

김 명 선 교수지도  
석사학위 청구논문

반응 억제에 부정적 정서적 자극이  
미치는 영향  
: 사건관련전위 연구

2007

성신여자대학교 대학원  
심 리 학 과  
노 아 영

반응 억제에 부정적 정서적 자극이  
미치는 영향  
: 사건관련전위 연구

김 명 선 교수지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2007년 5월

성신여자대학교 대학원  
심 리 학 과  
노 아 영

# 인 준 서

노아영의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

성신여자대학교 대학원

# 논문개요

본 연구는 사건관련전위를 사용하여 반응 억제에 부정적 정서 자극이 미치는 영향과 이에 관여하는 신경적 기전을 조사하였다. 잠재적인 위협의 선천적 신호로서 보다 큰 생태적 타당성을 갖는, 분노라는 정서를 표현하는 사람의 얼굴과 중성적 표정의 사람 얼굴을 자극으로 제시하였다. 연구 참여자에게는 이 사람들의 얼굴을 보고 남녀를 판단하여 버튼을 눌러 반응하는 것이 요구되었고, 이 때 전체의 30%의 시행에서는 청각 자극을 제시하여 반응을 억제하도록 하였다. 그 결과, 분노 표정의 얼굴 조건에서의 멈춤-신호 반응 시간(stop-signal reaction time; SSRT)이 중성적 표정의 얼굴 조건에서보다 길었다. 사건관련전위에서는 모든 조건에서 N200과 P300 요인이 관찰되었다. N200에 대해 억제 실패시에 분노 표정에서 우반구 전측의 전극 부위에서 진폭의 차이가 관찰되었다. P300에 있어서 억제 성공시의 분노 표정의 얼굴과 중성적 표정의 얼굴 조건 사이의 진폭과 잠재기 차이가 관찰되었다. 특히 이러한 차이는 우반구 전두-중앙의 전극 부위에서 더 크게 나타났다. 이 결과들은 분노를 표현하는 정서 자극에 대해 더욱 주의가 할당되었고, 그 결과 반응 억제에 방해를 받았으며, 이러한 처리에 우반구 전두-중앙 뇌 부위가 관여함을 시사하는 것이라고 여겨진다.

# 목 차

## 논문 개요

### I. 서론

1. 연구의 필요성 .....	1
2. 이론적 배경 .....	2
(1) 멈춤-신호 과제 .....	2
(2) 기능적 뇌 영상 연구 .....	3
(3) 전기생리학적 연구: 사건관련전위 연구 .....	3
(4) 선행 연구들의 제한점 .....	5
3. 연구의 목적 .....	7
4. 연구 문제 및 가설 .....	8

### II. 연구방법

1. 연구 대상 .....	9
2. 멈춤-신호 과제 .....	10
(1) 자극 .....	10
(2) 절차 .....	10
3. 사건관련전위의 측정 .....	12
4. 자료의 분석 .....	13

### III. 연구결과

1. 행동 자료 .....	14
2. 전체 평균 사건관련전위(Grand-averaged ERP waveforms) .....	14
(1) N200 .....	15
(2) P300 .....	15

### IV. 논의 및 제언

1. 논의 .....	19
2. 제언 .....	21

참고문헌

ABSTRACT

부록

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

반응 억제란 변화하는 환경적 요구들에 따라 우세한 운동 반응들의 실행적 통제를 가능하게 하는 인지적 처리들로(Aron et al., 2003), 과제의 요구들에 적절한 반응을 하게 해주고 변화하는 환경적 요구들에 적응하도록 하는 실행적 통제 기능을 말한다(Li et al., 2006). 어떤 본능적 행동이나 새로운 형태의 학습을 하기 위해서는 이전에 학습된 양식을 억제할 수 있어야 한다는 점에 비추어 볼 때 반응의 억제는 적응적 측면에서 매우 중요하며, 이러한 기능에 있어서의 결함은 목표 지향적 행동과 같은 일상생활에서의 기능 저하와도 밀접히 관련된다. 뿐만 아니라 임상 장면에서도 역시 반응 억제는 중요한 의미를 갖는데, 반복적인 사고나 행동이 주요 문제가 되는 강박장애나 주의력 결핍 과잉행동 장애 등에 있어서 반응 억제의 결함은 증상을 유발하고 지속시키는 데 중요한 역할을 할 것이다(Rosenberg et al., 1997; Abbruzzese et al., 1995; Cavedini et al., 1998; Martinot et al., 1990; Schmidtke et al., 1998; Bannon et al., 2002; Kim et al., 2006; Johannes et al., 2001; Chamberlain et al., 2006). 따라서 이와 같은 기능에 대해 알아보는 것은 실생활에서 흔히 관찰할 수 있는 부적응적 행동에 있어서뿐만 아니라 임상적 측면에서도 중요한 의미를 갖는다.

## 2. 이론적 배경

### (1) 멈춤-신호(Stop-signal) 과제

반응 억제를 조사하는 데 이용되는 패러다임에는 여러 가지가 있는데, 멈춤-신호 과제는 그 중 가장 유용한 과제이다(Rubia et al., 2001). 이 과제에서 피험자들은 연속적으로 주어지는 자극들에 대해 어떠한 규칙에 따라 반응을 하기를 요구 받는다(이 때 주어지는 자극들을 'go 자극'이라 지칭한다). 그러나 go 자극에 뒤이어 멈춤-신호가 출현했을 때는 그들의 반응을 억제해야 한다. 이 때 반응의 억제는 우세한 운동 반응을 억제하는데 걸린 시간의 추정치인 멈춤-신호 반응 시간(stop signal reaction time; SSRT)을 통해 양화될 수 있다. 여기서 멈춤-신호 반응 시간은 주어지는 멈춤-신호에 대한 내적 반응을 추정하는 것으로서, 이것이 직접적으로 얻어지는 것은 아니지만, go 자극에 대한 반응 시간의 분포와 주어진 멈춤-신호 반응의 확률로부터 유도될 수 있다. 즉, 실험 참가자의 수행에 따라 억제 시행에 대한 총 수행 정확률이 50% 정도를 유지할 수 있도록 멈춤-자극 제시 시간 간격이 조정되고(멈춤-신호의 간격이 길어질수록 수행이 어려워지는 것이다. 예를 들면, 이전의 억제 수행에서 억제에 성공했다면 그 다음에는 멈춤-신호 제시 간격이 늘어나는 것이고, 억제에 실패했다면 그 다음의 멈춤-신호 제시 간격은 줄어듦을 통해 억제 시행에 대한 총 수행 정확률이 50% 정도를 유지하게 된다), 결국 go 자극에 대한 평균 반응 시간에서 멈춤-자극 평균 제시 시간 간격을 빼줌으로써 얻어진다(Logan, 1994). 이 과제에는 이미 시작된 운동 반응을 거의 마지막 순간에 억제하는 능력이 요구됨으로써 보다 적극적인 반응 억제를 필요로 하고 따라서 다른 과제들보다 더 높은 부담을 지우는 반응 억제를 측정하는, 보다 효과적이고 적절한 방법이라고 할 수 있다(Ramautar et al., 2006).

