

The relationship between neuroticism and modulation of error processing by induction of short-term affect*

Yaeun Yang, Junghee Kim, Taejin Park[†]

Department of Psychology, Chonnam National University

We examined how the effects of induced short-term affect on error processing depend on neuroticism. Two groups of neuroticism (high/low) were examined for ERN (error related negativity) and Pe (error positivity) related to error response during the Eriksen flanker task. Short-term affects were induced by presenting one of the emotional (positive/neutral/negative) IAPS pictures immediately before the flanker stimulus was presented in each trial of Eriksen flanker task. Behavioral data showed that error responses were faster than correct responses in two groups, and no difference was observed between high neuroticism group and low neuroticism group. The peak amplitude of ERN was larger (more negative) than CRN (correct response negativity). In particular, the effect of induced affect on ERN amplitude was different according to the level of neuroticism. For the high neuroticism group, the induced negative affect produced a larger amplitude than the neutral affect, but no effect of the induced affect was observed in the low neuroticism group. In addition, the effects of positive affect were not observed in both groups. On the other hand, the peak amplitude and latency of Pe was larger (more positive) and longer than those of Pc (correct positivity), and no effect associated with neuroticism and induced affect was observed. In summary, the effect of induced affect on the early error processing was dependent on the level of neuroticism. The high neuroticism group, unlike the low neuroticism group, showed a larger ERN amplitude when negative affect was induced compared to the neutral affect. These results suggest that high neuroticism group was very sensitive to the induced short-term negative affect which influenced error monitoring. On the other hand, in the later stages of error processing, the induced affect or neuroticism did not have an effect on the error awareness.

Keywords: induced short-term affect, error processing, neuroticism, ERN, Pe

1차원고접수 21.06.15; 수정본접수: 21.07.22; 최종게재결정 21.07.26

인간은 누구나 실수를 저지르고 후회하며 추후에는 실수를 되풀이하지 않으려고 다짐한다. 인지적 관점에 따르면 실수는 수행상 오류라고 볼 수 있는데, 기대한 행동과 실제로 발생한 행동 사이에 차이가 있는 경우를 말한다. 오류 탐지를 위한 행동의 정확도 감시와 오류를 바로잡는 개선 반응을 통틀어 오류처리라고 하는데, 오류처리의 신경기전을 규명하는데 중요한 단서를 제공해주는 ERP(event-related potentials) 성분이 ERN(error-related negativity; Ne(error

negativity)라고도 부름)과 Pe(error positivity 또는 post-error positivity)이다(Gehring, Coles, Meyer & Donchin, 1990; Falkenstein, Hohnsbein, Hoormann & Blanke, 1990; Falkenstein, Hohnsbein, Hoormann & Blanke, 1991). ERN은 오반응 후 약 50~100ms에서 정점에 도달하는 부정 파형으로서, 정반응 후 나타나는 부정 파형인 CRN(correct response negativity)보다 통상 진폭이 더 크다(Falkenstein, Hoormann, Christ & Hohnsbein, 2000;

* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A2A01027642).

[†] 교신저자: 박태진, 전남대학교 사회과학대학 심리학과, (61186) 광주광역시 북구 용봉로 77, E-mail: tpark@jnu.ac.kr

Gehring, Gross, Coles, Meyer & Donchin, 1993). 한편 Pe는 오반응 후 약 100~300ms에서 나타나는 정적 파형으로서, 정반응 후 나타나는 정적 파형인 Pc(correct response positivity)보다 통상 진폭이 더 크다(Falkenstein et al., 2000). ERN은 두피의 전측 및 중앙 위치에서 관찰되고 Pe는 두피의 중앙 및 후측 위치에서 주로 관찰되는데, 원천 위치추정을 다룬 여러 연구들에 따르면 ERN과 Pe의 발생원천은 상이하다. ERN의 주요 발생원천은 전측 대상피질(Herrmann, Römmler, Ehli, Heidrich & Fallgatter, 2004; Stemmer, Segalowitz, Witzke & Schonle, 2004; van Veen & Carter, 2002; Vocat, Pourtois & Vuilleumier, 2008)인데 비해 Pe의 주요 발생원천은 전측 대상피질의 문측(rostral) 영역(Herrmann et al., 2004) 또는 후측 대상피질(Vocat et al., 2008)로 추정된다. ERN은 통상 오류 모니터링을 반영하고(Falkenstein et al., 1991) Pe는 의식적인 오류 자각 또는 오류에 대한 정서적 반응을 반영하는 것으로 간주된다(Falkenstein et al., 2000; Nieuwenhuis, Ridderinkhof, Blom, Band & Kok, 2001).

오류처리와 관련된 ERN에 불안, 우울 등 정서와 관련된 특성 요인들이 미치는 영향을 여러 연구들이 보고하였다. Clark & Watson(1991)에 따르면 불안증상과 우울증상은 서로 중복되는 동반 질환인데, 두 정서장애의 특징으로서 부정적 정서(NA; negative affect)를 들 수 있다. NA란 일시적 기분과 달리 지속적인 감정으로서 다양한 부정적 상태를 포함하며 주 특징은 높은 수준의 정서적 고통이다(Clark & Watson, 1991; Watson, Clark & Tellegen 1988). 불안장애 아동은 일반 아동에 비해(Ladouceur, Dahl, Birmaher, Axelson & Ryan, 2006), 범불안장애 성인은 정상인에 비해(Weinberg, Olvet & Hajcak, 2010), 특성불안 수준이 높은 사람은 낮은 사람에 비해(Aarts & Pourtois, 2010), 우울한 사람은 정상인에 비해(Holmes & Pizzagalli, 2008) 더 큰 ERN 진폭을 보인다. Hajcak, McDonald & Simons(2004)에 따르면, 불안이나 우울 관련 장애에서 나타나는 비정상적으로 큰 ERN은 두 장애의 공통적인 기저 특징, 즉 NA를 반영한다. 정상인을 대상으로 한 여러 연구들 역시 이러한 관점을 지지하였다. Hajcak 등(2004)은 NA가 ERN과 Pe에 미치는 영향을 대학생들을 대상으로 조사하였는데, 그 결과 NA 수준이 높을수록 ERN 진폭이 더 컸고 Pe 진폭은 더 작게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 Hajcak 등(2004)은 NA가 오류처리 과정 가운데 반응 모니터링 체계에 관여할 가능성을 제안하였다. Ladouceur, Conway & Dahl(2010)의 연구에서도 NA 수준이 높은 사람이 더 큰 ERN 진폭을 보

였는데, 이러한 결과들은 불안이나 우울과 같은 NA가 오류 처리 과정에 관여한다는 것을 시사한다.

오류처리 관련 ERN에 영향을 미치는 성격특성으로 신경증을 들 수 있다. 신경증은 Big five 성격특성들 가운데 하나로, Eysenck의 성격유형 관점에 따르면 신경증은 기분변화가 심하며 쉽게 우울해지고 스트레스나 사소한 사건에 예민하게 반응하는 등 정서상태가 불안정한 특성이다. 즉, 신경증 수준이 높을수록 불안에 대한 민감성이 더 크고 더 많은 불안을 경험하게 되는데(Hong, 2010). 이는 신경증 성격특성이 불안이나 슬픔과 같은 부정적 정서 경험과 밀접하게 관련되어 있음을 보여준다. 한편 신경증을 부정적 정서성(Negative emotionality)이라는 보다 일반적 명칭으로 기술하기도 하는데(Tellegen, 1985), 이는 불안이나 공포와 같은 부정적 정서상태를 경험하는 경향성을 강조하는 개념이다. Luu, Collins & Tucker(2000)는 대학생들을 대상으로 NA와 부정적 정서성(신경증)이 ERN 진폭에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 NA와 부정적 정서성 점수가 높은 사람(고신경증집단)이 낮은 사람(저신경증집단)보다 실험 초반 시행들에서 더 큰 ERN 진폭을 보였는데, 이는 부정적 정서 그리고 이와 연합된 행동패턴들이 오류처리 집행기능과 밀접하게 관련된다는 것을 시사한다. 한편 실험 후반 시행들에서는 고신경증집단이 저신경증집단보다 더 작은 ERN 진폭을 보였는데, 이는 신경증 경향성이 클수록 실험 후반에 과제에 대한 관심도가 저하되었기 때문으로 설명되었다. 결국, Luu 등(2000)의 연구는 부정적 정서를 특징으로 하는 신경증이 오류처리와 관련된 ERN에 영향을 미친다는 것을 보여준다.

한편, 오류처리와 관련된 Pe와 정서 관련 특성의 관계를 다룬 연구들은 비교적 드물며 연구결과들도 일관되지 않다. NA나 신경증 수준이 높은 사람이 낮은 사람에 비해 더 작은 Pe 진폭을 보인다고 보고한 연구들(Hajcak et al., 2004; Park & Yang, 2019)이 있는데, NA나 신경증 수준이 높을수록 오류의 예상이나 자각이 감소되기 때문이라고 설명되었다. 그러나 지각된 만성적 스트레스 정도와 Pe 진폭 사이에 정적 상관을 보고한 연구가 있는데(Wu, Feng, Liu, Fang & Duan, 2019), 이는 만성적 스트레스 수준이 높을수록 자신의 오류에 더 민감하고 정서적 주의가 더 쏠리게 되기 때문이라고 설명되었다. 이러한 연구결과들 간 불일치에 대해 아직은 뚜렷한 결론을 내리기가 어려운데, NA나 신경증 특성과 만성적 스트레스 특성 간 관련성이 뚜렷하지 않고, 오류 반응을 유발하는데 사용된 과제들이 연구마다 상이하며, 무엇보다 이를 다룬 연구들이 드물기 때문이다.

