

## 중전두피질 비대칭성이 정서사진 자극에 대한 사건유발전위에 미치는 영향

정 봉 교<sup>†</sup>

영남대학교 심리학과

본 연구는 중전두피질 비대칭성(FBA)의 개인차가 정서사진 자극에 대한 사건유발전위에 미치는 영향을 알아보았다. 실험참가자들은 먼저 정적 및 부적 정서척도(PANAS)와 행동억제 및 행동 활성화(BIS/BAS) 척도에 응답을 하였다. 그리고 그들은 안정기 EEG 측정을 받은 다음, 긍정적 사진, 부정적 사진 및 중립 사진이 동일하게 낮은 빈도로 제시되고 통제 패턴자극이 높은 빈도로 제시되는 oddball 패러다임에서 EEG 측정을 받았다. 정서자극은 통제자극에 비해 유의하게 높은 사건유발전위(ERP)를 유발하였다. 안정기 좌측 중전두 활성화 집단은 우측 중전두 활성화 집단에 비해 긍정적 자극에 대해 높은 P300과 후기 양성전위(LPP) 그리고 높은 긍정적 정서와 접근동기를 보인 반면에, 부정적 자극에 대해 낮은 P300 그리고 낮은 회피 동기를 나타내었다. FBA, BAS 및 BIS는 ERP와 유의한 상관을 나타내었다. 위계적 회귀 분석에서 FBA는 긍정적 자극에 대한 높은 P300과 LPP를 그리고 부정적 자극에 대해서는 낮은 LPP를 예측해 주는 반면에, BIS는 부정적 자극에 대한 높은 P300과 LPP를 예측해준다. 본 연구의 결과는 정서자극 처리에 있어서 FBA의 기제에 대한 특질 동기적 방향 가설이 정서가 가설보다 더 적절할 가능성을 시사한다.

주요어 : 중전두피질 비대칭성, 사건유발전위, 접근 동기, 회피 동기, 긍정적 정서, 부정적 정서

---

<sup>†</sup> 교신저자 : 정봉교, 영남대학교 심리학과, (712-749) 경북 경산시 대학로 280  
E-mail : bkchung@ynu.ac.kr

정서와 관련된 정보의 처리에서 좌우반구의 역할 차이에 대한 이해는 과거 30년 동안 정서 신경과학 분야에서 지속적이고 중심적인 주제이다. 정서와 관련된 기능에서 대뇌 전두피질 비대칭성(frontal brain asymmetry: FBA)은 정서의 지각과 경험에서 좌반구 전두피질과 우반구 전두피질의 기능 차이가 나타나는 현상을 말한다. FBA에 대한 초기 경험적 관찰은 뇌 손상과 우울증의 관계를 통해 제공되었는데, 좌반구 전두피질에 손상을 당한 사람들은 우울증 증상(depressive symptoms)을 나타내는 반면에(Black, 1975; Gasparrini, Satz, Heilman, & Coolidge, 1978; Robinson & Price, 1982), 우반구 전두피질에 손상을 보이는 사람들은 조증 증상(manic symptoms)을 나타낸다는 것이다(Robinson & Price, 1982; Sackeim, Greenberg, Weiman, Gur, Hungerbuhler, & Geschwind, 1982). 또한 안정기 기저선 상태에서 측정된 뇌파(electroencephalogram: EEG) 중 알파 파( $\alpha$  wave) 활동에서 관찰되는 FBA의 개인차는 기본적인 정서특질의 개인차와 관련이 있다는 실제적인 증거가 정상인의 집단뿐만 아니라 우울증을 보이는 정신과 집단으로부터 수집되었다(Henrique & Davidson, 1991; Tomarken, Davidson, & Henrique, 1990; Wheeler, Davidson, & Tomarken, 1993).

FBA의 개인차를 설명하는 정서가 가설(valence hypothesis)은 좌측 전두피질영역이 긍정적 정서(positive affect: PA)의 특질 및 상태와 관련된 반면에, 우측 전두피질영역은 부정적 정서(negative affect: NA)의 특질 및 상태와 관련된다고 제안하였다(Davidson, 2002, 2003). EEG 측정을 통해 얻어진 일반적 결과는 우울

증 환자의 좌측 전두피질이 우측 전두피질에 비해 상대적으로 낮은 활동을 보이고(Gotlib, Ranganath, & Rosenfeld, 1998; Henriques & Davidson, 1991), 그리고 정상집단을 대상으로 한 연구는 좌측 전두피질과 이와 해부학적으로 대칭되는 우측 전두피질의 상대적 활성화에 따른 정서반응의 차이를 비교하여 정서가 가설과 일치하는 결과를 보고하였다(Davidson, 1992, 1998; Tomarken, Davidson, Wheeler, & Doss, 1992; 정봉교, 윤병수, 2001). 특히 FBA가 정서유형(affective style)과 같은 뇌의 신경생물학적인 특질 측정치로 간주될 수 있다는 주장들이 우세하였다(Allen & Kline, 2004; Davidson, 2002, 2003; Hagemann, Naumann, Thayer, & Bartussek, 2002).

FBA가 정서자극에 대한 반응에 미치는 영향을 알아본 연구들은 안정기 측정에서 좌측 전두피질이 우측 전두피질에 비해 상대적으로 높은 활성화를 나타내는 개인은 긍정적 정서를 유발하는 자극에 대해 긍정적 정서반응의 상승을 보이는 반면에 부정적 정서를 유발하는 자극에 대해 부정적 정서반응의 감소를 나타내었다(Wheeler et al., 1993; 정봉교, 2007). 정서자극을 독립변인으로 하고 전두피질의 활동성 변화를 종속변인으로 측정한 연구에서, 긍정적 정서자극에 대한 노출은 우측 전두피질에 비해 좌측 전두피질의 상대적 활동성을 증가시킨 반면에, 부정적 정서자극에 대한 노출은 좌측 전두피질에 비해 우측 전두피질의 상대적 활동성을 증가시켰다(Waldstein, Kop, Schmidt, Haufler, Krantz, & Fox, 2000; 정봉교, 2007). 그러나 일부 선행연구들은 정서 반응에서 FBA 효과를 관찰하지 못하였는데, 특히 자

극으로 사용된 정서 사진이 비대칭적 전두피질 활성화를 일으키기에 충분한 강도의 정서를 유발하지 못하는 경우가 있었다(Murphy, Nimmo-Smith, & Lawrence, 2003; Pizzagalli, Sharkman, & Davidson, 2003).