## (2) 기능적 뇌 영상 연구

멈춤-신호 과제 수행시의 신경적 반응을 조사한 몇몇 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging; fMRI) 연구들이 있는데, Rubia 등(2003)은 처음으로 성공적, 비성공적 억제에 관여하는 특정한 뇌 영역들에 대한 통찰을 제공했다. 이 연구에서, 성공적인 억제적 처리는 우반구 하측 전두 피질(IFC)에서의 활성화와 관련이 있었던 반면에, 억제의 실패는 중앙 전두극(mesial frontopolar), 전측 대상 피질, 그리고 양측 하두정 피질들과 관련이 있었다. Aron과 Poldrack(2006)은 성공적 멈추기에 우측 IFC 뿐만 아니라 시상하부 핵(subthalamic nucleus)에서의 활성화가 관련되었고, 멈춤-신호 반응 시간과도 상관을 보였음을 관찰하였다. 그러나 Li 등(2006)은 보다 상측 전두 영역들이 멈춤-신호 반응 시간과 상관을 보임을 발견하였다. 한편, Vink 등(2005)은 하측 또는 보다 상측 전전두 영역들보다는 선조체(striatum)가 억제적 통제에 중요한 역할을 함을 제안하기도 하였다. 요약하자면, 멈춤-신호 시행에 있어서 관여하는 뇌 영역들은 하측 그리고 배외측 전전두 피질들, 전측 대상회, 하두정 피질들, 선조체, 그리고 미상핵이라고 할 수 있다(Ramautar et al., 2006).

## (3) 전기 생리학적 연구: 사건관련전위 연구

그러나 기능적 자기공명영상과 같은 뇌 영상 기법은 초 단위의 시간 해상도를 갖지만, 감정적 처리와 행동에 관련된 신경적 활동은 그보다 더 짧은 시간 범위에서 일어난다(Ofek & Pratt, 2005). 따라서 이러한 뇌 영상 기법들의 낮은 시간 해상도는 정서적인 처리에 대한 신속하고 빠른 피질 반응을 명료하게 하는 데 있어서 한계를 갖는다. 이에 비해 사건관련전위(event-related potentials, ERPs)는 1/1000초 단위의 시간 해상도를 가지고 있기 때문에 체감각적, 인지적, 정서적 조작에 민감하고, 시간적 처리 측면의 관찰을 가능케 해준다(Cacioppo & Tassinary, 1990).

여기서 사건관련전위란 특정한 정보를 내포하고 있는 자극을 제시한 다음, 이 자극 제시와 관련하여 일정 시간동안 일어나는 뇌의 전기적 활동을 의미한다. 다시 말하면 제시된 자극에 대한 반응으로서 나타나는 뇌의 전기적 활동을 뜻하는 것으로서, 다른 정신 생리적 측정 방법, 예를 들면 자기공명영상이나 양전자 단층 촬영(positron-emission tomography; PET) 등과는 달리 자극을 제시함과 동시에 자극의 처리 과정을 직접적으로 관찰할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 최근의 신경 심리학, 정신 생리학과 같은 분야에서는 정보 처리의 마지막 결과만 측정하는 것으로는 충분하지 않기 때문에, 이를 좀 더 명확히 하기 위해서 정보 처리의 시간 경로의 중요성에 초점이 맞추어 지고 있다.

사건관련전위는 양전위(positive potential) 혹은 음전위(negative potential)를 띠는 여러 개의 정점(peak) 혹은 요인(component)들로 구성되어 있으며, 정점은 극(polarity)과 잠재시간(latency)에 따라 이름이 붙여지는데, 이를 사용하여 멈춤-신호 과제 수행시의 시간 경로와 신경적 기전을 조사한 연구들은 주로 N200, P300 요인들이 억제적 처리와 관련된다고 보고한다(예, Overtom et al., 2002; Kok et al., 2004; Ramautar et al., 2004; Bekker et al., 2005; Liotti et al., 2005; Schmajuk et al., 2005; Ramautar et al., 2005). 여기서 N200은 자극 제시 후 200ms 정도에 나타나고 음전위를 띠는 정점을 의미하고, P300은 자극 제시 후 300ms 정도에 나타나고 양전위를 띠는 정점을 의미한다. N200과 관련하여 Schmajuk 등(2005)은 이 요인이 우반구 외측 전두 피질에서 관찰되고, 억제 실패보다 억제 성공 조건에서 더 큰 진폭을 보이며, 이는 효과적인 억제적 처리의 실행을 반영한다고 해석하였다. Ramautar 등(2005) 역시 전두-중양 부위에서 관찰된 N200 이 stop-signal 시행에서 반응의 효율적 억제와 관련됨을 확인하였다. 덧붙여서, 반응 억제를 측정하는 또 다른 과제인 Go/NoGo 과제에서 NoGo-N200은 억제적 처리들을 이끌어내는 전전두 피질에서 생성된 "위험 신호"를 나타내는 반응

억제 처리의 지표임이 제안되기도 하였으며(Kok, 1986), 이는 실행적 기능, 갈등 모니터링, 그리고 부적절한 반응들의 통제에 있어서 전두엽의 역할과도 일관된다(Schmajuk et al., 2005 재인용). 멈춤-신호 과제에 있어서 주로 보고되고 있는 P300 역시 억제 실패보다 억제 성공 조건에서 더 큰 진폭을 보임이 여러 연구자들에 의해 보고되었다(예, Liotti et al., 2005; Overtoom et al., 2002). Liotti 등(2005)은 NoGo-P300이 전측 대상 피질내의 생성지와 일관되게 분포함을 발견하였고, Ramautar 등(2005)은 P300이 억제를 실패한 시행 상의 오류 탐지를 반영함을 제안하였다. 이러한 결과들에 비추어 볼 때, 멈춤-신호 과제에서 N200/P300은 멈춤-신호가 출현했을 때 성공적으로 반응을 억제하는 처리와 관련되고, 특히 P300은 반응이 실행된 이후에 억제 실패에 관한 오류의 탐지와 같은 지속적 처리와도 관련이 된다고 요약할 수 있다.

#### (4) 선행 연구들의 제한점

위에서 살펴본 바와 같이 멈춤-신호 과제에 관여하는 기능적 뇌 영상 혹은 전기 생리학적 연구들은 비교적 일관된 결과들을 보고하고 있지만, 이 연구들은 대부분 반응 억제라는 인지적 기능에 있어서 정서적 자극이 미치는 영향을 고려하지 않았다. 그러나 인지 기능은 독립적으로 처리되기 보다는 정서적 자극에 의해 영향을 받는 경우가 많음이 이미 많은 연구들에서 밝혀져 있다. 특히, 정서를 조절하는데 관여하는 영역 중 하나로 알려져 있는 안와 전두 영역이 억제를 중재하는 것으로 보이고(Toates, 2001), 따라서 반응 억제가 정서 조절에 영향을 주는 근본적인 신경학적 기능일 수 있다는 연구 결과가 있다(Hoeksma, Oosterlaan & Schipper, 2004). 멈춤-신호 과제에 있어서도 정서적인 자극이 반응과 억제 잠재기를 증가시킨다는 행동적 연구 결과가 최근에 보고되었다(Verbruggen & Houwer, 2007). 그러나 현재 멈춤-신호 과제에 있어서 반응 억제에 정서적 자극이 미치는 영향과 그 신

경적 기전을 조사한 사건관련 전위 연구는 없다.