이상 살펴본 바와 같이 정서와 관련된 장기적 특성들이

ERN에 미치는 영향은 비교적 명료하고 일관되게 보고되었다. 반면, 단기적으로 유도된 정서가 ERN에 미치는 영향을 다룬 몇몇 연구들은 상충된 결과들을 보고하였다. Larson, Perlstein, Stigge-Kaufman, Kelly & Dotson(2006)은 Erikson 수반자극과제(Erikson & Erikson, 1974)를 사용하여 표적자극과 수반자극을 제시할 때 정서적 IAPS (International Affective Picture system) 사진을 배경자극으로 함께 제시하고서 배경사진의 정서가가 ERN 진폭에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과, 배경사진이 중립적이거나 부정적인 경우에 비해 긍정적인 경우 ERN 진폭이 증가하였는데, Larson 등(2006)에 따르면, 이러한 결과는 배경사진에 의해 유도된 긍정적 정서와 오반응에 따른 부정적 사건 사이의 불일치에 기인한다. 그러나 이 연구의 자극제시 절차에서 배경사진은 표적자극과 수반자극이 제시되는 동안 내내 함께 제시되었는데, 이로 인해 배경사진이 부정적인 경우 이 자극이 수반자극보다 주의를 끌어서 오반응 관련 ERN의 진폭 증가가 일어나지 않았을 가능성이 있다. Wiswede, Münte, Goschke & Rüsseler(2009a)는 Larson 등(2006)과 유사하게 IAPS사진의 정서가가 수반자극과제 수행에 미치는 영향을 조사하였는데, Larson 등(2006)과 달리 매 시행마다 IAPS사진을 먼저 제시하고 이 자극이 종료된 후 표적자극과 수반자극을 제시하였다. 그 결과, 중립적 사진과 긍정적 사진에 비해 부정적 사진의 경우 더 큰 ERN 진폭을 관찰함으로써 단기적으로 유도된 부정적 정서가 ERN에 영향을 미친다고 주장하였다. 또한 Olvet & Hajcak(2012)은 2~5분 정도의 짧은 영상과 노래를 제시함으로써 부정적 기분(슬픔)을 유도하여 ERN에 미치는 영향을 조사했는데, 유도된 슬픔 수준이 클수록 ERN 진폭이 더 컸으며, 특히 ERN에 대한 슬픔의 효과가 신경증 수준이 높을수록 더 컸다. 이처럼 단기적으로 유도된 부정적 정서나 기분이 ERN 진폭에 영향을 미친다는 결과는, 부정적 정서와 관련된 장기적 성향특성(불안, 우울, 신경증 등)과 ERN의 관계를 보고한 연구결과들과 나란한 것으로 볼 수 있다.

한편, Wiswede 등(2009a)이 단기적 긍정정서의 효과를 관찰하지 못한 것과 달리, van Wouwe, Band & Ridderinkhof(2011)는 단기적으로 유도된 긍정정서가 ERN 진폭을 감소시킨다고 보고하였다. 그들은 긍정적 또는 중립적 영화장면을 제시하여 단기적 정서를 유도하였는데, 그 결과 중립정서보다 긍정정서에서 ERN 진폭이 더 감소하였다. ERN 진폭이 긍정정서에 의해 감소한다는 van Wouwe 등(2011)의 결과는 앞서 살펴본 Larson 등(2006) 그리고 Wiswede 등(2009a)의 연구 결과와 상이한데, Larson 등

(2006)은 ERN 진폭이 긍정적 정서에 의해 증가된다고 보고하였고 Wiswede 등(2009a)은 긍정적 정서의 효과가 관찰되지 않았다고 보고하였다. 이 연구들에서 사용된 정서 유도절차나 기법, 유도한 정서의 종류가 상이하므로 연구결과들 간 차이를 직접 비교하여 설명하기 어렵다. Larson 등(2006)과 Wiswede 등(2009a)은 매 시행마다 수반자극과 표적자극이 제시되기 직전 IAPS 사진(긍정/중립/부정)을 제시함으로써 정서를 유도하는 방법을 사용했는데, 전자는 수반자극과 표적자극이 제시되는 동안 내내 IAPS사진을 배경자극으로 계속 제시한 반면 후자는 수반자극과 표적자극이 제시되기 전에 IAPS사진의 제시를 종료하였다. Olvet & Hajcak(2012)은 실험세션(동일 정서조건에 속하는 여러 실험시행들로 구성됨)이 시작될 때 2~5분 정도의 영상과 노래(슬픔/중립)를, van Wouwe 등(2011)은 5분 정도의 영상(긍정/중립)을 제시함으로써 정서를 유도하는 방법을 사용했는데, 이는 매 시행마다 IAPS사진을 제시함으로써 매우 단기적으로 특정 정서를 유도하는 Larson 등(2006)과 Wiswede 등(2009a)의 방법에 비해 비교적 오래 지속되는 기분을 유도하는 방법이라고 볼 수 있다.

단기적 정서를 유도하기 위해 피드백을 조작한 연구들이 있는데, Wiswede, Münte & Rüsseler(2009b)는 12명 여성 참가자를 대상으로 과제수행 반응시간에 따라 부정정서를 유도하는 모욕적 피드백 또는 긍정정서를 유도하는 격려 피드백을 제시하였다. 그 결과, 모욕적 피드백 조건에서 더 큰 ERN 진폭이 관찰되었는데(Pe에서는 피드백효과가 관찰되지 않았음), 이는 단기적으로 유도된 부정정서가 오류 모니터링을 증진시킨다는 것을 보여준다. Clayson, Clawson & Larson(2012)은 Wiswede 등(2009b)과 동일한 피드백조건을 사용하여 단기적 정서를 유도하되 남성이 포함된 더 큰 표본(여성 41명, 남성 28명)을 조사하였다. 그 결과 Wiswede 등(2009b)과 달리 ERN과 Pe에서 피드백효과를 관찰하지 못했는데, 이 결과를 바탕으로 Clayson 등(2012)은 오류 모니터링이 장기적인 정서 관련 특성과 달리 일시적인 정서상태의 변화에 영향 받지 않는다고 주장하였다. 이 두 연구는 동일한 피드백절차를 사용했음에도 불구하고 상충된 결과를 보고하였는데, 이는 아마도 여성이 특히 오류와 관련된 비판적 피드백에 남성보다 더 민감했기 때문일 가능성이 있다(Moeller & Robinson, 2010을 참고). 이상에서 살펴본 바와 같이 실험적으로 유도된 단기적 정서가 오류처리에 미치는 영향을 다룬 연구 결과들은 상당히 상충되는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 정서유도 절차나 기법의 차이 그리고 부정적 정서와 관련된 참가자 특성이 고려되지 않은데 기인한 것

으로 짐작된다.

본 연구는 단기적으로 유도된 정서가 ERN에 미치는 영향이 신경증 성향에 의존할 가능성이 있다고 보고 이를 검증하고자 하였는데, 신경증은 대표적 성격특성의 하나로서 장기적으로 지속되는 부정적 정서를 특징으로 한다. 단기적으로 유도된 기분이나 동기수준이 오류 모니터링에 미치는 영향이 신경증과 같은 성격특성에 따라 달라진다는 것을 몇몇 연구들이 밝혔는데, 기분유도 방법을 통해 유도된 슬픔이 ERN 진폭에 미치는 영향은 신경증 수준이 높을수록 더 컸으며 (Olvet & Hajcak, 2012), 동기수준(인센티브 크기)이 ERN 진폭에 미치는 영향 역시 신경증 수준이 높을수록 더 컸다 (Pailing & Segalowitz, 2004). 이는 오류 모니터링에 대한 단기적인 부정적 기분이나 동기의 효과가 신경증 수준에 의존할 수 있다는 것을 보여주는 것으로서, 오류 모니터링에 대한 단기적 유도 정서의 효과에 대해 기존 연구들간 상충된 결과들이 신경증 수준을 고려하지 않은데 기인했을 가능성을 시사한다. 한편 단기적 유도정서 효과와 신경증 수준의 관련성이 긍정적 정서와 달리 부정적 정서에서만 관찰된다고 보고한 연구가 있다. Larsen & Ketelaar(1989)은 성공/실패 피드백을 조작하여 긍정/부정 정서를 유도하고 그 효과를 주관적 기분평정을 통해 조사하였다. 그 결과, 유도된 긍정적 정서의 효과는 외향성 수준이 높은 사람에서 더 크게 나타났는데 반해 유도된 부정적 정서의 효과는 신경증 수준이 높은 사람에서 더 크게 나타났는데, 이는 신경증이 긍정적 정서와 달리 부정적 정서와 밀접하게 관련될 가능성을 시사한다.

본 연구는 오류 모니터링에 대한 단기적 정서의 효과가 신경증 수준에 따라 어떻게 달라지는지 규명하고자 하였는데, 부정정서뿐만 아니라 긍정정서의 단기적 유도효과를 함께 검증하였다. 먼저 신경증 수준이 높은 고신경증집단과 낮은 저신경증집단을 선발하고서, 이 참가자들이 Eriksen 수반 자극과제를 수행하는 도중 일어난 오반응 및 정반응과 관련된 ERN/CRN 및 Pe/Pc를 측정하였다. Wiswede 등(2009a)의 정서 유도절차에 따라 수반자극과제의 각 시행마다 수반 자극과 표적자극이 제시되기 직전 긍정적, 중립적, 부정적 IAPS 사진 가운데 하나를 제시하여 일시적으로 특정 정서를 유도하였는데, 이렇게 유도된 정서가 오류처리 관련 ERP 성분에 미치는 영향이 신경증 수준에 따라 어떻게 달라지는지 조사하였다.

본 연구는 신경증의 주요 특징이 부정적 정서와 이에 대한 높은 민감성이므로, 단기적으로 유도된 정서가 부정정서인 경우 오류처리에 미치는 영향은 저수준 신경증 성향보다 고수준 신경증 성향에서 더 크게 나타날 것으로 예상하였다.

구체적으로, 중립정서에 비해 부정정서에 의한 ERN 진폭 고양이 고신경증집단에서는 일어나지만 저신경증집단에서는 일어나지 않거나, 고신경증집단에서 저신경증집단보다 더 크게 일어날 것으로 예상하였다. 한편, 부정정서와 달리 긍정정서가 유도된 경우에는 신경증 수준의 효과가 관찰되지 않을 것으로 예상하였다. 그밖에, ERN에 비해 오류처리의 후기단계를 반영하는 Pe의 경우 유도된 정서의 영향을 예상하기 어려운데, 오류처리 초기단계를 반영하는 ERN과 어떤 차이와 공통점을 보이는지 탐색하고자 하였다.