정서가 가설이 일관성 있게 지지되지 않았다는 보고(Murphy et al., 2003; Pizzagalli et al., 2003)와 더불어 다른 연구들은 비대칭적 전두피질 활동성이 자극의 정서가보다는 동기적 방향과 관련이 있음을 시사하였다. 유기체에 있어서 근본적인 동기체계 중 하나는 자극을 향해 가려는 접근 동기이고, 다른 하나는 자극으로부터 벗어나려는 회피 동기이다. 이 동기적 방향성은 정서적 반응에 내재되어 있고, 성격특질로 나타난다. 접근 동기는 행동접근체계(behavioral approach system: BAS)의 활동과 관련이 있는 반면에, 회피 동기는 행동억제체계(behavioral inhibition system: BIS)의 활동과 관련이 있다(Gray, 1994). 공포 혹은 흥분과 같은 정서적 반응에서 회피하거나 접근하려는 동기적 반응은 상대적으로 분명한데, 접근체계는 보상과 긍정적 결과를 지향하는 행동을 안내하는 반면에 회피체계는 처벌과 부정적 결과로부터 벗어나는 행동을 안내한다. 각 체계는 동기적으로 적절한 자극에 대한 민감성을 증가시키고 동기적으로 부적절한 자극에 대한 민감성을 감소시키는 것으로 생각된다. 예를 들면 접근체계는 긍정적 자극에 대한 민감성을 증가시키고 부정적 자극에 대한 민감성을 감소시킨다(Elliot, 2006; Gray, 1994).

특질 접근 및 회피 동기는 안정기 기저선에서 측정된 좌우 반구 전두피질의 비대칭적 활동성 간에 관련이 있다고 보고되었다

(Harmon-Jones & Allen, 1997; Sutton & Davidson, 1997; Coan & Allen, 2003). 이 선행연구들은 기저선 측정조건에서 상대적으로 높은 우측 전두 활동성이 행동억제와 관련이 있는 반면에 상대적으로 높은 좌측 전두 활동성은 행동접근과 관련이 있음을 일관성 있게 보고하였다. 반면에 다른 연구들은 특질 접근 동기와 높은 기저선 좌측 전두활동성과 관련이 있지만, 특질 회피동기와 비대칭적 전두활동성과 관련이 없다는 조금 상이한 관찰을 하였다(Amodio, Master, Yee, & Tayer, 2008). 그리고 정서와 동기 체계는 서로 쉽게 분리될 수 없는 밀접한 관련성이 있다. 기능적으로 BAS는 욕구 혹은 보상 자극에 대한 접근 반응을 조절하지만 기대와 관련된 긍정적 정서를 일으키는 반면에 BIS는 회피 동기뿐만 아니라 불안과 공포와 같은 부정적 정서와 밀접한 관련이 있다(Carver & White, 1994). 특질 검사로 측정된 BIS/BAS와 정서자극에 대한 비대칭적 전두피질 활성화를 검증한 결과 BAS는 긍정적 정서적 자극에 대한 작업기억처리(working memory processing)에 관여하는 상대적으로 높은 좌측 전두피질 활성화와 관련이 있는 반면에, BIS는 부정적인 정서자극에 대한 선택적 주의(selective attention)에 관여하는 상대적으로 높은 우측 활성화와 관련이 있다는 것을 보여주었다(Peterson, Gable, & Harmon-Jones, 2008).

사건관련전위(event-related potential: ERP)는 높은 시간해상도를 갖고서 뇌전위에 대한 기록과 분석을 제공한다. 따라서 ERP는 정서자극에 대해 주의를 할당하는 시간과정을 알아보는 데 유용하게 사용될 수 있다(Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006). ERP의

P300 요소는 주의와 관련된 과정을 연구하기 위해 널리 이용되었다. Oddball 과제에서 수동적으로 자극을 보기만 하는 절차 혹은 정서적 변별을 하는 능동적 절차 모두에서 표적 자극으로 제시된 시각적 정서자극에 대해 P300이 관찰되었다(Delplanque, Lavoie, Hot, Silvert, & Sequeira, 2004). 특히 표적자극인 정서자극에 대한 반응으로 관찰된 P300은 후두 및 두정피질 영역에서 최대의 크기의 반응을 나타내는데, 이런 결과는 정서적 각성에 따라 활동의 증가를 보이는 뇌피질 영역이 oddball과제에서 표적자극의 처리에 관여하는 뇌피질 영역과 유사하다는 것을 시사한다(Sabatinelli, Lang, Keli, & Bradley, 2007). 또한 정서자극의 정서가 수준은 각성과 무관하게 P300에 영향을 미칠 수 있는데(Cano, Class, & Polish, 2009; Rozenkrants, Olofsson, & Polish, 2008), 중립자극이나 부정적 자극에 비해 긍정적 자극의 P300이 더 큰 경향이 있다. 정서자극이 주의를 필요로 한다는 견해와 일치하게 유쾌한 자극과 불쾌한 자극 모두 느리고 지속적인 양성(+) ERP를 유발한다. 이 후기 양성전위(late positive potential: LPP)라고 불리는 ERP 구성요소는 정서 사진의 정서가에 의해 조절된다는 것이 계속적으로 발견되었다. 자극제시 후 약 300 - 700 ms 사이의 구간에서 중심-두정 영역에서 관찰되는 LPP는 중립 자극에 비해 정서자극에 대해 더 크게 나타났다(Sabatinelli et al., 2007; Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito, & Lang, 2000). IAPS(Internal Affective Picture Systems; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008)로부터 선택된 정서 사진자극을 이용한 연구들은 LPP 변화가 생식이나 방어와 관련된 장면 같은 진화적 내

용을 묘사하는 자극에 대해 가장 크다는 것을 관찰하였는데, 자연적 조건하에서 그런 자극의 지각과 평가는 종종 배후의 접근과 회피 동기체계에 의해서 지시된다고 한다(Bradley, 2009; Schupp et al., 2006).

정서자극에 대한 좌우반구의 비대칭적 활성화를 ERP 지표로 이용하여 관찰한 선행연구들이 있다. 자극에 대한 평가적 판단이 좌우 비대칭적 ERP에 미치는 영향을 알아본 연구에서(Cunningham, Espinet, DeYoung, & Zelazo, 2005), 사회적 문제와 관련이 있는 개념들에 대해 평가적 판단(좋다 대 나쁘다)을 하는 동안에 ERP가 측정되었는데, 좋다고 평가된 개념들은 좌반구 전두피질에서 더 높은 크기의 LPP를 유발한 반면에, 나쁘다고 평정된 개념들은 우반구 전두피질에서 더 높은 크기의 LPP를 유발하였다. Graham과 Cabeza(2001)도 친숙하지 않은 행복한 얼굴을 보는 동안에 높은 좌측 전두 ERP가 나타나는 반면에, 친숙하지 않은 중립적 얼굴을 보는 동안에 높은 우측 전두 ERP를 보인다는 것을 보고하였다. 또한 특질 접근 동기와 회피 동기가 LPP 활성화와 관련이 있는 것으로 알려졌는데, 특히 혐오적 사진자극에 대한 LPP는 BIS와 관련이 있는 반면에, 욕구적 사진자극에 대한 LPP는 BAS와 관련이 있었다(Gable & Harmon-Jones, 2010; Balconi, Falbo, & Conte, 2012). Nijs, Franken 및 Smulders(2007)는 oddball 패러다임에서 BAS가 목표에 적절한 표적자극에 의해 유발된 LPP와 관련이 있음을 발견하였다.