덧붙여서 반응 억제와 같은 인지 기능에 있어서는 긍정적 정서 자극보다는 부정적 정서 자극이 더욱 중요하게 작용할 수 있는데, 부정적 정서 자극에는 여러 종류가 있지만 그 중에서도 ‘분노’라는 자극은 인지 과제들에 있어서 그 효과가 긍정적 정서 자극 또는 중성적 자극에 비해 더 강한 것으로 알려져 있다(예., Fox et al., 2001). 따라서 본 연구에는 부정적 정서 중에서도 분노라는 정서적 자극을 사용하여 이러한 자극이 반응 억제에 미치는 영향과, 나아가 이에 관여하는 신경적 기전을 알아보고자 한다. 또한 분노를 나타내는 자극에는 여러 종류(예컨대 단어, 소리, 사진 등)가 있을 수 있는데, 그 중에서도 분노라는 정서를 표현하는 사람의 얼굴은 보다 큰 생태적 타당성을 갖는다. 즉, 분노한 얼굴은 임의의 상징인 단어 등과는 달리 잠재적인 위협의 선천적인 신호로서, 보다 유력하고 생태학적으로 타당한 유형의 분노를 나타내는 것이다(Bar-Haim, Lamy & Glickman, 2005). 그러므로 본 연구에서는 멈춤-신호 과제 실험 설계에 있어서 분노한 표정의 사람들의 얼굴로 자극을 구성하고, 이러한 자극 처리 동안의 근원적 역기능의 해석을 위해 중성적인 표정의 사람들의 얼굴 역시 포함시킨다.

### 3. 연구의 목적

위에서 밝힌 바와 같이 본 연구의 목적은 반응 억제에 분노를 표현하는 부정적 정서 자극이 미치는 영향과 이에 관여하는 신경적 기전을 조사하는 것이다. 이를 위해 첫째, 멈춤-신호 과제 수행에 있어서 멈춤-신호가 제시되는 두 조건—중성적 표정의 얼굴과 분노한 표정의 얼굴—에서의 반응 억제 차이로 알아보려고 한다. 또한 짧은 시간 범위에서 일어나는 감정적 처리와 행동에 관련된 신경적 활동을 살펴보는 데 유용한 사건관련전위를 이용하여 두 조건에서 구별되는 사건관련전위의 요인들을 알아보려고 하는데, 이것이 본 연구의 두 번째 목적이다.

#### 4. 연구문제 및 가설

(1) 연구문제 1: 멈춤-신호가 중성적 표정의 얼굴에서 제시될 때와 분노한 표정의 얼굴에서 제시될 때 반응 억제에 있어서 차이를 보일 것인가?

가설 1: 중성적 표정의 얼굴에서 멈춤-신호가 제시되는 조건에 비해 분노한 표정의 얼굴 조건일 때 반응 억제에 있어서 더 큰 어려움을 보일 것이다. 즉, 멈춤-신호 과제에서 반응 억제 능력을 양화한 것으로 알려진 멈춤-신호 반응 시간이 전자보다 후자에서 더 길어질 것이다.

(2) 연구문제 2: 이 때의 신경적 활동 역시 차이를 보일 것인가? 보인다면 그 분포와 양상이 어떠할 것인가?

가설 2: 멈추기 시행 내에서 중성적 표정의 얼굴에서 멈춤-신호가 제시되는 조건에 비해 분노한 표정의 얼굴 조건일 때 N200, P300 요인의 진폭과 잠재기가 감소되고, 그 분포 역시 차이를 보일 것이다. 억제에 성공할 때와 실패할 때 역시 이러한 요인들에서의 진폭, 잠재기, 그리고 분포에 있어서 차이를 보일 것이다.

이와 같은 행동적, 생리적 증거들은 일상에서 관찰되는 부적응적 행동에 대해서뿐만 아니라 임상 장면에서 반응 억제를 주요 문제로 갖는 정신 병리들의 병인, 유지, 그리고 치료적 측면에 있어서도 우리의 이해를 진척시키는 보충적 자료로서 공헌할 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

9명의 오른손잡이 정상인(남자: 5명, 여자: 4명)이 연구에 참여하였다. 연구 참여자들의 평균 연령은 25.78세(SD=3.46)이었고, 정상 시력을 가지고 있었으며, 모두 Structured Clinical Interview for DSM-IV, Non-patient Edition(SCID-NP; Williams et al., 2002)을 통해 정상인임을 평가하였다. 뿐만 아니라 참여자 본인과 더불어 가족들 중에 정신과적, 신경과적 병력이 있는 사람은 제외하고, 약물 남용 경험이 있거나 약물을 복용하는 신체적인 질병을 가진 참여자 역시 제외하였다. 참여자들에게 과제 수행에 앞서 연구의 목적, 절차 및 뇌파 측정에 관한 일반적 사항에 대해 설명하고, 연구 참여 동의를 얻었다. 덧붙여서 뇌파 측정에 앞서 24시간 동안은 알코올 섭취를 금해야 하고, 과제 수행 전 4시간 동안은 카페인과 니코틴의 사용을 삼가야 함을 명시하였다. 이들 모두에게는 연구 참여에 대한 보수가 지급되었다.

## 2. 멈춤-신호 과제

### (1) 자극

고려대학교 행동 신경과학 연구소에서 제공한 Korea Univ. Facial Expression Collection(KUFEC)과 S대학교 연극 동아리에서 얻은 한국인 남녀 각각 25명의 얼굴 사진들 중 분노한 표정과 중성적 표정을 추출하였다. 각 사진들을 포토샵을 사용하여 흑백 scale로 바꾸고 같은 크기로 조정한 뒤에 검정색 테두리의 타원을 입혀 머리카락, 귀를 넘는 범위를 모두 지웠다. 이 얼굴들에 대해 5점 척도(1=매우 부정적이다, 2=조금 부정적이다, 3=보통이다, 4=조금 긍정적이다, 5=매우 긍정적이다)를 사용해 정서적인 타당도를 평정하는 절차를 통해 최종적으로 남녀 각각 6명, 총 12명에 대해 분노한 표정과 중성적 표정의 얼굴 사진을 추출하였다. 이 12명의 사진이 과제에 사용되었다.

멈춤-신호는 청각적으로 제시되는데, 750Hz의 ‘삐’하는 소리를 100ms동안 60dB의 크기로 제시하였다.

### (2) 절차

참가자는 머리에 64개의 전극이 부착된 cap을 쓴 뒤에 뇌파를 기록하는 동안 절연이 된 조용하고 어두운 방의 안락한 의자에 앉아서 과제를 수행하였다. 머리와 컴퓨터 화면 사이의 간격은 1m가 떨어지도록 하였다.