방 법

참가자

전남대학교에 재학 중인 남녀 학생 952명(남 365명, 여 587명; 평균연령 약 23세)이 신경증을 측정하는 26개 문항 (Eysenck(1970) 한국어판) 및 여러 성격특성들을 측정하는 문항으로 구성된 온라인 설문조사에 참여하였다. 온라인 성격검사 가운데 신경증척도 점수를 바탕으로 상위 20%(고신경증집단)와 하위 20%(저신경증집단)에 해당되는 응답자들을 선정하여 EEG실험에 참가할 것을 권하였다. 실험참가자는 모두 두부 외상이나 신경정신과적 질병의 병력이 없다고 주장한 오른손잡이로서, 연구윤리에 대한 설명을 듣고 참가동의서에 서명하였고 실험 후 소정의 실험참가비를 지급 받았다. 본 연구는 생명윤리심의위원회의 승인(IRB No. 1040198-170628-HR-050-02)을 받고 진행되었다.

71명 EEG실험 참가자들 가운데 EEG 측정 도중 실험이 중단된 참가자 2명, 측정된 데이터에서 잡음이 많아 파형이 제대로 측정되지 않은 참가자 4명, ERP 분석에 포함된 최종 오반응 시행 수가 어느 한 통계적 분석단위에서라도 8개 미만인 참가자 4명 [Olvet & Hajcak(2009)과 Xiao 등(2011)을 참고], 그리고 오류율의 극단치 [$M \pm (2 \times SD)$ 보다 작거나 큰 오류율]를 보인 참가자 5명, 도합 15명을 제외하고 최종적으로 저신경증과 고신경증 각각 28명, 도합 56명의 ERP 데이터를 분석하였다.

ERP 데이터 분석에 최종적으로 포함된 참가자의 인구통계학적 특성을 분석한 결과를 Table 1에 제시하였다. 56명의 평균 연령은 약 23세(± 2.48)였고, 여성이 35명, 남성이 21명이었다. 성별 또는 연령과 신경증집단 간 관련성을 검증하기 위해 카이제곱 분석을 실시하였다. 그 결과, 성별과 신경증집단, 그리고 연령과 신경증집단이 서로 독립적인 것으로 나타났다($p>.05$). 신경증척도 점수에서 신경증집단 간 차이는 통계적으로 유의미하였다[고신경증 vs. 저신경증,

Table 1. Demographic characteristics of all groups

	High Neuroticism	Low Neuroticism
<i>n</i>	28	28
Age (years)	22.7 (2.2)	23.7 (2.7)
Gender (male : female)	8 : 20	13 : 15
K-EPQ Neuroticism	16.3 (3.6)	5.9 (2.6)

* K-EPQ, Korean version Eysenck Personality Questionnaire

* Mean (Standard deviation)

$t(54)=-12.53, p<.001$].

한국판 아이젠크(Eysenck) 성격검사

신경증 수준을 측정하는 검사로서, Lee(1997)가 우리나라 표본을 대상으로 표준화한 한국판 아이젠크 성격검사(Eysenck Personality Questionnaire, EPQ)를 사용하였다. 3부로 구성된 이 검사의 제1부 설문지에서 신경증적 경향성을 측정하는 신경증 하위척도 26개 문항을 본 연구에서 사용하였다. 응답자는 각 문항에 대해 자신에게 해당되는지 여부에 따라 “예” 아니면 “아니오”라고 답하였다.

실험자극과 과제

정서자극으로서 IAPS사진을 사용하였는데, 이는 사람, 얼굴, 동물, 사물 등 다양한 범주에 속하며 미국인의 정서가와 각 성수준 평정치가 보고되었다(Lang, Bradley & Cuthbert, 2005). 본 연구는 Park & Park(2009)에서 보고된 한국인의 IAPS 정서평정조사 결과의 정서가와 각성수준 평정치를 기준으로 긍정, 중립, 부정 각각 10개씩 총 30개의 사진을 추출하였다. 추출된 IAPS 사진의 정서가 전체 평균은 5.03, 각 성수준 전체 평균은 5.83이었다. 긍정/중립/부정 사진 별로 정서가와 각성수준 평균은 각각 다음과 같았다(괄호 안은 각 성수준): 긍정사진 7.00(6.22), 중립사진 5.08(4.79), 부정사진 3.03(6.50). 각성수준을 종속변인으로 삼아 3개 사진집단을 일원변량 분석한 결과 사진집단의 주효과가 유의미하였다 [$F(2, 27)=398.38, p<.001$]. 개별비교를 위해 t 검증을 수행한 결과, 긍정사진과 부정사진은 각각 중립사진보다 각성수준이 높았으며[긍정사진 vs. 중립사진, $t(18)=5.04, p<.001$; 부정사진 vs. 중립사진, $t(18)=7.01, p<.001$], 긍정사진과 부정사진의 각성수준 차이는 유의미하지 않았다 [$t(18)=-1.17, ns$]. 결국, 각성수준에 있어 긍정사진과 부정사진은 차이가 없었고 둘 다 중립사진보다 각성수준이 더 높았다.

수행과제로서 Eriksen & Eriksen(1974)이 제안한 수반자

극과제(Eriksen flanker task)를 사용하였다. 이 과제는 모니터 중앙에 표적자극 한 개 그리고 그 좌우에 수반자극을 한 개 이상 동시에 제시하고 표적자극에 대해 변별반응을 요구하면서 종속변인으로 반응시간과 오류율을 측정하는데, 표적자극과 수반자극이 동일한 일치조건과 두 자극이 상이한 불일치조건으로 구성된다. 통상 일치조건보다 불일치조건에서 강한 반응 갈등이 유발되며 오반응이 증가한다(Eriksen & Eriksen, 1974). 수반자극과제는 불일치조건에서 발생하는 오반응의 비율을 일정 범위 이내로 비교적 쉽게 통제할 수 있으므로 오류처리 연구에서 많이 사용되었는데, 오류처리 연구에서 오류율은 통상 10~20% 정도로 조정된다(Grützmann, Endrass, Klawohn, & Kathmann, 2014). 본 연구에서 표적자극과 수반자극으로 사용한 자극은 꺾쇠(〈 또는 >) 형태로서, 표적자극을 모니터 중앙에, 그리고 표적자극의 좌측 및 우측에 각각 세 개의 수반자극을 동시에 제시하였는데, 일치조건의 경우 ‘>>>>>>’ 또는 ‘<<<<<<<’, 불일치조건의 경우 ‘<<<〈<<<’ 또는 ‘>>>〉>>>’이었다. E-prime version 2.0(Psychology software tools, Inc) 프로그램을 이용하여 진회색 배경화면에 백색의 표적자극과 수반자극을 19인치 LCD 모니터 중앙에 제시하였다. 모니터와 실험참가자의 거리는 1m였고, IAPS 사진자극의 크기는 시각 3.0° × 2.4°, 표적자극과 수반자극의 크기는 시각 2.5° × 0.3°이었다.

실험절차

수반자극과제의 각 시행마다 먼저 백색 응시점(1)(- -)을 모니터 정중앙 위치에 500ms 동안, IAPS 사진자극(공정/중립/부정 자극 가운데 하나)을 100ms 동안, 다시 응시점(2)를 1000ms 동안, 표적자극을 제외한 수반자극을 100ms 동안, 표적자극(응시점 위치에 제시)과 수반자극을 함께 50ms 동안, 반응이 허용되는 시간만큼 빈 화면을 250~750ms 동안 (RT deadline; 오류율을 일정 범위로 유지하기 위해 참가자 별로 반응 허용시간을 다르게 함), 다시 빈 화면(1)을 1000ms 동안, 표적자극 탐지반응의 정확성에 대한 피드백(맞았습니다/틀렸습니다/늦었습니다 가운데 한 단어를 제시함)을 1000ms 동안, 마지막 빈 화면(2)을 1000~1900ms (300ms 단위로 jittering함) 동안 제시하였다(Figure 1을 참고). 표적자극 꺾쇠의 방향에 따라 ‘<’자극에 대해서는 버튼박스의 왼쪽 버튼을, ‘>’자극에는 버튼박스의 오른쪽 버튼을 누르도록 지시하였는데, 반응의 정확성과 속도를 함께 요구하였다. 반응 허용시간 이내에 반응하도록 요구하였고, 허용시간 이후의 반응 또는 무반응은 모두 오반응으로 간주하였

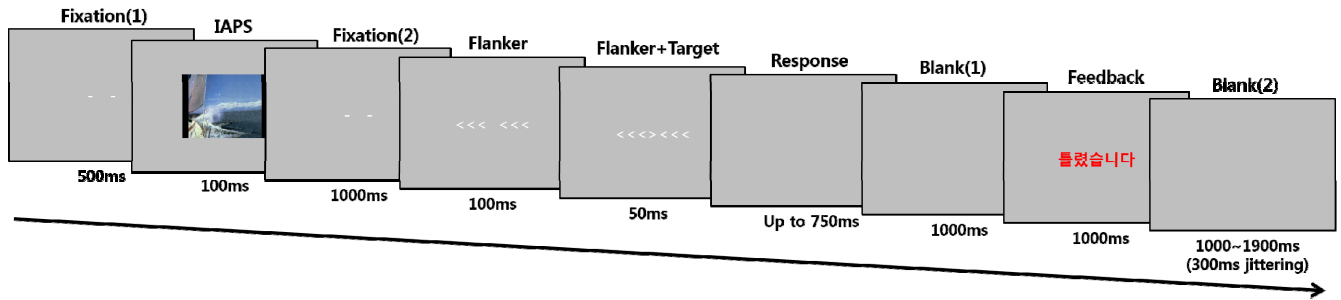


Figure 1. Example procedure of stimulus presentation (for details, see main text)

다. 모든 자극의 제시와 반응의 기록은 E-prime 프로그램을 통해 수행하였다.