본 연구의 첫 번째 목적은 안정기 기저선(resting baseline)에서 측정된 FBA의 개인차에 의해 구분된 좌측 중전두 활성화 집단과 우측

중전두 활성화 집단 간에서 긍정적, 부정적 및 중립 자극에 대한 ERP 반응의 차이를 알아보려고 하는 것이다. 본 연구는 FBA의 정서가 가설(Davidson, 2002, 2003)을 기초로 안정기 좌측 중전두피질의 상대적 활성화가 높은 사람이 긍정적 정서사진자극에 대해 높은 ERP 반응을 나타내고, 우측 중전두피질의 상대적 활성화가 높은 사람들이 부정적 정서 사진자극에 대해 높은 ERP 반응을 나타낼 것이라고 예측한다. 일반적으로 정서사진 자극에 대한 ERP 반응을 알아본 연구들은 동일한 빈도로 제시되는 긍정적 자극, 부정적 자극 및 중립 자극만을 이용하였다. 그러나 본 연구는 긍정적, 부정적 및 중립 자극을 낮은 빈도로 제시되는 oddball로 사용하고 그리고 무의미한 패턴 자극을 높은 빈도로 제시되는 통제자극으로 사용하여 안정기 FBA의 개인차에 따른 각 정서자극에 대한 ERP 반응을 관찰한다. 안정기 FBA의 개인차를 독립변인으로 하여 정서 자극에 대한 반응을 ERP 측정을 통해서 알아본 선행 연구들은 찾을 수가 없고, FBA의 개인차를 고려함이 없이 본 연구와 다른 정서자극을 이용하여 ERP 반응의 좌우반구 차이를 비교한 선행연구만이 있다(Cunningham et al., 2005; Graham & Cabeza, 2001).

본 연구의 두 번째 목적은 FBA의 정서가 가설(Davidson, 2002, 2003)과 동기적 방향 가설(Harmon-Jones & Allen, 1997; Sutton & Davidson, 1997; Coan & Allen, 2003)을 비교해 보는 것이다. 따라서 FBA의 개인차에 따른 긍정적 및 부정적 정서 그리고 접근 및 회피 동기의 차이를 비교하고, 특질 정서 및 동기 요인 중 어느 것이 정서자극에 대한 ERP반응과 더 높

은 관련이 있는가를 알아본다. 본 연구에서는 우선 좌측 전두 활성화 집단과 우측 전두 활성화 집단 간의 특질 정서와 특질 동기의 차이를 비교하는데, 선행연구는 상대적으로 높은 좌측 전두피질의 비대칭적 활동을 나타내는 집단이 유의하게 높은 긍정적 정서특질(PA)과 접근 동기특질(BAS)을 나타냄을 보고하였다(정봉교, 2007). 또 다른 연구들은 P300과 LPP의 측정을 통해서 BAS가 긍정적 정서반응과 관련이 있고, BIS는 부정적 정서반응과 관련이 있음을 보여주었다(Gable & Harmon-Jones, 2010; Balconi et al., 2012). 본 연구는 특질 측정치인 안정기 FBA 점수, 특질 BAS와 BIS 그리고 PA와 NA 간의 관계를 알아본다. 정서가 가설이 지지되려면 PA와 NA가 정서자극에 대한 ERP와 유의한 상관을 보일 것이고, 반면 동기적 방향 가설이 지지되려면 BAS와 BIS가 정서자극에 대한 ERP와 유의한 상관을 나타낼 것이다.

## 방 법

**참가자** 심리학 강의를 듣고 있는 남녀 대학생 중 자원자를 대상으로 실험을 실시하였다. 총 42명의 학생이 안정기와 정서자극에 대한 EEG 측정을 받았다. 참가자들은 모두 오른손잡이였고, 특별한 심리적, 운동 혹은 신경 장애를 보고하지 않았다. EEG 측정에서 오류를 나타낸 3명, 기준 이하의 좌우반구의 전두 비대칭성을 보인 7명, 100 $\mu$ V가 넘는 크기의 안구운동(EOG)을 나타내어 제거된 epoch가 30%를 넘어서는 5명을 제외한 좌측 전두 활성화 집단 14명(남 6, 여 8; 연령 22.36  $\pm$  1.08)과 우

측 전두 활성화 집단 13명(남 5, 여 7; 연령  $22.15 \pm 1.21$ )의 자료가 최종 분석되었다. 실험 참가자는 실험 참가에 대한 보상으로 소정의 상품을 받았다.

**자극재료** 낮은 빈도로 제시되는 oddball 자극으로 정서 사진이 사용되었는데, 30개의 긍정적 사진(정서가:  $7.39 \pm .36$ , 각성가:  $5.20 \pm 1.56$ ), 30개의 중립 사진(정서가:  $4.74 \pm .53$ , 각성가:  $3.66 \pm 1.36$ ) 및 30개의 부정적 사진(정서가:  $2.46 \pm .74$ , 각성가:  $5.79 \pm 1.28$ )이 International Affective Picture System(IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008)으로부터 선택되었다. 흰색과 빨간색 패턴의 삼각형으로 이루어진 210개의 자극들이 높은 빈도로 제시되는 통제 자극으로 사용되었다. 실험이 끝난 후 실험참가자들은 정서 사진자극에 대해 10점 척도(1점: 낮은 각성 혹은 높은 부정적 정서, 10점: 높은 각성 혹은 높은 긍정적 정서)에서 정서가와 각성가를 평정하였는데, 긍정적 사진(정서가:  $7.11 \pm .56$ , 각성가:  $5.54 \pm 1.65$ ), 중립 사진(정서가:  $5.06 \pm .21$ , 각성가:  $3.24 \pm 1.23$ ), 부정적 사진(정서가:  $2.24 \pm .68$ , 각성가:  $5.44 \pm 1.26$ )의 결과가 나타났다.

**측정척도** 자기보고식 정서특질인 PA와 NA를 측정하기 위해 개발된 PANAS(Positive and Negative Affect Schedule: Watson, Clark, & Tellegen, 1988)를 한글 척도로 변안하여 사용하였다. 각 문항들은 5점 척도에서 평정되었으며, 선행연구(정봉교, 윤병수, 2001)에서 측정된 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )를 보면 전체문항의 신뢰도는 .82, 하위척도인 PA 척도의 신뢰도는

.87, 그리고 NA 척도의 신뢰도는 .86으로 비교적 높은 신뢰도를 나타내었다. 동기유형의 측정을 위해 행동억제와 행동 활성화 체계 척도 (behavioral inhibition system & behavioral activation system scales: BIS/BAS scales)를 사용하였다. 이 척도는 김교현과 김원식(2001)에 의해 국내에서 표준화되어 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )가 보고되었는데, 각 문항들은 5점 척도로 이루어졌으며 BIS 척도는 .78, BAS를 구성하는 3개의 하위척도인 보상민감성 .95, 추동 .87 그리고 재미추구 .78이었다.