Presentation 프로그램을 이용하여 총 900개의 시행을 4개의 block으로 나누어 실시하였다. 한 개의 block 내에 분노 표정 조건과 중성적 표정 조건의 얼굴이 같은 횟수로 제시되는데, 그 순서는 조건별로 30개의 시행씩 나뉘어 그 안에서 무작위로 배정하였다.

얼굴 자극들은 17인치 모니터 상에 검은 배경에 회색 scale로 제시하였다.

얼굴 자극들이 제시되기 직전에 검은 배경에 흰 색 십자 모양의 고정점이 제시되었다. 연구 참여자는 고정점 뒤에 이어서 나타나는 얼굴들을 보고, 그 얼굴이 남자면 마우스 왼쪽 버튼을, 여자면 마우스 오른쪽 버튼을 누르도록 하였다(버튼을 누르는 순서의 효과를 상쇄시키기 위해 이 그 순서는 참가자 별로 번갈아가며 바꾼다). 멈춤-신호는 전체 시행의 30%로 구성되었으며(총 270개 시행), 참여자의 귀에 꽂힌 이어폰을 통해 “삐”하는 소리가 청각적으로 제시되었다. 이 때 참여자는 반응을 하지 말아야 한다(부록1, 2 참고).

참여자도 과제에 대해 충분히 이해할 수 있도록 설명과 함께 연습 시행을 실시하였고, 참여자에게 정확성과 빠르기를 동등하게 강조하였다. 또한 과제를 수행하는 동안 몸이나 머리 움직임 또는 눈의 움직임을 최소화하도록 설명을 하였다.

고정점과 얼굴 자극은 모니터 중앙에 각각 300, 500ms 동안 제시되었고, 자극 간 간격(inter-stimulus interval: ITI)은 2000ms로서, 이 시간 동안에는 검은 배경의 빈 화면이 제시되었다. 또한 각 block이 끝난 뒤에는 약 2분 정도 동안 눈을 감고 휴식을 취하도록 하였다.

또한 Logan(1994)이 제시한 모델에 따라 멈춤-신호 반응 시간을 계산하기 위해 멈춤-신호가 제시되는 시간간격은 참가자의 수행에 따라 총 정확률이 50%가 되도록 300ms부터 시작하여  $\pm 50$ ms씩 조정되었다.

### 3. 사건관련전위의 측정

뇌파(Electroencephalogram, EEG)는 NeuroScan사의 Quick-cap을 참여자의 머리에 씌우고, 그것을 통해 두피에서 나오는 전기적 신호를 NeuroScan EEG SynAmp와 Scan4.3 (Neurosoft Inc. Australia)을 사용하여 측정하였다.

Quick-cap은 64개의 전극으로 이뤄진 것을 사용하였으며, 이 때 전극은 주석 성분으로 구성되었다. 기준 전극은 좌우 mastoid에 위치하였고, vertical과 horizontal EOG (Electro-oculogram)는 참가자의 양쪽 눈 옆과 좌측 눈의 약 2cm 위, 아래에 전극을 부착, 측정하여 후에 artifact를 교정하였다. 또한 ground site는 Fcz로 하였다.

뇌파 신호의 습득에 방해가 될 수 있는 금속성 물질 또는 전파를 발생하는 물질을 최소화하고, 절연과 방음이 완비된 실험실에서 측정을 하였다. 저항은 5k $\Omega$ 미만으로 유지하였다.

참여자가 과제를 수행하는 동안 뇌파는 0.05-100Hz bandpass로 연속적으로 측정되었으며, 표본율은 1000Hz이었다.

뇌파 측정이 끝난 다음 멈춤-신호를 기준으로 하여 뇌파를 100ms의 자극 전 기저선(prestimulus baseline)을 포함하여 900ms의 epoch을 구분하고, 그 안에서 baseline correction을 해준 뒤에 artifact를 제거하였다. 이 때 artifact의 범위는 +100 $\mu$ V에서 -100 $\mu$ V까지였다. 이렇게 해서 얻어진 자료를 각 조건별로 나누어 평균화한 뒤에 이를 다시 1-15Hz의 bandpass로 filtering하였다.

#### 4. 자료의 분석

각 참여자에 대하여 두 자극 제시 조건 - 중성적 표정과 분노한 표정 - 과 피험자의 수행 - 억제 성공과 억제 실패 - 에 따른 사건관련전위를 각 전극 부위에서 구하였다(go 시행은 분석에서 제외하였다). 각각의 조건들 모두에서 N200과 P300이 관찰되었다. 각 정점의 시간 범위는 전체 평균 사건관련 전위와 각 참여자의 각각 자극 제시, 수행 조건에서의 사건관련전위를 검토하여 설정하였다. 즉 N200은 자극 제시 후 120-220ms 사이에서 관찰되는 가장 부적인 값으로, P300은 220-400ms 사이의 가장 정적인 값으로 정의하였다. 각 정점의 진폭은 자극제시전 100ms 기저선의 평균 전위값을 기준으로, 그리고 잠재기는 자극제시 후부터 정점이 나타나기까지의 시간으로 정의하였다.

이러한 과정을 통해 얻어진 사건관련전위의 진폭과 잠재기는 각각 within-subjects ANOVA, repeated measure로 통계적인 분석을 하였는데, 이 때 전극 부위(Fz, F3, F4, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4)와 자극 유형(중성적 표정, 분노한 표정)이 피험자내 요인이었다.

행동 자료에 있어서는 Logan(1995)의 모델에 따라 멈춤-신호 과제 상에서 go 시행에서의 평균 반응시간에서 멈춤-신호 평균 시간 간격을 빼줌으로써 멈춤-신호 반응 시간을 구하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 행동 자료

중성적 표정의 얼굴에 대한 평균 반응 시간은 1013.00ms(SD=258.99), 멈춤-신호 반응 시간은 354.83ms(SD=84.64)이었고, 분노한 표정의 얼굴에 대한 평균 반응 시간은 1035.11(SD=278.91), 멈춤-신호 반응 시간은 368.02ms(SD=101.91)이었다.

#### 2. 전체 평균 사건관련전위(grand-averaged ERP)

그림 1은 9개의 전극 부위에서 측정된, 두 가지 조건의 자극 - 중성적 표정과 분노한 표정 - 에 뒤따른 각각의 멈춤-신호에 대한 전체 평균 사건관련전위이다. 각 조건 모두에서 N200, P300이 관찰되었다.

그림 2는 64채널에서 관찰된 N200과 P300 전위 분포를 나타낸다. N200의 경우에 억제 성공시의 진폭이 실패시의 진폭보다 큰 것으로 관찰되었다. 또한 억제 실패시에 조건간 진폭의 차이가 있는 것으로 보였다. P300의 경우에는 억제 성공시에는 분노 표정이, 억제 실패시에는 중성 표정이 더욱 큰 활성화됨을 보임이 관찰되었다. 또한 N200의 경우에는 보다 전두엽에 가까운 부위가 활성화되는데 비해 P300의 경우에는 전두-두정엽에 가까운 부위가 활성화됨을 관찰할 수 있었다.

표 1은 중앙 전극부위에서 측정된 평균 N200, P300 진폭과 잠재기를 기술하고 있다.

