuroimaging of performance monitoring: Error detection and beyond. *Cortex*, 40(4–5), 593–604.
- van Veen, V., & Cater, C. S. (2002). The timing of action-Monitoring Processes in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 14(4), 593–602.
- van Veen, V., Cohen, J. D., Botvinick, M. M., Stenger, V. A., & Cater, C. S. (2001). Anterior cingulate cortex, conflict monitoring and levels of processing. *Neuroimage*. 14(6), 1302–1308.
- Vidal, F., Hasbroucq, T., Grapperon, J., & Bonnet, M. (2000). Is the error negativity specific to errors? *Biological Psychology*. 51(2–3), 109–128.
- Weinberg D. R., & Berman K. T. (1996). Prefrontal function in schizophrenia: confounds and controversies. *Biological Science*, 351(1346), 1495–1503.
- Weinberg D. R., & Galhofer, B. (1997). Cognitive function in schizophrenia. *International Clinical Psychopharmacology*, 12(4), S29–S36.
- Wittfoth, M., Buck, D., Fahle, M., & Hermann, M. (2006). Comparison of two simon tasks: neuronal correlates of conflict resolution

based on coherent motion perception. *Neuroimage*, 32(2), 921–929.

Wolpert, D. M., & Flanagan, R. J. (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*, 269(5232), 1880–1882.

Woodward, N., Waldie, B., Rogers, B., Tibbo, P., Seres, P., & Purdon, S. E. (2009). Abnormal prefrontal cortical activity and connectivity during response selection in first episode psychosis, chronic schizophrenia, and unaffected siblings of individuals with schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 109(1–3), 182–190.

Yuasa, S., Kurachi, M., Suzuki, M., Kadano, Y., Matsui, M., Saitoh, O. & Seto, H. (1995). Clinical symptoms and regional cerebral blood flow in schizophrenia. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 246(1), 7–12.

ABSTRACT

An event-related potential study of error detection deficit
in college students with schizotypal traits.

Seo-hee, Kim
Department of Psychology
Graduate School of
Sungshin Women's University

This study investigated the deficit of error detection in college students with schizotypal traits using event-related potentials (ERPs) and Simon task. Based on the scores of Schizotypal Personality Questionnaire, normal control group (n=15) and schizotypal trait group (n=15) were selected. The Simon task consisted of two conditions, i.e., congruent and incongruent conditions. The locations of stimulus and response were same in congruent condition, whereas the locations of stimulus and response were different in incongruent condition. The four figures (circle, square, dark square and hexagon) were used for stimuli, and four response buttons were assigned to each of four stimuli. The participants were instructed to press one of

four buttons assigned to the location of a stimulus. The control and schizotypal trait groups did not differ significantly in terms of response time and error rates, although the schizotypal trait group showed more errors than did the control group. In addition, both groups showed the Simon effect, i. e., longer response times and more errors in incongruent condition than in congruent condition. In terms of ERP, the schizotypal trait group showed significantly smaller amplitudes of error-related negativity(ERN) than did the control group, and there was a negative correlation between ERN amplitude and error rate. The results of this study indicate that college students with schizotypal traits have a deficit of error detection, and the deficit of error detection could be a trait marker of schizophrenia.

감 사 의 글

대학원 2년을 돌이켜 보면 논문을 마친 지금이 아직도 믿기지 않습니다. 많이 힘들었지만 그만큼 보람이 되는 과정이었습니다. 또한 많은 것을 배우고 얻었습니다. 많은 일들이 있었고, 또 많은 것을 경험했습니다. 녹록치 않은 시간이었지만 주위 분들의 도움으로 논문을 완성할 수 있었습니다. 논문의 완성을 축하해 주시는 주위 분들에게 도리어 감사함을 느낍니다.

먼저 모든 것을 이끌어주신 교수님께 감사드립니다. 교수님의 가르침으로 논문을 시작하고 완성할 수 있었습니다. 많이 부족한 제자를 정성으로 보살펴주셔서 머리 숙여 감사드립니다. 그리고 논문을 심사해 주시면서 많은 조언을 아끼지 않으신 박혜경 교수님, 조영일 교수님께도 감사드립니다.

대학원 생활의 대부분이었던 신경랩 식구들에게 감사드립니다. 먼저 본인도 많이 바빴을 텐데 옆에서 도와주고 챙겨준 동기 주현이와 다희에게도 정말 감사드립니다. 두 사람이 없었다면 대학원 생활과 수업, 논문 모두 잘 끝나치지 못했을 겁니다. 또 선배이자 언니로써 책임감을 가지고 많은 것을 알려준 경미언니에게 감사드립니다. 연구실 생활과 논문, 수업에서 세심하게 신경써준 은정언니와 빛나선배에게도 감사드립니다. 또한 실험을 도와준 후배 슬기와 상희에게도 감사드립니다. 논문을 쓰는데 많은 도움이 되었습니다. 많은 자료를 남겨주신 지현선배, 효진선배와 모든 선배님들께도 감사드립니다.

언제나 곁에 있어준 친구들과 가족들에게 감사함과 미안함을 느낍니다. 지난 해 엄마가 된 미경이, 미애, 안나, 원옥이, 자경이와 경란이에게 감사하고 바쁘다고 신경 쓰지 못해 미안합니다. 또 많은 격려와 응원을 해준 다현이와 정화, 지희와 미연이, 부규에게도 감사합니다. 언제나 힘이 되는 지원이와 하연이, 지선이에게도 감사드립니다. 부모님과 오빠에게 언제나 감사드리며 막내 딸 노릇도 제대로 하지 못하고 동생이라고 보살핌만 받아 죄송합니다. 앞으로 계속해서 보답하겠습니다.

나중에 돌이켜 보았을 때 대학원 2년의 시간이 고생이기 보단 즐거운 추억으로 남기를 소망합니다. 그래서 지금 웃으면서 마무리할 수 있었던 모든 것에 감사드립니다.