**절차** 실험실에 도착한 실험참가자들에게 먼저 실험 전날 음주를 한 사실과 신체적 혹은 심리적으로 불편한 점이 없는가를 확인하였다. 참가자들은 여러 사진자극들에 대한 정신생리적 반응이 폴리그래프 장치에 의해 기록된다는 설명을 듣고, 실험 참가 동의서에 서명을 하였다. 우선 참가자들은 PANAS 척도와 BIS/BAS 척도에 응답을 한 후, 전극이 부착될 electrode cap을 쓰고 International 10-20 electrode system에 따라 29개의 EEG 전극(Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC5, FC1, FC2, FC6, T7, C3, Cz, C4, T8, TP9, CP5, CP1, CP2, CP6, TP10, P7, P3, Pz, P4, P8, O1, Oz, O2)이 연결되었다. 그리고 세 개의 추가 전극이 안구운동을 측정하기 위해서 양 눈의 외측 안각(canthi)과 오른쪽 눈 아래에 부착되었다. 참가자들에게 측정 중에 머리 및 신체운동을 가능한 한 최소로 해 줄 것을 요청하였다.

3분간의 적응시간이 지난 다음에는 안정상태의 기저선 측정을 위해 참가자들은 눈을 뜬 채로 4회의 1분간 지속되는 기저선 측정과 눈

을 감은 채로 4회의 1분간 측정을 받는다. 실험절차 지시와 자극의 제시는 Superlab 프로그램(Cedrus)에 의해 통제되었다. 눈을 뜨거나 감으라는 지시는 음성적으로 제시되었으며 눈을 뜬 기저선과 눈을 감은 기저선은 참가자별로 역균형화되었다. 기저선 측정이 끝나면 3분간의 휴식기간이 지난 다음 사진자극이 제시되는 컴퓨터 모니터를 주시하도록 요청하였다. 그 다음 정서자극 제시에 따른 EEG 측정이 이루어졌다. 사진자극들은 실험참가자의 눈으로부터 100cm 떨어진 곳에 위치한 컴퓨터 모니터의 중심에 무선적 순서로 연속적으로 제시되었다. 제시되는 자극의 시각 수평각도는  $4.6^\circ$ 이었고 수직각도는  $6.3^\circ$ 이었다. 각 정서자극들과 통제자극들 500ms의 일정한 자극 간격으로 1000ms 동안 연속적으로 제시되었는데, 참가자의 주의를 확보하기 위해 사진자극이 제시되기 500ms 전에 경고신호로 + 표를 화면 중앙에 제시하였고, 사진자극이 제시된 경우에는 손아래 놓여 있는 버튼을 누르도록 요청하였다.

**ERP 측정 및 분석** EEG 기록을 위해서 32채널 증폭기(QuickAmp: Brain Products)와 자료수집 소프트웨어(Brain Vision Recorder)가 사용되었다. EEG는 초당 500Hz 비율로 계속 표집되었고, 임피던스는  $5k\Omega$  이하로 유지되었다. 먼저 측정된 EEG 자료를 대상으로 안구운동, 신체운동 및 다른 오염원이 작용한 부분들이 시각적으로 확인되어 제거되었고, FBA 분석을 위해 기저선 EEG 측정자료는 텍스트 형식의 파일로 저장되었다. 다음으로 안정 기저선에서 측정된 중전두피질(F3/F4)의 EEG 자료 중

오염이 없는 부분은 2초 길이의 chunk들로 분할되었는데, 각 chunk는 서로 50%의 중복률을 갖도록 나누어졌다. 이 자료는 FFT(fast Fourier transform)에 의해 분석되었고, 그 결과는 8-13Hz의  $\alpha$  빈도 대에서 디지털화된 EEG의  $\alpha$  power density의 추정치를 얻는 데 사용되었다. 다음으로 FBA 측정치의 정상화를 위해서  $\alpha$  power density가 자연대수(ln)로 변환되었고, 우측 중전두피질(F4)의  $\ln(\alpha$  power density)의 값에서 좌측 중전두피질(F3)의  $\ln(\alpha$  power density)의 값을 뺀으로써 FBA를 구하였다. 어떤 영역이 상대적으로 높은  $\ln(\alpha$  power density)를 보이는 경우에는 그 영역의 활성화가 낮다는 것을 의미하기 때문에, 두 반구 간의 차이가 양수(+)일 경우에는 상대적으로 높은 좌측 전두피질 활성화를 나타내고, 음수(-)일 경우에는 상대적으로 높은 우측 전두피질 활성화를 나타낸다. 두 반구 간의 수치의 차이가 소숫점 2자리 미만일 경우에는 비대칭성이 없는 것으로 간주하였다.

ERP를 계산하기 위해서 EEGLAB 소프트웨어가 이용되었다. 먼저 측정된 EEG는 오프라인에서 0.1 - 40 Hz 밴드패스를 통해서 필터되었다. 필터된 자료는 자극 제시 전 100ms에서부터 자극 제시 후 700ms을 단위로 하여 epoch들이 추출되었고, 이것을 기초로 하여 평균 reference가 계산되었고, 그리고 자극 제시 전 평균 100ms을 단위로 기저선 교정이 이루어졌다. 또한 epoch가 추출된 자료를 대상으로 시각적으로 확인하여 자극제시 후 처음 600ms 내의 어떤 점에서 안구운동의 크기가  $100\mu V$ 를 넘어서는 경우 그 epoch는 프로그램을 통해 자동적으로 제거되었다. 최종적으로 인위적 오

음이 제거된 자료를 이용하여 ERP가 계산되었다. 그 결과 ERP 파형을 참조하여, 해당하는 전극의 위치에서 P300과 LPP를 분석하였다. P300은 200ms에서 400ms 사이의 구간 내에서 나타나는 양극(+)의 정점으로 정의하고 분석하였는데, 후두영역(O1, Oz, O2)에서 P300의 크기(amplitude)와 잠재기(latency) 그리고 그 평균이 계산되었다. LPP는 300ms에서 600ms까지의 시간 구간에서 ERP 평균 크기(mean  $\mu V$ )로 계산되었고, 두정영역에 해당하는 세 전극위치(P3, Pz, P4)의 평균값이 실제 결과분석에서 사용되었다(Forti & Hajcak, 2008; Keli, Bradley, Hauk, Rockstroh, Elbert, & Lang, 2002).

**자료분석** FBA와 정서자극에 따른 P300과 LPP를 비교하기 위해서 먼저 P300과 LPP의 크기를 종속측정치로 하고 FBA(좌측 활성화 집단, 우측 활성화 집단)를 집단 간 요인으로 정서 사진자극(통제자극, 중립자극, 긍정적 자극, 부정적 자극)을 집단 내 요인으로 하여 반복측정 변량분석을 실시하였다. 반복측정 변인의 분석에서 구형성(sphericity) 가정이 위반된 경우 Greenhouse-Geisser 절차를 적용하여 자유도를 교정하였다. 성별요인에 따른 차이가 유의하지 않았고, IAPS의 사진자극(중립 자극, 긍정적 자극 및 부정적 자극)에 대해 측정된 각성가에 따른 효과도 유의하지 않았으므로 자료가 통합되었다. 또한 좌측 활성화 집단과 우측 활성화 집단의 정서(PA, NA)와 동기(BIS, BAS)의 차이가 비교되었고, FBA, PA, NA, BIS, BAS, P300 및 LPP 간의 상관분석과 회귀분석을 하였다.