### (1) N200

두 조건 모두에서 N200이 관찰되었다. N200에서의 진폭을 분석한 결과, 억제 실패시에 분노 표정 조건에서 좌반구 전극 부위들(F3, FC3, C3, CP3, P3)과 우반구의 전극 부위들(F4, FC4, C4, CP4, P4) 사이의 차이에 있어서 유의한 수준은 아니지만 0.65의 경향성을 관찰할 수 있었다. 또한 전극 부위와 자극 조건 사이의 상호작용효과가 관찰되었다,  $F(2,16)=4.695$ ,  $p<.05$ . 즉, 각 정서 조건 중 분노 표정 조건의 경우, 중앙-전두 부위에서 가장 큰 진폭의 N200을 보였다. N200 잠재기에 있어서, 자극의 조건에 따른 잠재기의 차이가 유의하게 관찰되지 않았다.

### (2) P300

두 조건 모두 P300을 생성하였다. P300의 잠재기를 분석한 결과, 억제 성공에 있어서 C3, Cz, C4 전극에서 자극 조건간의 유의한 차이가 관찰되었다,  $F(1,8)=26.268$ ,  $p<.05$ . 억제 성공시 중앙-두정에 해당하는 CP3, CPz, CP4 전극에서도 자극 조건간의 유의한 차이가 관찰되었다,  $F(1,8)=5.219$ ,  $p<.05$ .  $F(1,8)=5.219$ ,  $p<.05$ . 억제 성공시 두정 부위에 관여하는 P3, Pz, P4 전극에서도 역시 자극 조건 사이의 유의한 차이가 있음이 관찰되었다,  $F(1,8)=5.757$ ,  $p<.05$ .

P300의 진폭의 분석 결과에서는 좌반구의 전극 부위들(F3, FC3, C3, CP3, P3) 과 우반구의 전극 부위들(F4, FC4, C4, CP4, P4) 사이에서 유의한 차이가 관찰되었는데, 억제 실패시의 분노 표정 조건에서 좌우반구 전극간의 차이가 유의한 것으로 나타났다,  $F(1,8)=6.909$ ,  $p<.05$ . 또한 억제 성공시의 중성 표정 조건에서 좌우반구 전극 간의 차이가 유의함이 관찰되었다,  $F(1,8)=7.715$ ,  $p<.05$ .