본 실험에 앞서 3~5개 연습세션을 실시하였는데, 각 연습 세션은 일치조건과 불일치조건 각각 12 시행, 총 24 시행으로 구성되었고 두 조건의 시행들은 섞여서 무선적으로 제시되었다. 정서자극으로 본 실험에서 사용하지 않은 IAPS 사진을 제시하였는데, 6개 독립적 IAPS 사진을 각각 4회씩 반복 사용하였다. 참가자별로 오류율이 10~20% 범위 안에 들도록 허용시간(RT deadline)을 연습세션 진행에 따라 단계적으로 조정하였다[Grützmann et al.(2014)과 Park & Yang(2019)을 참고]. 구체적으로, 첫 번째 연습세션에서는 반응 허용시간을 500ms로 하고서 실험참가자의 오류율을 조사하여 오류율이 25% 이상이거나 5% 이하인 경우에는 다음 연습세션의 반응 허용시간을 각각 100ms씩 증가시키거나 감소시켰고, 오류율이 20~25%이거나 10~5%인 경우에는 다음 연습세션의 반응 허용시간을 각각 50ms씩 증가시키거나 감소시켰다. 이러한 방식으로 연습세션을 최대 5회까지 진행시켜서 참가자별 오류율이 10~20%가 되도록 반응허용시간을 조절하였고, 이렇게 설정된 최종 반응 허용시간을 본 세션의 반응 허용시간으로 사용하였다. 세션 사이마다 1~2분 동안 휴식시간을 두었으며 연습세션들이 종료된 후 1~2분 휴식시간을 가진 다음 5개 본실험세션을 실시하였다. 각 본실험세션은 총 120 시행으로서 일치조건과 불일치조건 각각 60 시행이 섞여서 무선적으로 제시되었는데, 3개 유도정서(긍정/중립/부정) × 2(일치/불일치조건) × 20 시행 = 120 시행이었다. 정서 유도를 위해 사용된 IAPS 사진은 3개 정서가(긍정, 중립, 부정)별로 10개였고 각 사진이 세션마다 4회 반복 제시되었는데, 세션 내에서 동일한 사진이 연이어 제시되지 않도록 통제하였다. 결국 본실험은 3개 유도정서 × 40 시행 × 5개 세션 = 600시행으로서, 각 유도정서는 200 시행으로 구성되었다.

사건관련전위 측정

10-20 국제체계 배열(Jasper, 1958)에 따른 27개 위치(Fp1, Fp2, Fz, F3, F4, F7, F8, FC1, FC2, FC5, FC6, Cz, C3, C4, T7, T8, CP1, CP2, CP5, CP6, Pz, P3, P4, P7, P8, O1, O2) 그리고 안구운동 측정을 위한 HEOG 및 VEOG 2개 위치에서 BrainAmp(BrainProducts)를 사용하여 EEG를 측정하였다. 표집율은 250Hz였으며, 5k 이하로 피부저항(skin impedance) 값을 유지했다. High-pass filter와 Low-pass filter는 각각 0.01Hz와 30Hz였고, EEG 분석은 BrainAnalyzer 2.1(BrainProducts)를 사용하여 수행하였다. 참조전극은 측정 당시 FCz와 AFz의 중간 위치였는데, 오프라인 상에서 HEOG와 VEOG를 제외하고 측정한 전체 전극의 평균값을 참조전극 값으로 삼았다. 눈 깜빡임과 눈 움직임의 영향을 Gratton, Coles & Donchin(1983)방식으로 교정하고, ERN/CRN과 Pe/Pc는 참가자가 반응 버튼을 누르는 반응이 개시되기 전 100ms에서 반응 개시 후 500ms까지 설정한 분석구간 단위(epoch)에서 그리고 IAPS는 자극 제시 전 100ms에서 자극 제시 후 700ms까지 설정한 분석구간 단위(epoch)에서 전압이 100 μV 이상이거나 -100 μV 미만인 시행, 그리고 최대 전압과 최소 전압의 차이가 100 μV가 넘는 시행은 분석에서 제외하였다. 반응 개시 및 자극 제시 전 100ms 동안의 평균진폭을 기저선으로 삼아 ERP 데이터를 영점 교정하였다. 최종 ERP 분석에 포함된 오반응 시행 수는 실험참가자당 유도된 정서조건별로 평균 약 30~40개(약 15~20% 오류율)였다.

ERP 분석

ERN과 Pe는 각각 두피상 중앙영역에서 주로 관찰되는데, 두피상 정중선에 위치한 전극위치들(Fz, FCz, Cz, Pz)에서 가장 뚜렷하게 관찰된다(Dehaene, Posner, & Tucker, 1994; Herrmann et al, 2004; Hoffmann & Falkenstein, 2010). 가장 큰 정점진폭이 관찰되는 전극은 ERN의 경우 FCz나 Cz이고, Pe의 경우 Cz나 Pz이다(예, Falkenstein et al.,

2000; Luu et al., 2000; Olvet & Hajcak, 2008). 오류처리 연구들은 통상 ERN이나 Pe 성분의 파형이 가장 뚜렷하고 큰 정점진폭을 보인 전극을 분석 대상으로 삼는다.

본 연구의 참가자들 전체의 grand average ERP 데이터를 검토한 결과, 공통적으로 Cz 전극위치에서 가장 뚜렷하고 큰 진폭의 ERN과 Pe 파형이 관찰되었다. 따라서 본 연구는 Cz 전극을 관심전극으로 삼고 ERN/CRN과 Pe/Pc의 정점 진폭과 잠재기를 각 실험참가자별로 다음과 같이 구하였다. 반응 개시 후 0~100ms 시간창에서 가장 부적인 진폭과 그 잠재기를 ERN/CRN의 정점 진폭과 잠재기로 삼았으며, 반응 개시 후 50~250ms 시간창에서 가장 정적인 진폭과 그 잠재기를 Pe/Pc의 정점 진폭과 잠재기로 삼았다. 모든 ERP파형 그림과 통계값은 0.05~30Hz band-pass를 제외하고는 filtering하지 않은 자료에 근거하였다.

정서 유도를 위해 사용된 IAPS 사진자극의 정서가 효과를 확인하기 위해, IAPS 사진자극과 관련된 ERP 파형에서 정서 처리를 반영하는 ERP성분으로 알려진 LPP(Late positive potential)를 분석하였다(Schupp, Fleisch, Stockburger & Junghöfer, 2006; Schupp, Stockburger, Weike & Hamm, 2003; Schupp, Stockburger, Weike & Hamm, 2004). LPP는 주로 중심-두정영역에서 관찰되는 정적 파형으로서, 중립 자극에 비해 정서적 자극이 더 큰 진폭을 보인다(Schupp et al, 2004). 본 연구에서는 C3, Cz, 그리고 C4 전극에서 약 400~550ms 시간창의 평균진폭을 구하여 LPP 평균진폭으로 삼았다(Park & Park(2013)을 참고).

오류처리를 반영하는 오반응 관련 ERP 성분들(ERN/CRN과 Pe/Pc)의 정점진폭과 정점잠재기를 종속변인으로 삼아 신경증(고/저) × 유도정서(긍정/중립/부정) × 반응(정반응/오반응) 반복측정 변량분석을, 유도정서 효과를 반영하는 IAPS 관련 ERP 성분(LPP)의 평균진폭을 종속변인으로 삼아 신경

증(고/저) × 유도정서(긍정/중립/부정) 반복측정 변량분석을 SPSS 23.0를 사용하여 실시하였다. 신경증은 피험자간 변인, 유도정서와 반응은 피험자내 변인이었으며, Greenhouse-Geisser 교정값을 사용하였고, 효과크기로서 부분 에타제곱(η^2)을 보고하였다. 상호작용이 통계적으로 유의미한 경우 단순변량분석을 실시하였고, 개별비교를 위해 Tukey의 HSD 검증을 실시하였다.

결 과

행동 결과

정반응과 오반응 각각에서 신경증집단과 유도정서별로 평균 반응시간, 그리고 신경증집단별로 오류율을 Table 2에 기술하였다. 반응시간을 종속변인으로 삼아 신경증 × 유도정서 × 반응의 3원 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 반응 주효과가 통계적으로 유의미하였는데, $F(1, 54)=881.54, p<.001, \eta^2=.94$, 정반응보다 오반응의 반응속도가 더 빨랐다. 그밖에 신경증 및 유도정서와 관련된 모든 효과가 유의미하지 않았다[신경증, $F(1, 54)=1.89, ns$; 유도정서, $F(2, 108)=2.53, ns$; 신경증 × 유도정서, $F(2, 108)=1.04, ns$; 신경증 × 반응, $F(1, 54)=.04, ns$; 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=1.39, ns$; 신경증 × 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=2.05, ns$]. 오류율의 경우 신경증집단 간 차이는 유의미하지 않았는데 [$F(1, 54)=.02, ns$], 이는 참가자마다 실험과제 수행 도중 오류율을 일정 범위 이내로 조정하는 절차를 적용하였기 때문에 당연한 결과라 할 수 있다.