## 결 과

좌측 중전두피질 활성화 집단과 우측 중전두피질 활성화 집단(FBA 집단)에서 후두영역의 각 전극위치(O1, Oz, O2)에 따른 ERP 파형(그림 1)과 P300의 평균과 표준편차(표 1)가 제시되어 있다. 각 전극위치에서 FBA 집단에 따른 정서자극 유형 즉 긍정적, 부정적, 중립 및 통제 자극에 대한 P300과의 차이를 알아보기 위한 변량분석결과를 살펴보면, FBA 집단의 주효과는 유의하지 않았으나, 전극위치[ $F(1.59, 39.96) = 21.00, p < .001, MSE = 6.56, \eta_p^2 = .46$ ]와 정서자극 유형[ $F(3, 75) = 75.04, p < .001, MSE = 11.60, \eta_p^2 = .75$ ]의 주효과는 유의하였다. 그리고 FBA 집단과 정서자극 유형[ $F(2.45, 61.22) = 6.11, p < .01, MSE = 14.20, \eta_p^2 = .20$ ] 및 정서자극 유형과 전극위치[ $F(2.62, 65.70) = 3.03, p < .01, MSE = 2.96, \eta_p^2 = .11$ ]의 2원 상호작용 그리고 FBA 집단, 정서자극 유형 및 전극위치 간의 3원 상호작용[ $F(2.62, 65.70) = 4.92, p < .01, MSE = 2.96, \eta_p^2 = .16$ ]이 유의하였다.

개별 전극위치의 P300의 결과를 살펴보면, O1에서 FBA 집단의 주효과는 없었으나 정서자극 유형의 주효과가 유의하였고[ $F(3, 75) = 74.88, p < .001, MSE = 4.26, \eta_p^2 = .75$ ], 그리고 FBA 집단과 정서자극 유형의 상호작용도 유의하였다[ $F(2.46, 61.52) = 13.05, p < .001, MSE = 5.19, \eta_p^2 = .34$ ]. 정서자극 유형 간의 비교를 보면 긍정적 자극[ $F(1, 26) = 141.11, p < .001, MSE = 4.58, \eta_p^2 = .84$ ], 부정적 자극[ $F(1, 26) = 97.41, p < .001, MSE = 6.53, \eta_p^2 = .79$ ] 및 중립자극[ $F(1, 26) = 107.06, p <$

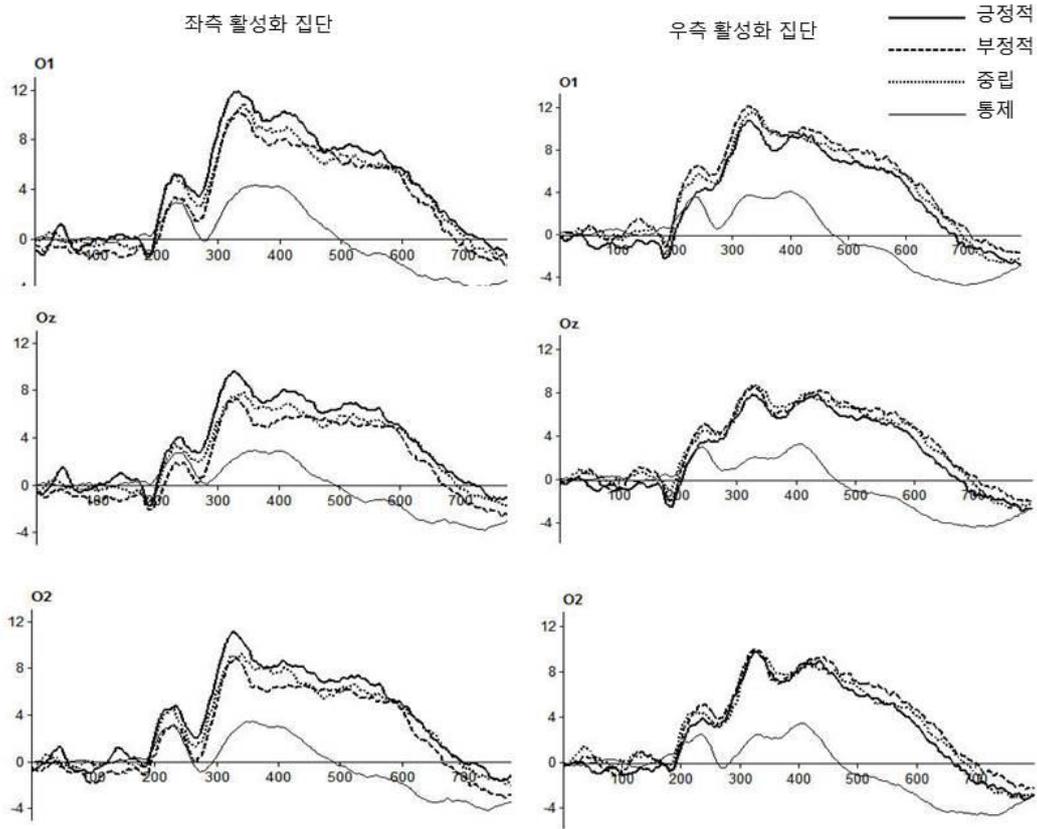


그림 1. 중전두피질 비대칭성과 정서자극에 의해 유발된 사건유발전위의 평균곡선

표 1. 중전두피질 비대칭성과 정서자극 유형에 따른 P300 크기( $\mu V$ )의 평균(표준편차)

전극 위치	전두피질 비대칭성	정서자극 유형			
		긍정적	부정적	중립	통제
O1	좌측 활성화	12.75(2.73)	9.37(3.32)	11.49(4.83)	5.20(2.58)
	우측 활성화	9.97(2.52)	12.49(4.18)	12.20(4.33)	5.81(2.78)
Oz	좌측 활성화	10.74(2.91)	8.38(3.41)	9.04(3.96)	4.16(2.73)
	우측 활성화	10.47(4.49)	11.98(3.83)	10.76(2.98)	4.41(2.14)
O2	좌측 활성화	12.44(4.00)	9.02(3.63)	10.88(4.54)	4.52(2.14)
	우측 활성화	11.21(4.19)	11.64(4.56)	11.16(3.66)	4.94(3.54)
평균	좌측 활성화	11.97(2.93)	8.92(3.60)	10.47(4.36)	4.62(2.85)
	우측 활성화	10.55(3.88)	12.04(4.19)	11.37(3.70)	5.05(2.42)

.001,  $MSE = 5.87$ ,  $\eta_p^2 = .80$ ]이 통제자극보다 높은 P300을 유발하였지만, 정서자극들 간의 차이는 없었다.