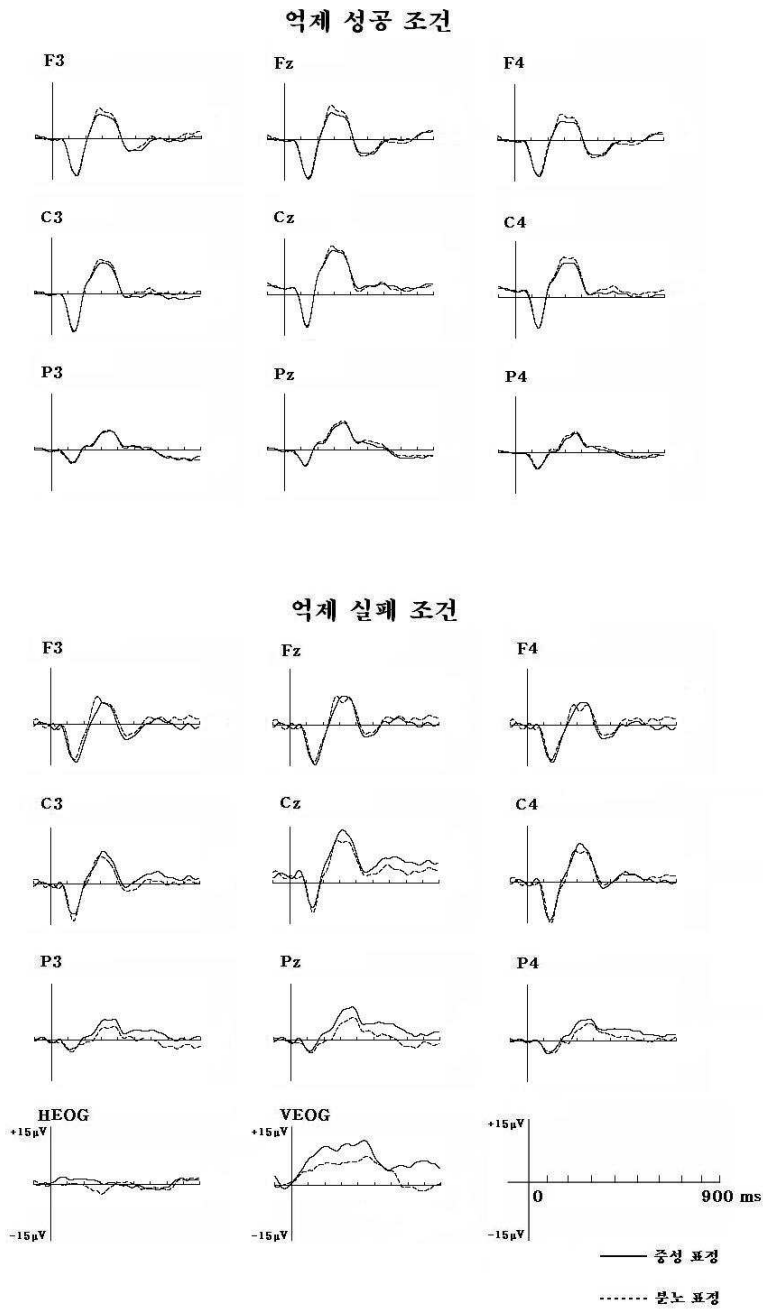


그림 1. 중성 표정과 분노 표정에 따른 억제 수행에 대한 전체 평균 사건 관련전위

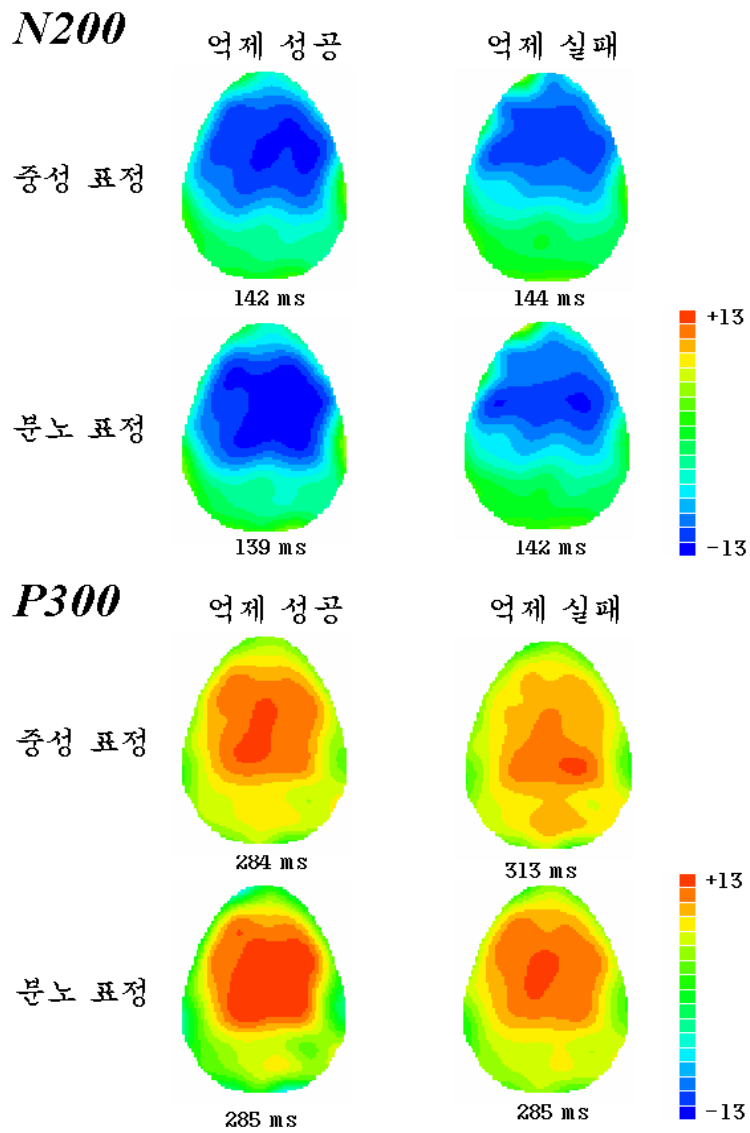


그림2. 중성 표정과 분노 표정에 따른 억제 수행에 대한 전위 분포

표 1. 중앙 전극 부위에서 측정된 평균 N200, P300 진폭과 잠재기

		진폭( $\mu$ V)		잠재기(ms)	
		중성 표정	분노 표정	중성 표정	분노 표정
억제 성공					
N200	Fz	-10.19(4.40)	-10.04(3.06)	146.56(18.95)	144.00(16.14)
	Cz	-10.14(4.59)	-10.88(3.81)	137.33(12.68)	137.56(11.77)
	Pz	-4.95(3.64)	-4.85(3.29)	138.00(21.64)	151.44(33.54)
P300	Fz	10.50(6.79)	11.93(8.27)	304.78(40.93)	312.22(48.58)
	Cz	14.02(5.59)	15.14(6.40)	316.33(25.24)	297.33(25.09)
	Pz	9.08(5.57)	9.69(6.32)	346.78(31.74)	328.11(34.63)
억제 실패					
N200	Fz	-10.62(3.77)	-10.37(5.98)	152.33(24.26)	153.78(29.12)
	Cz	-9.95(2.53)	-11.02(4.22)	146.44(23.88)	151.89(27.59)
	Pz	-5.54(2.41)	-6.11(2.33)	154.33(38.55)	156.22(35.47)
P300	Fz	9.84(7.01)	10.94(6.91)	317.22(45.77)	318.56(34.74)
	Cz	14.10(6.21)	13.98(6.93)	323.33(32.88)	322.67(29.89)
	Pz	8.37(6.81)	7.77(8.47)	333.11(37.54)	343.00(29.28)

n=9

( ) 표준편차

## IV. 논의 및 제언

### 1. 논의

본 연구는 적응적 측면에서 일상생활에서 중요한 역할을 하는 반응 억제라는 인지기능에 ‘분노’라는 정서적 자극이 미치는 영향을 사건관련전위를 사용하여 조사하였다. 분노를 나타내는 자극으로는 잠재적인 위협의 선천적인 신호로서 높은 생태적 타당도를 갖는 사람의 얼굴을 사용하였다.

연구 결과 첫 번째, 중성적 표정의 얼굴에서 멈춤-신호가 제시되는 조건에 비해 분노한 표정의 얼굴 조건일 때의 멈춤-신호 반응 시간이 더 길어짐을 관찰하였다. 멈춤-신호 반응 시간은 멈춤-신호 과제에서 반응 억제 능력을 양화한 것으로, 분노한 표정의 얼굴 조건에서 멈춤-신호 반응 시간이 길어졌다는 것은 이러한 조건에서의 반응 억제 능력이 상대적으로 저하됨을 시사한다. 이러한 결과는 부정적인 정서를 나타내는 사진들을 포함하여 멈춤-신호 과제를 실시한 선행 연구 - 행동적 연구 - 결과와도 일치한다 (Verbruggen & Houter, 2007). 이러한 결과에 비추어 볼 때 분노를 표현하는 정서적 자극이 인지적으로 통제된, 진행중인 활동들을 방해하는 것으로 여겨진다.

두 번째, 반응 억제를 조사한 선행 연구들을 통해 이러한 기능과 관련이 된다고 알려져 있는 사건관련전위의 요인 중 하나인 N200을 모든 조건에서 관찰할 수 있었다. 본 연구에서는 억제 실패시의 N200과 관련하여, 분노 표정에 대한 좌우반구간 차이에 있어서 경향성을 관찰할 수 있었다. 즉, 우반구에서의 활성화가 더 크게 나타났는데, 일반적으로 N200은 주의적인 측면

과 관련이 되고, 특히 자극을 확인하고 분류하는 과정에 관여하는 것으로 알려져 있다(Naatanen, 1982; Ritter et al., 1982; 김명선 등, 1998). 본 연구에서 관찰된 N200은 그 잠재기에 있어서 선행 연구들에 비해 조금 빠른 편이고, 따라서 선행 연구에서 알려진 바와 같은 인지적 측면의 처리들, 예컨대 반응의 효율적 억제 등을 반영하기 보다는 이러한 앞서 언급한 바와 같은 주의적 측면에 더 연관된 것으로 보인다. 이러한 관점에서 볼 때 본 연구에서 억제 실패시 분노 표정에 대한 우반구 N200의 활성화는 분노를 표현하는 정서 자극에 대해 더욱 주의가 할당되었고, 이러한 정서 자극에 의한 영향을 더 크게 받아, 그 결과 반응 억제에 방해를 받았음을 시사하는 것이라고 여겨진다.

세 번째, 반응 억제 기능과 관련된 것으로 알려진 또 다른 사건관련전위요인인 P300 역시 모든 조건에서 관찰되었다. 이 P300은 특히 반응 억제 성공시에 중앙-두정에 해당하는 영역 뿐 아니라 두정부에서도 가장 큰 진폭을 보였다. 이러한 결과는 선행 연구에서 보고된 결과들(Kok et al., 2004)과도 일관되는데, 이는 억제적 탐지를 하는 과정을 반영한다고 볼 수 있다. 또한 Kok 등(2004)은 반응 억제 성공시의 P300 생성지와 실패시의 P300 생성지가 다르다고 보고하고 있는데, 이는 P300이 억제적 통제의 효율성을 반영할 뿐만 아니라 억제 자체를 반영할 수 있음을 의미한다. 본 연구에서는 억제 실패시의 분노 표정 조건에 있어서 좌우반구 전극간의 차이가 유의한 것으로 관찰되었는데, 이는 N200에서 분노 표정에 주의가 편향되게 할당된 이후의 연장선상에서 인지적 처리가 일어났음을 나타내는 것으로 보인다. 또한 억제 성공시 우반구의 뇌 부위에서의 활성화는 억제 처리를 조사한 기능적 뇌 영상 연구들에서 보고된 영역들이 관여되어 있음을 시사하는 것으로 보인다.