ERN과 Pe 결과

ERN과 Pe의 정점 평균진폭 지형도와 파형. 신경증집단별, 유도정서별, 반응별로 Cz 전극에서 구한 ERN/CRN과

Table 2. Mean response times and error rates on the flanker task

		High Neuroticism (<i>n</i> =28)	Low Neuroticism (<i>n</i> =28)
Response time (ms)	Affect		
	Positive	283 (7.0)	271 (4.9)
	Neutral	282 (7.2)	269 (5.2)
Correct response	Negative	281 (6.8)	269 (5.3)
	Positive	208 (8.0)	198 (5.4)
	Neutral	209 (7.8)	202 (5.1)
Error response	Negative	209 (8.0)	193 (5.8)
	total	17.2 (.9)	17.0 (1.0)

* () Standard error

Table 3. Peak amplitudes(μV) and latencies(ms) of ERN, CRN, Pe, Pc components at Cz

			High Neuroticism ($n=28$)	Low Neuroticism ($n=28$)
Amplitude	ERN	Positive	-1.87 (.23)	-1.17 (.17)
		Neutral	-1.70 (.25)	-1.32 (.17)
		Negative	-2.38 (.33)	-1.22 (.15)
	CRN	Positive	-.90 (.21)	-.65 (.13)
		Neutral	-.85 (.20)	-.66 (.14)
		Negative	-.81 (.20)	-.61 (.13)
	Pe	Positive	2.89 (.43)	2.50 (.24)
		Neutral	3.03 (.37)	2.39 (.24)
		Negative	3.04 (.48)	2.42 (.25)
	Pc	Positive	.88 (.25)	.59 (.17)
		Neutral	.87 (.24)	.65 (.16)
		Negative	.83 (.23)	.73 (.17)
Latency	ERN	Positive	32 (3.41)	40 (4.96)
		Neutral	41 (4.72)	46 (4.43)
		Negative	35 (3.65)	46 (4.32)
	CRN	Positive	38 (4.55)	50 (5.49)
		Neutral	38 (5.45)	48 (5.34)
		Negative	46 (6.42)	43 (5.19)
	Pe	Positive	150 (6.92)	155 (7.01)
		Neutral	161 (7.43)	161 (8.12)
		Negative	151 (7.67)	166 (8.76)
	Pc	Positive	152 (5.54)	136 (9.35)
		Neutral	162 (6.06)	128 (7.96)
		Negative	159 (7.11)	125 (9.62)

* Mean (Standard error)

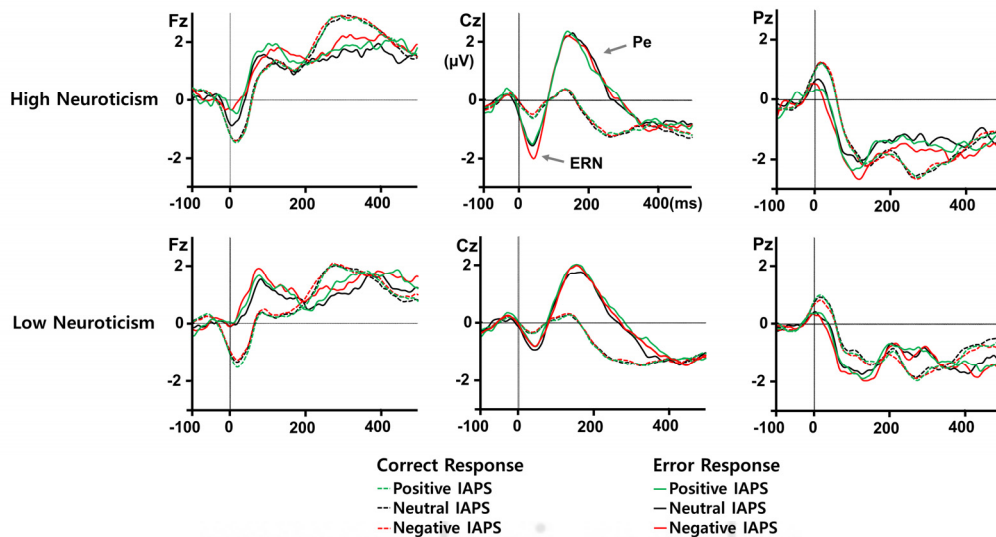


Figure 2. Grand averaged ERPs for correct and error responses at Fz, Cz, and Pz in all groups

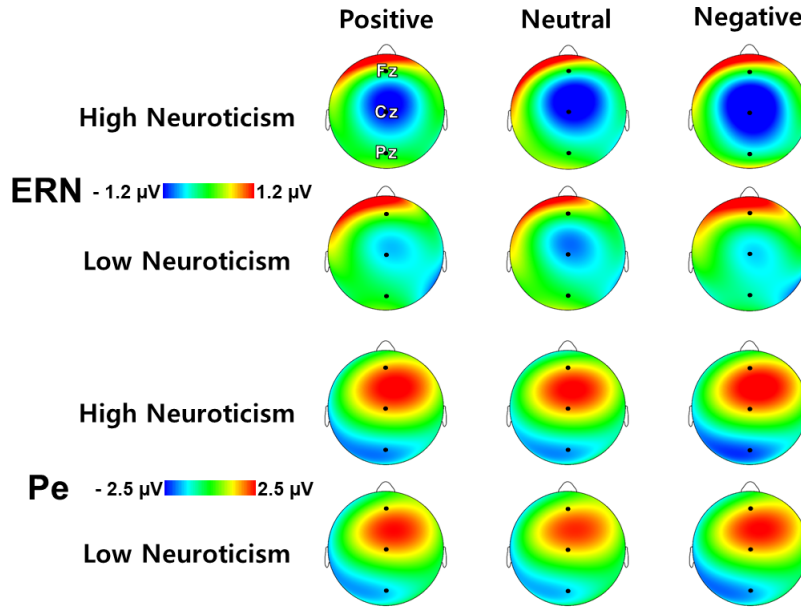


Figure 3. Topographical distributions of the ERN averaged amplitude(20-60ms) and Pe averaged amplitude(100-200ms)

Pe/Pc 성분의 정점진폭과 잠재기의 평균과 표준오차를 Table 3에 제시하였다. 그리고 정중선 전극들(Fz, Cz, Pz)에서 구한 오반응 및 정반응 관련 ERP 파형을 신경증집단별로 Figure 2에 제시하였다. 이 파형들에서 ERN/CRN과 Pe/Pc 성분을 확인할 수 있는데, Cz 전극위치에서 ERN과 Pe 성분이 가장 뚜렷하게 관찰되었다. ERN과 Pe의 정점 평균진폭 지형도를 Figure 3에 제시하였는데, ERN과 Pe 정점 평균진폭이 가장 크게 관찰된 두피 위치가 Cz를 중심으로 한 영역이라는 것을 확인할 수 있고, 이는 앞서 ERN과 Pe 파형에서 확인한 결과와 일치한다.

IAPS 관련 LPP 평균진폭 분석 결과. 정서가별로 C3, Cz, 그리고 C4 전극을 합친 평균진폭을 종속변인으로 삼아 신경증(고/저) × 정서가(긍정/중립/부정)의 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 신경증 주효과가 통계적으로 유의미하지 않았고 [$F(1, 54)=.55, ns$], 정서의 주효과는 유의미하였으며 [$F(2, 108)=16.09, p<.001, \eta^2=.23$], 신경증 × 정서가 상호작용효과는 유의미하지 않았다 [$F(2, 108)=.75, ns$]. 정서가 주효과가 유의미하였으므로 세 정서가들 간 차이를 알아보기 위해 Tukey의 HSD 검증을 수행한 결과, 중립자극과 정서자극 간 차이가 유의미하였고(긍정 vs. 중립, $HSD=2.64, p<.001$; 중립 vs. 부정, $HSD=2.12, p<.05$), 긍정정서와 부정정서 간 차이는 유의미하지 않았다(긍정 vs. 부정, $HSD=.91, ns$). 요약하면, LPP 평균진폭에서 IAPS 사진자극의 정서가 효과가 유의미하였고 신경증 수준과 관련된 효과는 모두 유

ERPs locked to IAPS onset

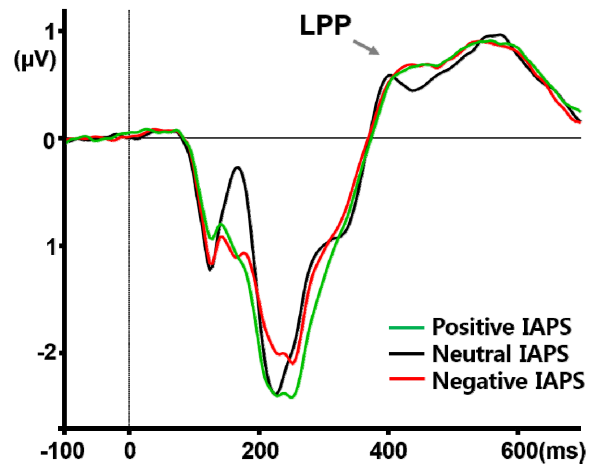


Figure 4. Grand averaged ERPs of the IAPS stimuli

의미하지 않았다(Figure 4를 참고).

ERN과 CRN 정점진폭 및 정점잠재기 분석 결과. 오반응(ERN)과 정반응(CRN)의 정점진폭을 종속변인으로 삼아 신경증(고/저) × 유도정서(긍정/중립/부정) × 반응(정반응/오반응)의 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 신경증 주효과가 통계적으로 유의미하였는데 [$F(1, 54)=6.61, p<.05, \eta^2=.11$], 고신경증집단이 저신경증집단보다 더 큰 진폭을 보였다. 반응의 주효과 역시 유의미하였는데 [$F(1, 54)=22.64, p<.001, \eta^2=.30$], 오반응이 정반응보다 더 큰 진폭을 보였다. 유도정서 주효과 [$F(2, 108)=1.93, ns$]는 유의미하지 않았

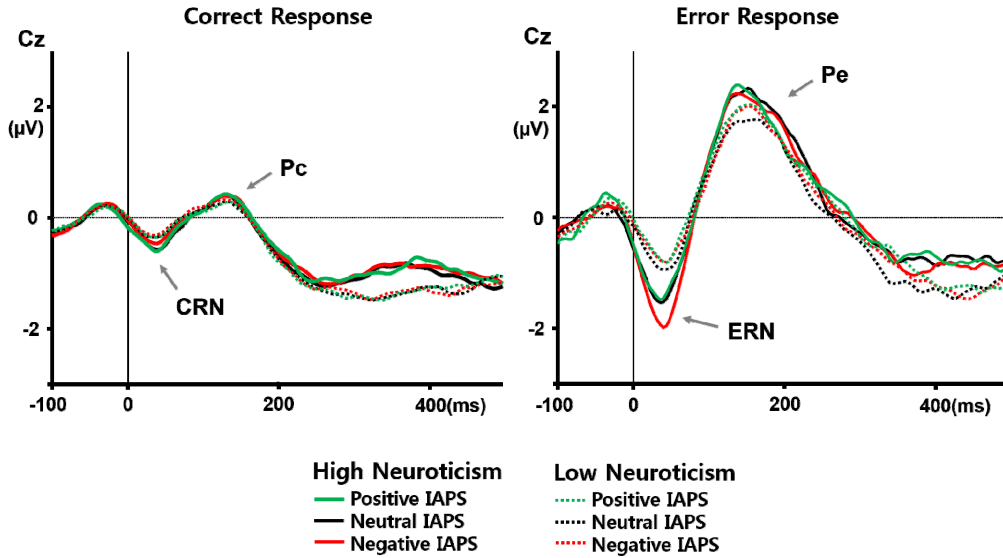


Figure 5. Grand averaged ERPs for correct and error responses at Cz

지만, 신경증 × 유도정서 상호작용효과 [$F(2, 108)=3.93, p<.05, \eta^2=.07$], 유도정서 × 반응 상호작용효과 [$F(2, 108)=3.88, p<.05, \eta^2=.07$]와 신경증 × 유도정서 × 반응 상호작용효과 [$F(2, 108)=4.08, p<.05, \eta^2=.07$]가 유의미하였고 신경증 × 반응 상호작용효과 [$F(1, 54)=2.14, ns$]는 유의미하지 않았다(Figure 2의 Cz전극과 Figure 5를 참고).