FBA와 정서자극의 유의한 상호작용에 따른 단순효과를 분석해보면, 긍정적 자극에서 좌측 활성화 집단이 우측 활성화 집단보다 유의하게 큰 P300을 나타내었다 [ $F(1, 25) = 5.31$ ,  $p < .05$ ,  $MSE = 9.83$ ,  $\eta_p^2 = .18$ ] 부정적 자극에서는 우측 활성화 집단이 좌측 활성화 집단에 비해 유의하게 큰 P300을 나타내었다 [ $F(1, 25) = 6.15$ ,  $p < .05$ ,  $MSE = 18.66$ ,  $\eta_p^2 = .20$ ]. Oz에서는 FBA 집단의 주효과는 없었으나, 정서자극의 주효과가 유의하였고 [ $F(3, 75) = 52.66$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 4.44$ ,  $\eta_p^2 = .68$ ], FBA와 정서자극의 상호작용도 유의하였다 [ $F(3, 75) = 3.46$ ,  $p < .05$ ,  $MSE = 4.44$ ,  $\eta_p^2 = .12$ ]. 긍정적 자극 [ $F(1, 26) = 149.47$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 3.62$ ,  $\eta_p^2 = .85$ ], 부정적 자극 [ $F(1, 26) = 61.80$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 6.79$ ,  $\eta_p^2 = .80$ ] 및 중립자극 [ $F(1, 26) = 78.13$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 5.39$ ,  $\eta_p^2 = .75$ ]은 통제자극에 비해 높은 P300파를 나타내었으나, 정서자극들 간의 차이는 유의하지 않았다. 반면에 우측 활성화집단이 좌측 활성화 집단보다 부정적 자극에 대해 유의하게 큰 P300을 나타내었다 [ $F(1, 25) = 4.84$ ,  $p < .05$ ,  $MSE = 13.11$ ,  $\eta_p^2 = .16$ ]. 전극위치 O2에서는 FBA의 주효과는 없었고, 정서자극의 주효과만 유의하였다 [ $F(3, 75) = 52.66$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 5.50$ ,  $\eta_p^2 = .70$ ]. 긍정적 자극 [ $F(1, 26) = 116.23$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 6.53$ ,  $\eta_p^2 = .82$ ], 부정적 자극 [ $F(1, 26) = 59.77$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 9.38$ ,  $\eta_p^2 = .70$ ] 및 중립자극 [ $F(1, 26) = 100.04$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 5.99$ ,  $\eta_p^2 = .79$ ]이

통제자극보다 높은 P300파를 유발하였으나, 정서자극들 간의 차이는 없었다.

그림 2는 두정영역의 각 전극위치(P3, Pz, P4)에서 ERP 파형을 보여주고, 그 위치들에서 측정된 ERP 반응의 요소인 LPP의 평균과 표준편차는 표 2에 제시되어 있다. 각 전극위치에서 FBA 집단에 따른 정서자극 유형에 대한 LPP의 차이를 알아보기 위한 변량분석 결과를 살펴보면, FBA 집단의 주효과는 유의하지 않았으나, 전극위치 [ $F(2, 50) = 20.18$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 1.95$ ,  $\eta_p^2 = .45$ ]와 정서자극 유형 [ $F(2.25, 56.25) = 29.40$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 6.81$ ,  $\eta_p^2 = .54$ ]의 주효과가 유의하였다. 그리고 FBA 집단과 정서자극 유형 [ $F(2.25, 56.25) = 4.35$ ,  $p < .05$ ,  $MSE = 6.81$ ,  $\eta_p^2 = .15$ ] 및 정서자극 유형과 전극위치 [ $F(4.21, 105.35) = 5.60$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = .55$ ,  $\eta_p^2 = .18$ ]의 상호작용이 유의하였다. 세 전극위치(P3, Pz, P4)의 LPP 평균에 대한 분석결과를 보면 FBA의 주효과는 유의하지 않았고, 정서자극 유형 [ $F(2.25, 56.25) = 29.40$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 2.27$ ,  $\eta_p^2 = .54$ ]의 주효과만 유의하였다. FBA 집단과 정서자극 유형의 상호작용도 유의하였다 [ $F(2.25, 56.25) = 4.35$ ,  $p < .05$ ,  $MSE = 2.27$ ,  $\eta_p^2 = .15$ ]. 정서자극 간의 유의한 차이를 세부적으로 살펴보면, 긍정적 자극 [ $F(1, 26) = 45.51$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 2.45$ ,  $\eta_p^2 = .64$ ], 부정적 자극 [ $F(1, 26) = 42.78$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 1.86$ ,  $\eta_p^2 = .62$ ] 및 중립자극 [ $F(1, 26) = 39.82$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 2.70$ ,  $\eta_p^2 = .61$ ]이 통제자극보다 높은 LPP를 유발하였으나, 정서자극들 간의 차이는 없었다. FBA 집단과 정서자극 유형 간의 유의한 상호작용에 따른 단순효과를

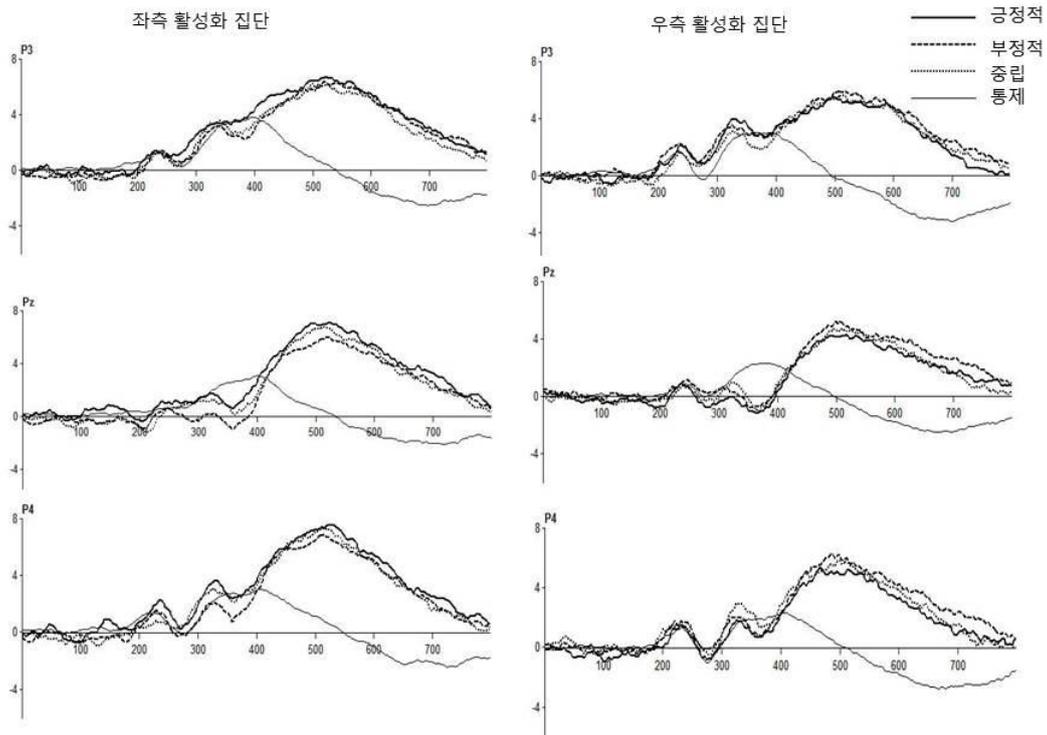


그림 2. 중전두피질 비대칭성과 정서자극에 의해 유발된 사건유발전위의 평균곡선

표 2. 중전두피질 비대칭성과 정서자극 유형에 따른 LPP 크기( $\mu V$ )의 평균(표준편차)