## 2. 제언

본 연구를 통해, 중성적인 자극에 비해 분노라는 부정적인 정서 자극에 주의가 더 크게 할당되고, 그 결과 인지적으로 통제된, 진행 중인 활동인 반응 억제 처리를 방해함을 관찰하였다. 또한 이 때 관여하는 뇌 영역은 주로 우반구 전두-중양 부위에 분포함을 확인할 수 있었다.

특히, 실험실 상황이 아닌 일상생활에서의 반응 억제에서는 정서적인 측면이 더욱 중요한 역할을 할 수 있다는 점에서 볼 때 본 연구에서 관찰된 행동적, 생리적 증거들은 실제 생활 장면에서의 부적응적 행동들 또는 임상 장면에서 반응 억제를 주요 문제로 갖는 정신 병리들의 병인, 유지, 그리고 치료적 측면에 있어서 우리의 이해를 진척시키는 보충적 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점으로는 우선 자극 구성에 있어서 부정적인 정서의 하나인 분노만을 포함시켰다는 점이 있다. 비록 분노라는 특정한 정서에 의한 효과를 알아보는 것이 본 연구에서 관심의 초점이었다고는 하지만, 그러한 효과를 비교해볼 수 있는 준거 예컨대, 다른 부정적 정서 자극들 혹은 긍정적 정서 자극이 제시되지 않았기 때문에 명확한 결과 해석에 있어서 한계를 가진다. 따라서 추후의 연구에서 이러한 부분을 실험 설계에 포함시킨다면 보다 명확한 결과 해석에 대한 통찰을 제공할 것이다. 또한 이와 같은 상위 인지기능에는 개인의 다른 변인들 예컨대, 성격차원과 같은 부분이 중요하게 작용할 수 있다. 따라서 이러한 결과와 심리 검사지나 자기보고식 설문지 등을 통해 얻은 자료들과의 상관관계를 알아보는 것이 의미가 있을 것이라 생각된다. 마지막으로 본 연구에서 관찰된 뇌 영역들에 대해 국소 생성지 분석과 같은 분석 절차를 거쳐서, 이러한 인지 과정에 관여하는 뇌 영역

들을 보다 구체화하는 것 역시 중요한 의미를 가질 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 김명선, 김상희 (1998). 양자극 방안(oddball paradigm)과 단일자극 방안 (single-stimulus paradigm)으로 측정된 사건관련전위의 비교. *한국심리학회지: 임상*, 17(1), 319-330.
- Abbruzzese, M., Bellodi, L., Ferri, S., & Scarone, S. (1995). Frontal lobe dysfunction in schizophrenia and obsessive-compulsive disorder: A neuropsychological study. *Brain and Cognition*, 27, 202-212.
- Aron, A. R., Fletcher, P. C., Bullmore, E. T., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2003). Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nature Neuroscience*, 6, 115-116.
- Aron, A. R., & Poldrack, R. A. (2006). Cortical and subcortical contributions to stop signal response inhibition: role of the subthalamic nucleus. *Journal of Neuroscience*, 26, 2424-2433.
- Bannon, S., Gonsalvez, C. J., Croft, R. J., & Boyce, P. M. (2002). Response inhibition deficits in obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Research*, 110, 165-174.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., & Glickman, S. (2005). Attentional bias in anxiety: a behavioral and ERP study. *Brain and Cognition*, 59, 11-22.
- Bekker, E. M., Kenemans, J. L., Hoeksma, M. R., Talsma, D., & Verbaten, M. N. (2005). The pure electrophysiology of

- stopping. *International Journal of Psychophysiology*, *55*, 191-198.
- Cacioppo, J. T., & Tassinary, L. G. (1990). *Principles of Psychophysiology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cavedini, P., Ferri, S., Scarone, S., & Bellodi, L. (1998). Frontal lobe dysfunction in obsessive-compulsive disorder and major depression: A clinical neuropsychological study. *Psychiatry Research*, *78*, 21-28.
- Chamberlain, S. R., Fineberg, N. A., Blackwell, A. D., Robbins, T. W., & Sahakian, B. J. (2006). Motor inhibition and cognitive flexibility in obsessive-compulsive disorder and trichotillomania. *American Journal of Psychiatry*, *163*, 1282-1284.
- Dimoska, A., Johnstone, S. J., Barry, R. J., & Clarke, A. R. (2003). Inhibitory motor control in children with Attention-deficit/Hyperactivity Disorder: event-related potentials in the stop-signal paradigm. *Biological Psychiatry*, *54*, 1345-1354.
- First, M. B., Spitzer, R. L., Gibbon, M., & Williams, J. B. W. (2002). *The structured clinical interview for DSM-IV-TR Axis I Disorders, Research Version, Non-patient Edition (SCID-I/NP)*. New York: New York State Psychiatric Institute.
- Fox, E., Russo, R., Bowles, R. J., & Dutton, K. (2001). Do threatening stimuli draw or hold visual attention in sub-clinical anxiety? *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*, 681-700.

- Hoeksma, J. B., Oosterlaan, J., & Schipper, E. M. (2004). Emotion regulation and the dynamics of feelings: a conceptual and methodological framework. *Child Development, 75*, 354-360.
- Johannes, S., Wieringa, B. M., Mantey, M., Nager, W., Rada, D., Müller-Vahl, K. R., Emrich, H. M., Dengler, R., Münte, T. F., & Dietrich, D. (2001). Altered inhibition of motor response in Tourette Syndrome and Obsessive-Compulsive Disorder. *Acta Neurologica Scandinavica 104*, 36-43.
- Kim, M-S., Kim, Y. Y., Yoo, S. Y., & Kwon, J. S. (2006). Electrophysiological correlations of behavioral response inhibition in patients with obsessive-compulsive disorder. *Depression and Anxiety, 0*, 1-10.
- Kok, A. (1986). Effects of degradation of visual stimulation on components of the event-related potential (ERP) in go/nogo reaction task. *Biological Psychology, 23*, 21-38.
- Kok, A., Ramautar, J. R., De Ruiter, M. B., Band, G. P., & Ridderinkhof, K. R. (2004). ERP components associated with successful and unsuccessful stopping in a stop-signal task. *Psychophysiology, 41*, 9-20.
- Li, C. S. R., Huang, C., Constable, R. T., & Sinha, R. (2006). Imaging response inhibition in a stop-signal task: neural correlates independent of signal monitoring and post-response processing. *Journal of Neuroscience, 26*, 186-192.
- Liotti, M., Pliszka, S., Perez, R., Kothmann, D., & Woldorff, M. (2005). Abnormal brain activity related to performance monitoring and error detection in children with ADHD.

*Cortex*, 42, 1-12.