유도정서와 신경증이 반응과 유의미한 3원 상호작용을 보였기 때문에 반응별로 신경증 × 유도정서 변량분석을 수행하였다(Figure 5를 참고). 그 결과 정반응(CRN)의 경우, 신경증 단순주효과 [$F(1, 54)=.83, ns$], 유도정서 단순주효과 [$F(2, 108)=.89, ns$], 그리고 신경증 × 유도정서 단순상호작용효과 [$F(2, 108)=.22, ns$] 모두 유의미하지 않았다. 반면 오반응(ERN)의 경우, 신경증 단순주효과 [$F(1, 54)=6.96, p<.05, \eta^2=.11$]와 신경증 × 유도정서 단순상호작용효과 [$F(2, 108)=4.45, p<.05, \eta^2=.08$]가 유의미하였고, 유도정서

단순주효과 [$F(2, 108)=3.14, ns$]는 유의미하지 않았다. 오반응에서 유도정서와 신경증의 상호작용효과가 유의미하였으므로, 오반응에서 신경증 수준별로 유도정서(긍정/중립/부정)의 효과를 분석하였다. 그 결과, 저신경증집단에서는 유도정서 단순주효과가 유의미하지 않았지만 [$F(2, 54)=.41, ns$], 고신경증집단에서는 유도정서의 단순주효과가 유의미하였다 [$F(2, 54)=5.78, p<.01, \eta^2=.18$]. 고신경증집단에서 세 유도정서들 간 차이를 알아보기 위해 Tukey의 HSD 검증을 수행한 결과, 부정정서($-2.38\mu V$)가 중립정서($-1.70\mu V$)보다 유의미하게 더 큰 진폭을 보였으며(HSD=4.79 $p<.001$), 그 밖의 비교들은 모두 유의미하지 않았다(긍정 vs. 중립, HSD=1.16, ns , 긍정 vs. 부정, HSD=-2.79, ns)(Figure 6을 참고).

오반응(ERN)과 정반응(CRN)의 정점잠재기를 종속변인으로 삼아, 신경증 × 유도정서 × 반응의 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 모든 주효과와 상호작용효과가 유의미하지

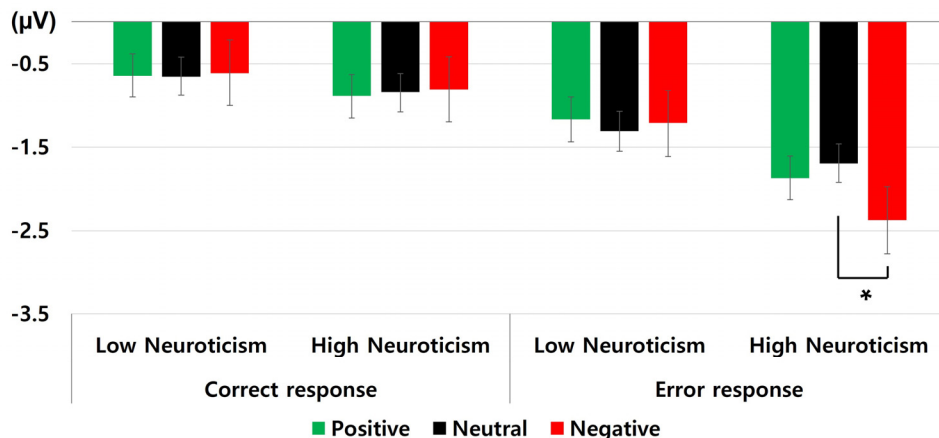


Figure 6. Bar graph depicting peak amplitude (μV) of ERN and CRN at Cz. Error bars represent standard error of the mean.

않았다(신경증, $F(1, 54)=2.11$, *ns*; 유도정서, $F(2, 108)=1.13$, *ns*; 반응, $F(1, 54)=1.64$, *ns*; 신경증 × 유도정서, $F(2, 108)=.82$, *ns*; 신경증 × 반응, $F(1, 54)=.02$, *ns*; 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=1.36$, *ns*; 신경증 × 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=2.46$, *ns*].

요약하면, 단기적으로 유도된 정서는 오반응과 관련된 ERN 진폭에 대해 신경증 수준에 따라 상이한 영향을 미쳤다. 고신경증집단의 경우 유도된 중립정서에 비해 유도된 부정정서에서 더 큰 ERN 진폭이 관찰되었지만, 저신경증집단의 경우에는 유도정서의 효과가 관찰되지 않았다. 그리고 긍정정서의 효과(중립정서 또는 부정정서와의 차이)는 두 집단 모두에서 관찰되지 않았다.

Pe와 Pc 진폭분석 및 정점잠재기 분석 결과. 오반응(Pe)과 정반응(Pc)의 정점진폭을 종속변인으로 삼아 신경증 × 유도정서 × 반응의 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 반응의 주효과가 유의미하였는데($F(1, 54)=84.56$, $p<.001$, $\eta^2=.61$), 오반응($2.71\mu V$)이 정반응($.76\mu V$)보다 더 큰(정적인) 진폭을 보였다. 그 밖의 신경증과 유도정서의 주효과 그리고 모든 상호작용효과들이 유의미하지 않았다(신경증, $F(1, 54)=1.30$, *ns*; 유도정서, $F(2, 108)=.20$, *ns*; 신경증 × 유도정서, $F(2, 108)=.29$, *ns*; 신경증 × 반응, $F(1, 54)=.68$, *ns*; 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=.01$, *ns*; 신경증 × 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=1.65$, *ns*].

오반응(Pe)과 정반응(Pc)의 정점잠재기를 종속변인으로 삼아 신경증 × 유도정서 × 반응의 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 반응 주효과가 유의미하였는데($F(1, 54)=22.37$, $p<.001$, $\eta^2=.29$), 오반응(158ms)이 정반응(128ms)보다 정점잠재기가 더 길었다. 그 밖의 신경증과 유도정서의 주효과 그리고 모든 상호작용효과들이 유의미하지 않았다(신경증, $F(1, 54)=.10$, *ns*; 유도정서, $F(2, 108)=.11$, *ns*; 신경증 × 유도정서, $F(2, 108)=.42$, *ns*; 신경증 × 반응, $F(1, 54)=.15$, *ns*; 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=.98$, *ns*; 신경증 × 유도정서 × 반응, $F(2, 108)=1.41$, *ns*]. 요약하면, Pe/Pc 정점진폭과 정점잠재기에서 정반응보다 오반응이 더 큰 정점진폭과 더 긴 정점잠재기를 보였으며, 신경증 및 유도정서와 관련된 효과는 모두 유의미하지 않았다.

논 의

본 연구는 긍정정서 또는 부정정서가 단기적으로 유도되었을 때 중립정서에 비해 오반응과 관련된 ERN 진폭이 더 커지

는지, 그리고 이러한 단기 유도 정서의 오류처리 조절효과가 신경증 수준에 따라 달라지는지를 조사하였다. 이를 위해 온라인으로 실시된 성격검사의 신경증 척도 점수를 바탕으로 상하위 각각 20%에 해당하는 고신경증집단과 저신경증집단을 선발하였다. 이들이 Eriksen 수반자극과제 수행 도중 보인 오류반응과 관련된 ERN과 Pe를 조사하였는데, ERN은 오류 모니터링 과정을 반영하고, Pe는 오류의 의식적 자각 또는 정서적 평가를 반영하는 ERP 성분으로 간주된다. 단기적 정서를 유도하기 위해 수반자극과제의 매 시행마다 수반자극이 제시되기 직전 정서적(긍정/중립/부정) IAPS 사진을 제시하였다.

IAPS 사진자극에 대한 LPP 평균진폭 분석 결과, LPP 평균진폭에서 정서가 효과가 관찰되었는데, 특히 정서자극은 중립자극보다 더 큰 진폭을 보였고 정서자극 간 차이는 나타나지 않았다. 즉, IAPS 사진자극을 제시하는 절차가 단기적 정서를 유도하는데 비교적 효과적이었다고 볼 수 있다.

행동 수행을 분석한 결과, 두 신경증집단 모두에서 오반응이 정반응보다 반응 시간이 더 짧았는데, 이는 신경증 수준에 관계없이 성급한 반응으로 인해 오류가 발생했을 가능성이 크다는 것을 시사한다. 그 밖의 신경증 및 유도정서와 관련된 효과들은 모두 관찰되지 않았다.