전극 위치	전두피질 비대칭성	정서자극 유형			
		긍정적	부정적	중립	통제
P3	좌측 활성화	5.61(2.23)	4.12(1.91)	4.80(2.31)	1.70(1.53)
	우측 활성화	3.60(1.410)	4.39(2.02)	4.10(1.21)	1.15(1.59)
Pz	좌측 활성화	4.69(2.84)	2.60(1.61)	3.93(2.66)	1.28(1.76)
	우측 활성화	1.92(1.62)	2.98(1.68)	2.50(1.59)	.77(1.38)
P4	좌측 활성화	5.28(2.57)	3.88(1.75)	4.92(4.03)	1.65(1.77)
	우측 활성화	3.37(1.88)	4.12(1.88)	4.03(1.74)	.86(1.43)
평균	좌측 활성화	5.19(2.43)	3.53(1.51)	4.55(2.37)	1.54(1.61)
	우측 활성화	2.96(1.47)	3.83(1.71)	3.54(1.35)	.93(1.42)

분석해 보면, 좌측 활성화 집단이 우측 활성화 집단보다 긍정적 자극에서 유의하게 큰 LPP를 나타내었다( $F(1, 25) = 8.11, p < .01, MSE = 4.13, \eta_p^2 = .24$ ).

좌측 활성화 집단과 우측 활성화 집단 간의 정서특질(PA, NA)와 동기특질(BIS, BAS)을 비교해 보면(표 3), 좌측 활성화 집단이 우측 활성화 집단보다 유의하게 높은 PA( $F(1, 25) = 4.73, p < .05, MSE = 38.74$ )와 BAS( $F(1, 25) = 5.27, p < .05, MSE = 35.15$ )를 나타내었고, 우측 활성화 집단이 좌측 활성화 집단보다 높은 BIS를 보여주었다( $F(1, 25) = 12.74, p < .01, MSE = .626$ ). 변인들 간의 상관분석에서 FBA 점수는 PA( $r = .59, p < .01$ ), NA( $r = -.40, p < .05$ ), BAS( $r = .41, p < .05$ ) 및 BIS( $r = -.63, p < .001$ )와의 상관이 유의하였고, PA는 BIS( $r = -.46, p < .05$ )와 BAS는 BIS( $r = -.52, p < .01$ )와 유의한 상관을 보였다.

중전두피질 비대칭성, 정서특질 및 동기특질 중 어떤 요인이 정서자극에 대한 ERP 반응과 높은 관련성을 갖는가를 알아보기 위해서 먼저 FBA 점수, PA, NA, BIS 및 BAS와 세 전

극위치의 P300 간의 상관관계를 분석하였다. FBA 점수는 긍정적 자극에서 O1( $r = .40, p < .05$ ) 그리고 부정적 자극에서 O1( $r = -.43, p < .05$ ), Oz( $r = -.44, p < .05$ ) 및 O2( $r = -.38, p < .05$ )의 P300과 유의한 상관을 나타내었다. BIS는 부정적 자극과 O1( $r = .42, p < .05$ ), Oz( $r = .48, p < .05$ ) 및 O2( $r = .39, p < .05$ )의 P300과 유의한 상관을 나타내었다. 또한 다른 ERP 요소인 세 전극의 LPP 평균과 FBA 점수, PA, NA, BIS 및 BAS의 상관계수를 살펴 보면, FBA 점수는 긍정적 자극( $r = .67, p < .001$ ) < .05)의 LPP와 유의한 상관을 나타내었고, BIS는 긍정적 자극( $r = -.45, p < .05$ )과 부정적 자극( $r = .43, p < .05$ )의 LPP 그리고 BAS는 긍정적 자극( $r = .45, p < .05$ )의 LPP와 유의한 상관을 나타내었다.

중전두피질 비대칭성, 정서특질 및 동기특질 중 어떤 요인이 정서자극에 대한 ERP 반응을 잘 예측해 주는가를 알아보기 위해서 FBA 점수, PA, NA, BIS 및 BAS를 독립변인으로 하고 P300과 LPP를 종속변인으로 하여 회귀분석을 실시하였다. 그 결과, FBA는 O1의 긍정적 자극( $\beta = .40, t = 2.15, p < .05$ )과 부정적 자극( $\beta = -.43, t = -2.92, p < .05$ )의 P300을 유의하게 예측하였고 그리고 부정적 자극에서는 BIS가 Oz( $\beta = .48, t = 2.73, p < .05$ )와 O2( $\beta = .39, t = 2.14, p < .05$ )의 P300을 유의하게 예측하였다. 또한 LPP를 종속변인으로 한 회귀분석 결과를 보면, FBA가 긍정적 자극에 대한 LPP( $\beta = .67, t = 4.46, p < .001$ )를 BIS가 부정적 자극에 대한 LPP( $\beta = .43, t = 2.40, p < .05$ )를 유의하게 예측해 주었다.

표 3. 중전두 피질 비대칭성에 따른 정서유형과 동기유형의 평균(표준편차)

정서 및 동기 변인	전두피질 비대칭성	
	좌측 활성화	우측 활성화
PA	28.21(5.85)	22.23(5.58)
NA	15.07(3.34)	19.07(6.80)
BAS	43.57(5.86)	37.61(5.22)
BIS	17.71(2.46)	21.15(2.54)

## 논 의

본 연구의 결과를 요약하면, P300의 비교에서 안정기 FBA의 집단의 주효과는 유의하지 않았지만, 정서자극들은 통제자극에 비해 높은 P300을 유발하였다. 좌측 중전두 활성화 집단은 긍정적 자극에 대해 좌측 후두영역에서 상대적으로 높은 크기의 P300을 나타낸 반면에, 우측 중전두 활성화 집단은 부정적 자극에 대해 좌측 및 중앙 후두영역에서 상대적으로 높은 크기의 P300을 보여주었다. LPP의 비교에서도 정서자극들은 통제자극에 비해 유의하게 높은 LPP를 유발하였고, 좌측 활성화 집단이 우측 활성화 집단보다 긍정적 자극에 대해 두정영역에서 유의하게 큰 LPP를 나타내었다. 그리고 좌측 활성화집단은 우측 활성화 집단에 비해 유의하게 높은 PA와 BAS를 그리고 유의하게 낮은 BIS를 보여주었다. FBA와 BIS는 P300과 유의한 상관을 그리고 FBA, BAS 및 BIS는 LPP와 유의한 상관을 보였다. 또한 FBA는 긍정적 자극과 부정적 자극의 P300 그리고 긍정적 자극에 대한 LPP를 유의하게 예측해준 반면에, BIS는 부정적 자극의 P300과 LPP를 유의하게 예측하였다.