- Logan, G. (1994). On the ability to inhibition though and action. A user's guide to the stop-signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr(Eds.), *Inhibitory precess in attention, memory and language* (pp. 189-239). San Diego: Academic Press.
- Martinot, L. L., Allilaire, J. F., Mazoyer, B. M., Jantouche, E., Huret, J. D., Legaut-Demare, F., Deslaurier, A. G., Hardy, P., Pappaata, S., Baron, J. C., & Syrota, A. (1990). Obsessive-compulsive disorder: A clinical neuropsychological and positron emission tomography study. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 82, 233-242.
- Naatanen, R. (1982). Processing negativity: an evoked potential reflection of selective attention. *Psychological Bulletin*, 92, 605-640.
- Ofek, E., & Pratt, H. (2005). Neurophysiological correlates of subjective significance. *Clinical Neurophysiology*, 116, 2354-2362.
- Overtom, C., Kenemans, J., Verbaten, M., Kemner, C., van der Molen, M., van Engeland, H., et al. (2002). Inhibition in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A psychophysiological study of the stop. *Biological Psychiatry*, 51, 668-676.
- Ramautar, J. R., Kok, A., & Ridderinkhof, K. R. (2004). Effects of stop-signal probability in stop-signal paradigm: the N2/P3 complex further validated. *Brain and Cognition*, 56, 234-252.
- Ramautar, J. R., Kok, A., & Ridderinkhof, K. R. (2005). Effects of

- stop-signal modality on the N2/P3 complex elicited in the stop-signal paradigm. *Biological Psychology*, *72*, 96-109.
- Ramautar, J. R., Slagter, H. A., Kok, A., & Ridderinkhof, K. R. (2006). Probability effects in the stop-signal paradigm: The insula and the significance of failed inhibition. *Brain Research*, *1105*, 143-154.
- Ritter, W., Simson, R., Vaughan, H. G., & Macht, M. (1982). Manipulation of event-related potential manifestations of information processing stages. *Science*, *218*, 909-911.
- Rosenberg, D. R., Averbach, D. H., O'Hearn, K.M., Seymour, A. B., Birmaher, B., & Sweeney, J. A. (1997). Oculomotor response inhibition abnormalities in pediatric obsessive-compulsive disorder. *Archives of General Psychiatry*, *54*, 831-838.
- Rubia, K., Russell, T., Overmeyer, S., Brammer, M. J., Bullmore, E. T., Sharma, T., Simmons, A., Williams, S. C. R., Giampietro, V., Andrew, C. M., & Taylor, E. (2001). Mapping motor inhibition: conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks. *NeuroImage*, *13*, 250-261.
- Rubia, K., Smith, A. B., Brammer, M. J., & Taylor, E. (2003). Right inferior prefrontal cortex mediates response inhibition while mesial prefrontal cortex is responsible for error detection. *NeuroImage*, *20*, 351-358.
- Schmidtke, K., Schorb, A., Winkelmann, G., & Hohagen, F. (1998). Cognitive frontal lobe dysfunction in obsessive-compulsive disorder. *Biological Psychiatry*, *43*, 666-673.

- Schmajuk, M., Liotti, M., Busse, L., & Woldorff, M. G. (2005). Electrophysiological activity underlying inhibitory control processes in normal adults. *Neuropsychologia*, *44*, 384-395.
- Toates, F. (2001). *Biological psychology*. Harlow, England: Pearson Education.
- Verbruggen, F., & Heuwer, J. D. (2007). Do emotional stimuli interfere with response inhibition? Evidence from the stop signal paradigm. *Cognition and Emotion*, *21*, 391-403.
- Vink, M., Kahn, R. S., Raemaekers, V., van den Heuvel, M., Boersma, M., & Ramsey, N. F. (2005). Function of striatum beyond inhibition and execution of motor responses. *Human Brain Mapping*, *25*, 336-344.

## **ABSTRACT**

### **Influences of negative-emotional stimuli to the response inhibition using event-related potentials (ERPs)**

**Ah-Young, Roh**

**Department of Psychology**

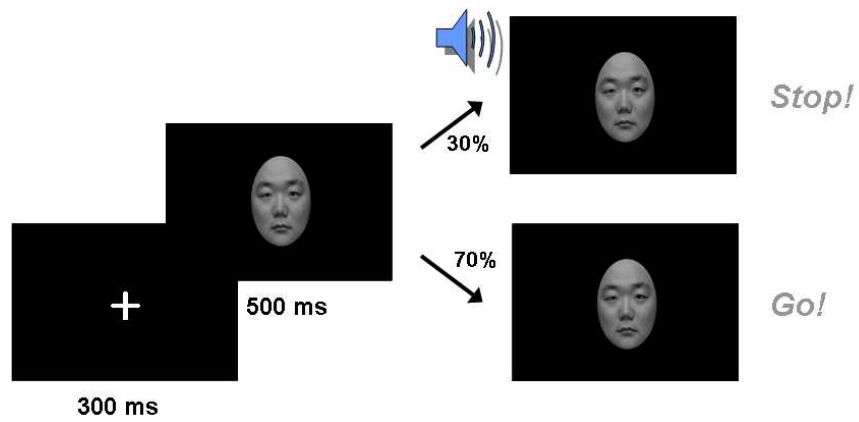
**Graduate School of**

**Sungshin Women's University**

This study investigated the neural mechanism and the effect that negative-emotional stimuli, anger, falls on to the inhibition responses using the event-related potentials (ERP). Face cue was displayed either one of two different expressions of emotion: anger or a neutral expression. These presented faces were reliably categorized as angry and neutral. During the task, the participants had to decide whether the face cue was a man or a woman and were required to respond as fast as possible. In this task, two stimuli, one negative-emotional stimulus and one neutral stimulus, are shown briefly on each trial, and 30% of their offset is immediately followed by an auditory stimuli in order to inhibit the response of the subject. The negative-emotional faces, angry faces, elicited faster latencies and greater amplitudes of ERP components. N200 and P300 appeared in all conditions of the task. In the failed inhibition response condition of the negative-emotional stimuli, the difference

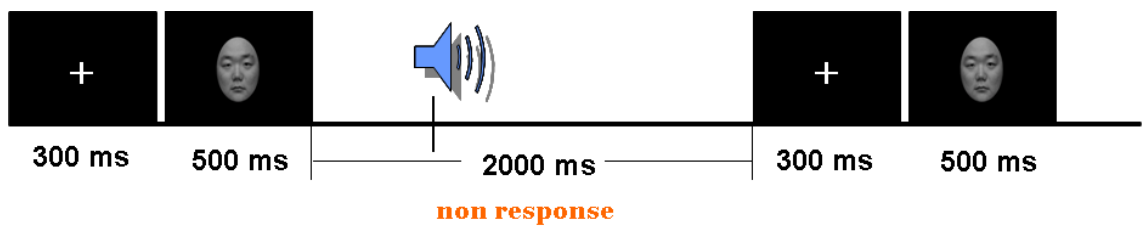
of the N200 amplitude was shown in the right frontal area. Furthermore, in the successful inhibition response condition, the difference of the P300 amplitude and latency between the negative-emotional faces and the neutral faces was observed particularly in the fronto-central region. These results suggest that the negative-emotional stimuli allocate attention much more than the neutral stimuli, as the result they disturb the ongoing cognitive activities, and finally the fronto-central region of the brain may be implicated to participate in this process.

부록 1. *Stop-signal* 과제



부록 2. *Stop-signal* 과제에서 억제 성공과 억제 실패

(1) 억제 성공



(2) 억제 실패