ERN/CRN 정점진폭 분석 결과, 오반응이 정반응보다 더 큰(부적인) 진폭을 보였고 고신경증집단이 저신경증집단보다 더 큰 진폭을 보였으며 신경증 × 유도정서 × 반응 상호작용효과가 유의미하였다. 오반응과 관련된 ERN 정점진폭 분석 결과, 고신경증집단이 저신경증집단보다 더 큰 진폭을 보였다. 유도정서 효과는 신경증 수준에 따라 상이하였는데, 고신경증집단의 경우 유도된 부정정서가 유도된 중립정서에 비해 더 큰 ERN 진폭을 일으켰지만, 저신경증집단의 경우에는 유도정서 효과가 관찰되지 않았다. 한편 유도된 긍정정서의 효과는 두 집단 모두에서 관찰되지 않았다. 정반응과 관련된 CRN 정점진폭 분석 결과, 유도정서와 신경증의 효과가 모두 관찰되지 않았다. ERN/CRN의 정점잠재기 분석 결과, 모든 효과가 유의미하지 않았다. Pe/Pc 정점진폭과 정점잠재기 분석 결과, 오반응과 관련된 Pe가 정반응과 관련된 Pc보다 더 큰 진폭과 더 긴 정점잠재기를 보였으며, 신경증이나 유도정서와 관련된 효과는 모두 유의미하지 않았다.

본 연구에서 고신경증집단이 저신경증집단보다 더 큰 ERN 진폭을 보였는데, 이러한 오류처리의 신경증효과는 저신경증집단보다 고신경증집단에서 더 큰 ERN진폭을 실험 초반 시행들에서 관찰한 Luu 등(2000)의 결과와 나란한 것으로서, 특히 본 연구에서는 실험의 전반적 시행들에서 신경

증 효과가 관찰되었다. 본 연구의 ERN에서 관찰된 신경증 효과는 신경증성향의 부정적 정서 특성이 오류처리의 반응 모니터링 체계나 집행기능과 밀접하게 관련된다는 관점 (Hajcak et al., 2004; Luu et al., 2000)을 지지해주는 결과인데, 과제수행 도중 일어나는 오류와 관련된 불안이나 우울이 신경증성향 사람에서 더 크며 이로 인해 반응모니터링체계가 더 많이 활성화되어 ERN 진폭이 더 크게 나타난 것으로 짐작된다.

특히, 단기적으로 유도된 정서가 오류처리에 미치는 조절 효과가 정서와 신경증 수준에 따라 다르게 나타났는데, 유도된 부정정서에 의한 오류처리 조절효과(ERN 진폭상 부정정서 > 중립정서)가 저신경증집단과 달리 고신경증집단에서만 관찰되었다. 즉, 중립정서에 비해 부정정서가 유도되었을 때 고신경증에서 오류모니터링이 촉진되었지만 저신경증에서는 그렇지 않았는데, 이는 단기적으로 유도된 부정정서가 오류처리에 미치는 영향이 신경증과 관련된 부정적 정서 특성에 의존한다는 것을 시사한다. 신경증 성격특성은 정서적으로 불안정하고 스트레스에 취약한 성향으로서, 신경증 수준이 높을수록 부정적 사건에 대해 고조된 감정적 반응을 보이고(Canli, 2008) 부정적 감정을 더 자주 경험하며(Watson et al., 1994), 정서적으로 불안정하고(Shankman & Klein, 2003) 부정적으로 판단하고 해석하며(Rafienia, Azadfallah, Fathi-Ashtiani & Rasoulzadeh-Tabatabaie, 2007) 부정적 기분이 유도될 때 더 강한 부정정서를 보고한다(Rusting & Larsen, 1997). 이처럼 부정적 정서가 성향적 특징인 고신경증집단은 내재된 부정적 정서가 단기적으로 유도된 부정정서에 의해 더욱 고조되어 오류모니터링체계가 더 활성화됨으로써 유도된 부정정서 효과가 관찰된 것으로 짐작된다. 이러한 추론은 잠정적인 것으로서, 오류처리에 미치는 유도된 부정정서의 효과가 세부적으로 신경증의 어떤 특성에 의해 어떤 방식으로 생성되는지 아직 불명확하며 후속 연구들을 기다려야 할 것이다.

긍정정서의 효과는 두 집단 모두에서 관찰되지 않았는데, 이는 유도된 긍정정서의 효과는 외향성 수준과 관련된 반면 유도된 부정정서의 효과는 신경증 수준과 관련된다고 보고한 Larsen & Ketelaar(1989)의 연구와 나란한 것이라 하겠다.

유도된 단기적 정서가 오류 모니터링에 미치는 효과가 신경증 수준에 의존함을 밝힌 본 연구 결과는 상태 정서와 오류처리의 관계를 다른 연구영역에서 새롭게 밝혀진 것으로서, 유도된 상태 정서가 오류처리에 미치는 효과를 다룰 때 신경증과 같은 성격특성을 고려할 필요가 있다는 것을 시사한다. 또한, 앞서 살펴본 바와 같이 유도된 단기적 정서가

오류처리에 미치는 영향을 다른 여러 연구들이 상충된 결과를 보고하였는데, 그 이유의 하나로서 실험참가자들의 정서 관련 특성을 고려하지 않았던 점을 조심스레 짐작해볼 수 있다.

한편 Pe에서는 신경증과 유도정서와 관련된 효과가 모두 관찰되지 않았다. Pe가 오류처리의 후기단계에서 오류의 의식적 자각이나 정서적 평가를 반영한다는 관점에 따르면, 본 연구 결과는 신경증 수준이나 유도정서가 오류처리 초기에만 영향을 미치고 오류처리 후기에는 영향을 미치지 않는다는 것을 보여준다. 정서 관련 특성이 ERN에 미치는 영향을 다른 연구들은 상충된 결과들을 보고하였는데, NA나 신경증 수준이 높을수록 Pe 진폭이 작다고 보고한 연구들도 있지만(Hajcak et al., 2004; Park & Yang, 2019), 만성적 스트레스 수준이 높을수록 Pe 진폭이 크거나(Wu et al., 2019), 아예 Pe를 다루지 않은 연구들도 있다(Gehring et al., 2000; Hajcak et al., 2003). 또한 유도된 단기적 정서가 ERN에 미치는 영향을 다른 여러 연구들 역시 Pe를 다루지 않았거나(Wiswede et al., 2009a, 2009b) 유도된 정서가 Pe에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다(Clayson et al., 2012). 본 연구에서는 Pe에서 신경증의 효과나 유도된 단기 정서의 효과를 관찰하지 못했는데, 이는 신경증과 같은 부정적 정서 특성이나 단기적으로 유도된 정서가 오류처리 후기에는 영향을 미치지 않는다는 것을 시사한다.

본 연구의 제한점으로 먼저, 신경증 특성의 측정이 단일한 측정척도를 사용하여 이루어졌다는 점을 들 수 있다. 신경증 성격특성을 측정하는 측정도구로서 본 연구에서는 한국판 아이젠크(Eysenck) 성격검사를 사용하였는데, 신경증 성격특성은 정신병리학에서 매우 광범위한 성격특성 가운데 하나로서(Watson et al., 1994), 이를 측정하기 위해 다양한 성격검사들이 사용되어 왔다. 추후 신경증을 측정하는 여러 검사들을 함께 사용하여 그 결과를 종합적으로 평가함으로써, 보다 엄격하게 신경증 수준을 평가하고 참가자들을 선별할 필요가 있을 것이다. 또 다른 제한점으로, 특정 정서를 단기적으로 유도하기 위해 정서적 IAPS 사진자극을 제시하는 방법을 사용했지만 정서 유도가 어느 정도 효과적으로 이루어졌는지 직접 확인할 수 없었다는 점을 들 수 있다. 본 연구와 동일한 정서 유도절차를 사용한 Wiswede 등(2009b)과 Larson 등(2006) 역시 유도된 정서의 효과를 확인하지 않았는데, 이들이 사용한 정서 유도절차의 특성상 유도된 정서효과를 평가하기 어렵다. 이들 연구에서는 매 시행마다 IAPS사진을 제시함으로써 정서를 유도하는 방법을 사용했는데, 이러한 절차에서 유도된 정서의 효과를 평가하기 위해서는 매 시행이

끝날 때마다 참가자로 하여금 정서평정을 하도록 요구해야 한다. 이 경우 전체적으로 정서평정이 수백회 이상 이루어져야 하는데, 이처럼 짧은 시간간격 하에서 이루어지는 빈번한 정서평정은 상호 영향을 미칠 가능성이 크며, 무엇보다 참가자가 본과제(Ericksen 수반자극과제)보다 먼저 제시되는 IAPS사진에만 주의를 기울임으로써 ERN 결과가 왜곡될 위험이 크다. 따라서 단기적 정서를 효과적으로 유도하면서 동시에 정서유도 효과를 확인할 수 있는 절차를 새롭게 강구할 필요가 있을 것이다. 마지막으로, 본 연구에서는 연구 목적상 두 신경증집단의 오류율이 서로 차이가 나지 않게끔 통제하였는데, 이로 인해 신경증 수준과 오류율의 관계를 확인할 수 없었다. 신경증성향은 부정적 정서 특성으로 인해 과제수행 도중 오류를 더 자주 범할 가능성을 내포하고 있는 바, 신경증과 오류율의 관계 규명 또한 흥미로운 연구 관심사라 할 수 있다.

요약하면, 단기적으로 유도된 정서가 오류처리 초기단계의 오류모니터링과 관련된 ERN 진폭에 미치는 영향은 신경증 성격특성의 영향을 받았는데, 저신경증집단과 달리 고신경증집단의 경우 중립 정서에 비해 부정정서가 유도되었을 때 더 큰 ERN 진폭이 관찰되었다. 이는 높은 수준의 부정적 정서(NA)라는 특성을 가진 고신경증집단의 경우 저신경증집단에 비해 일시적으로 유도된 부정정서에 더 민감하다는 것을 시사한다. 한편, 오류처리 후기단계에서 의식적 자각이나 정서적 평가와 관련된 Pe 진폭이나 잠재기에 대해서는 신경증이나 유도된 단기적 정서의 효과가 관찰되지 않았다. 이는 신경증 수준 그리고 일시적으로 유도된 정서가 의식적 자각이나 정서적 평가에는 영향을 미치지 않는다는 것을 시사한다.

References

- Aarts, K., & Pourtois, G. (2010). Anxiety not only increases, but also alters early error-monitoring functions. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience, 10*(4), 479-492.
- Canli, T. (2008). Toward a neurogenetic theory of neuroticism. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1129*(1), 153-174.
- Clark, L. A., & Watson, D. (1991). Tripartite Model of Anxiety and Depression: Psychometric Evidence and Taxonomic Implications. *Journal of Abnormal Psychology, 100*(3), 316-352.
- Clayson, P. E., Clawson, A., & Larson, M. J. (2012). The effects of induced state negative affect on performance monitoring processes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 7*(6), 677-688.
- Dehaene, S., Posner, M. I., & Tucker, D. M. (1994). Localization of a neural system for error detection and compensation. *Psychological Science, 5*(5), 303-305.
- 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.
- Eysenck, H. J. (1970). *The Structure of Human Personality*. London: Methuen.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., & Blanke, L. (1990). Effects of Errors in Choice Reaction tasks on the ERP under Focused and Divided Attention. In C. H. M. Brunia, A. W. K. Gaillard, & A. Kok (Eds.), *Psychophysiological Brain Research* (pp. 192-195). Tilburg, The Netherlands: Tilburg University Press.
- 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*(2-3), 87-107.
- 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. [Abstracts].
- 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*(1), 385-390.
- Gehring, W. J., Himle, J., & Nisenson, L. G. (2000). Action-Monitoring Dysfunction in Obsessive-Compulsive Disorder. *Psychological Science 11*(1), 1-6.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 55*(4), 468-484.
- Grützmann, R., Endrass, T., Klawohn, J., & Kathmann, N. (2014). Response accuracy rating modulates ERN and Pe amplitudes. *Biological Psychology, 96*(1), 1-7.
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2003). Anxiety and error-related brain activity. *Biological Psychology, 64*(1-2), 15-27.

- 64(1-2), 77-90.
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2004). Error-related psychophysiology and negative affect. *Brain and Cognition*, 56(2), 189-197.
- Herrmann, 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.
- Hoffmann, S., & Falkenstein, M. (2010). Independent component analysis of erroneous and correct responses suggests online response control. *Human Brain Mapping*, 31(9), 1305-1315.
- 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.
- Hong, R. Y. (2010). Neuroticism, anxiety sensitivity thoughts, and anxiety symptomatology: Insights from an experience-sampling approach. *Cognitive Therapy and Research*, 34(3), 254-262.
- Jasper, H. H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10(2), 370-375.
- Ladouceur, C. D., Conway, A., & Dahl, R. E. (2010). Attentional control moderates relations between negative affect and neural correlates of action monitoring in adolescence. *Developmental Neuropsychology*, 35(2), 194-211.
- 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.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). *International Affective Picture System (IAPS): Affective Ratings of Pictures and Instruction Manual*. Technical Report A-6, Gainesville, FL: University of Florida.
- Larsen, R. J., & Ketelaar, T. (1989). Extraversion, neuroticism and susceptibility to positive and negative mood induction procedures. *Personality and Individual Differences*, 10(12), 1221-1228.
- Larson, M. J., Perlstein, W. M., Stigge-Kaufman, D., Kelly, K. G., & Dotson, V. M. (2006). Affective context-induced modulation of the error-related negativity. *Neuroreport*, 17(3), 329-333.
- Lee, H. S. (1997). *Korean Version Eysenck Personality Questionnaire*, Seoul: Hakjisa Books Press.
- Luu, P., Collins, P., & Tucker, D. M. (2000). Mood, personality, and self-monitoring: negative affect and emotionality in relation to frontal lobe mechanisms of error monitoring. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 43-60.
- Moeller, S. K., Robinson, M. D. (2010). Sex differences in implicit punishment sensitivity: evidence from two cognitive paradigms. *Personality and Individual Differences*, 48(3), 283-287.
- 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.
- 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). The stability of error-related brain activity with increasing trials. *Psychophysiology*, 46(5), 957-1018.
- Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2012). The error-related negativity relates to sadness following mood induction among individuals with high neuroticism. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(3), 289-295.
- Pailing, P. E., & Segalowitz, S. J. (2004). The Error-Related Negativity as a State and Trait Measure: Motivation, Personality, and ERPs in Response to Error. *Journal of Psychophysiology*, 19(4), 84-95.
- Park, T. J., & Park, S. H. (2009). Emotional Evaluation about IAPS in Korean University Students. *Journal of Cognitive Science*, 20(2), 183-195.
- Park, T. J., & Park, S. H. (2013). The effects of perceptual complexity and valence on IAPS picture processing: an ERP study. *Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 25(3), 249-271.
- Park, T. J., & Yang, Y. E. (2019). The Effects of Self-Oriented Perfectionism and Neuroticism on Error Processing: an ERP study. *Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 31(4), 275-291.
- Rafienia, P., Azadfallah, P., Fathi-Ashtiani, A., & Rasoulzadeh-Tabatabaie, K. (2007). The role of extraversion, neuroticism and positive and negative mood in emotional information

- processing. *Personality and Individual Differences*, 44(2), 392-402.
- Rusting, C. L. & Larsen, R. J. (1997). Extraversion, Neuroticism, and susceptibility to positive and negative affect: a test of two theoretical models. *Personality and Individual Differences*, 22(5), 607-612.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research*, 156, 31-51.
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological Science*, 14(1), 7-13.
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: an ERP analysis. *Psychophysiology*, 41(3), 441-449.
- Shankman, S. A., & Klein, D. N. (2003). The relation between depression and anxiety: an evaluation of the tripartite, approach-withdrawal and valence-arousal models. *Clinical Psychology Review*, 23(4), 605-637.
- Stemmer, B., Segalowitz, S. J., Witzke, W., & Schonle, P. W. (2004). Error detection in patients with lesions to the medial prefrontal cortex: an ERP study. *Neuropsychologia*, 42(1), 118-130.
- Tellegen, A. (1985). Structures of Mood and Personality and Their Relevance to Assessing Anxiety with an Emphasis on Self-Report. In A. H. Tuma & J. D. Maser (Eds.), *Anxiety and the Anxiety Disorders* (pp. 681-706). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- van Veen, V., & Carter, C. S. (2002). The anterior cingulate as a conflict monitor: fMRI and ERP studies. *Physiology and Behavior*, 77(4), 477-482.
- van Wouwe, N. C., Band, G. P. H., & Ridderinkhof, K. R. (2011). Positive affect modulates flexibility and evaluative control. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(3), 524-539.
- Vocat, R., Pourtois, G., Vuilleumier, P. (2008). Unavoidable errors: a spatio-temporal analysis of time-course and neural sources of evoked potentials associated with error processing in a speeded task. *Neuropsychologia*, 46(10), 2545-2555.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales. *The Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063-1070.
- Watson, D., Clark, L. A., & Harkness, A. R. (1994). Structures of personality and their relevance to psychopathology. *Journal of Abnormal Psychology*, 103(1), 18-31.
- Weinberg, A., Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2010). Increased error-related brain activity in generalized anxiety disorder. *Biological Psychology*, 85(3), 472-480.
- Wiswede, D., Münte, T. F., Goschke, T., & Rüsseler, J. (2009a). Modulation of the error-related negativity by induction of short-term negative affect. *Neuropsychologia*, 47(1), 83-90.
- Wiswede, D., Münte, T. F., & Rüsseler, J. (2009b). Negative affect induced by derogatory verbal feedback modulates the neural signature of error detection. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 4(3), 227-237.
- Wu, J., Feng, M., Liu, Y., Fang, H., & Duan, H. (2019). The relationship between Chronic Perceived stress and Error Processing: Evidence from Event-related potentials. *Scientific Reports*, 9, Article number: 11605.
- Xiao, Z., Wang, J., Zhang, M., Li, H., Tang, Y., Wang, Y., Fan, Q., & 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.

유도된 단기 정서의 오류처리 조절과 신경증의 관계

양예은, 김정희, 박태진

전남대학교 심리학과

단기적으로 유도된 정서가 오류처리에 미치는 영향이 신경증 성격특성에 따라 어떻게 달라지는지 밝히고자 하였다. 신경증 수준이 높은 집단과 낮은 집단을 대상으로 Eriksen 수반자극과제 수행 도중 오류반응과 관련된 ERN(error-related negativity)과 Pe(error positivity)를 조사하였는데, 매 시행마다 수반자극이 제시되기 직전 정서적(긍정/중립/부정) 사진을 제시함으로써 단기적 정서를 유도하였다. 반응속도 분석 결과, 두 집단 모두에서 오반응이 정반응보다 더 빨랐으며, 집단간 차이는 관찰되지 않았다. 오반응-관련 ERN과 정반응-관련 CRN(correct response negativity)의 정점진폭을 분석한 결과, ERN이 CRN에 비해, 그리고 고신경증집단이 저신경증집단에 비해 더 큰(부적인) 진폭을 보였다. 특히 유도정서가 ERN에 미치는 영향이 신경증 수준에 따라 상이하였는데, 고신경증집단의 경우 유도된 부정정서가 중립정서에 비해 더 큰 진폭을 일으켰지만, 저신경증 집단의 경우에는 유도정서의 효과가 관찰되지 않았다. 한편, 오반응-관련 Pe와 정반응-관련 Pc(correct response positivity)의 정점진폭 분석 결과, Pe가 Pc보다 더 큰(정적인) 진폭을 보였고, 신경증 수준 및 유도정서와 관련된 효과들은 모두 관찰되지 않았다. 결국, 유도된 정서가 오류처리 초반에 미치는 영향은 신경증 수준에 따라 달랐는데, 중립정서에 비해 부정정서가 유도되었을 때 더 큰 ERN 진폭이 고신경증집단에서만 관찰되었다. 반면, 오류처리 후반에는 유도된 정서나 신경증 수준이 오류자각이나 정서적 평가에 영향을 미치지 않았다. 이러한 결과는, 오류처리 초기의 오류 모니터링에 대한 일시적 부정정서의 조절이 신경증 수준에 의존한다는 것을 시사한다.

주제어: 유도된 단기 정서, 오류처리, 신경증, ERN, Pe