본 연구의 첫 번째 목적은 정서자극에 대한 ERP 반응을 바탕으로 좌측 전두피질영역은 접근적인 긍정적 정서에 관여하는 반면에, 우측 전두피질영역은 회피적인 부정적 정서에 관여한다고 제안하는 FBA에 대한 정서가 가설(Davidson, 2002, 2003)을 확인해 보고자 하는 것이었다. 그 결과 안정기에 측정된 EEG를 바탕으로 구분된 좌측 전두 활성화 집단이 우측 전두 활성화 집단에 비해 긍정적 정서자극에

대해 높은 크기의 P300과 LPP를 나타내었고, 우측 전두 활성화 집단이 좌측 활성화 집단에 비해 높은 크기의 LPP를 나타내었다. 따라서 본 연구의 결과는 정서가 가설의 예측과 일치한다.

정서가 가설을 검증하기 위해서 정서자극을 독립변인으로 그리고 전두피질의 활동성 변화를 종속변인으로 이용한 선행연구(Waldstein et al., 2000; 정봉교, 2007)는 긍정적 정서자극이 좌측 전두피질의 상대적 활동성을 증가시킨 반면에, 부정적 정서자극이 우측 전두피질의 상대적 활동성을 증가시킴을 보여주었다. 그러나 이들의 연구는 ERP를 측정하지 않았기 때문에 FBA에 따른 정서자극처리의 시간과정에 대한 정보를 제공해주지는 못한다. 본 연구는 FBA의 개인차와 정서자극을 독립변인으로 그리고 ERP 반응을 종속변인으로 하여 FBA의 정서가 가설을 지지하는 결과를 얻었다. P300이 주의를 쏟지 않은 자극에 비해 주의를 쏟는 자극에 대해 더 크게 나타난다는 점을 놓고 보면(Donchin & Coles, 1988; Johnson, 1986), 본 연구의 P300 측정에서 얻어진 결과는 좌측 전두피질의 높은 활성화를 나타내는 개인은 긍정적 자극의 처리에 더 많은 주의를 할당하고, 우측 전두피질의 높은 활성화를 나타내는 개인은 부정적 자극의 처리에 더 많은 주의를 할당한다고 해석될 수 있다.

ERP의 LPP 요소는 P300 요소와 마찬가지로 자극에 대한 주의 및 정위 과정(attention & orienting processes)의 지표로 볼 수 있다(Donchin & Coles, 1988). 실제로 중립 자극에 비해서 정서자극이 더 큰 LPP를 유발한다는 관찰을 통해서 LPP가 정서자극처리와 관련된 지표라고

확인되었다(Schupp et al., 2000; Sabatinell et al., 2007). 본 연구에서 좌측 전두 활성화 집단이 우측 전두 활성화 집단보다 긍정적 자극에 대해 더 큰 LPP를 초래한다는 결과는 FBA의 정서가 가설을 부분적으로 지지한다고 볼 수 있다. 정서자극이 EEG 활동에 미치는 효과만으로 보면, 긍정적 사진자극은 좌측 전두피질을 유의하게 활성화시켰지만, 부정적 사진자극은 우측 전두피질을 활성화를 증가시키지 못하였다는 선행연구(정봉교, 2007)에서 얻어진 결과와 유사하였다.

본 연구는 긍정적 자극, 부정적 자극 및 중립자극을 표적자극으로 하는 oddball 패러다임에서 P300과 LPP 반응을 관찰하였는데, 각 정서자극 간의 P300과 LPP는 차이가 없었고 정서자극은 표준자극인 통제자극에 비해 높은 P300과 LPP를 유발하였다. 이런 결과는 oddball 과제에서 표준자극인 중립자극보다 표적 자극으로 제시된 정서자극에 대해 더 큰 크기의 P300을 관찰하였다는 결과(Delplanque et al., 2004)와 유사하나, 정서자극의 각성가를 통제하면서 무선적으로 동일한 빈도로 제시된 중립자극이나 부정적 자극에 비해 긍정적 자극이 더 큰 크기의 P300을 나타내었다는 선행연구들(Cano et al., 2009; Rozenkrants et al., 2008)의 결과와는 상이하다. 그러나 정서사진 자극이 비대칭적 전두피질 활성화를 일으키기에 충분한 강도의 정서를 유발하지 않는 경우가 많고(Murphy et al., 2003; Pizzagalli et al., 2003), 다양한 유형의 정서 사진에 동시적이고 반복적으로 노출되는 실험절차는 정서자극의 정서가에 따른 정서적 및 동기적 효과를 약화시킬 수 있다(Gable & Harmon-Jones, 2009). 따라서

본 연구에서와 같이 표준자극을 비정서적 자극으로 사용하고 표적자극을 정서적 자극으로 사용한 oddball 패러다임에서 표준자극과 정서자극 간에 유의한 ERP 차이를 관찰할 수 있지만, 정서자극들 간의 차이가 나타나지 않을 가능성이 있다.

선행연구들은 이런 문제를 다루기 위해서 먼저 긍정적 정서자극에 대한 높은 정서경향성을 측정하기 위해서 좌측 전두피질의 비대칭적 활성화를 측정하고 긍정적 정서자극을 보는 동안 국소 뇌영역의 활성화를 평가하였다. 그 결과 좌측 활성화가 높은 개인들이 긍정적 자극들에 대해 높은 좌측 활성화를 나타내는 반면에 중립적인 자극에 대해서는 그 효과가 관찰되지 않았다(Gable & Harmon-Jones, 2008). 본 연구에서 관찰된 결과에서 정서자극들 간의 차이는 없었지만 좌측 전두피질 활성화를 보이는 개인들이 긍정적 정서자극에 대해 높은 ERP 반응을 나타내었다는 결과는 FBA에 따른 정서의 지각과 경험의 차이가 정서자극에 대한 주의나 동기적 경향성에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

FBA의 정서가 가설은 주로 좌측 활성화와 우측 활성화에 따른 PA와 NA의 차이를 통해서 제안되었다. 그러나 다른 연구들은 비대칭적 전두피질 활동성이 자극의 정서가보다는 동기적 방향과 관련이 있음을 시사하였다. 따라서 FBA와 기본적 동기체계로 간주되는 BAS와 BIS와의 관계성이 탐색되었는데, 특질 접근 동기는 안정기에 측정된 높은 좌측 전두활동성 간에 관련이 있다고 보고(Harmon-Jones & Allen, 1997; Sutton & Davidson, 1997)를 시작으로 하여 다수의 연구들이 좌측 전두피질의 활

성화는 BAS와 관련이 있는 반면에 우측 전두 피질의 활성화는 BIS와 관련이 있다는 것을 보여주었다(Conan & Allen, 2003; Gable & Harmon-Jones, 2008; Harmon-Jones, Lueck, Fearn, & Harmon-Jones, 2006; Nash, Inzlicht, & McGregor, 2012; Peterson et al., 2008). 본 연구에서도 또한 정서가 가설과 동기적 방향 가설을 검증해 보기 위해서 FBA 개인차에 따른 PA와 NA 그리고 BAS와 BIS를 비교하였다. 그러나 FBA 개인차에 따른 정서와 동기 특질간의 상관관계는 모두 정서가 가설(Davidson et al., 1979; Davidson, 2002, 2003; Conan & Allen, 2003, 2004) 및 동기적 방향 가설(Harmon-Jones & Allen, 1997; Sutton & Davidson, 1997)의 예측과 일치하는 방향으로 나타났다. 따라서 FBA에 따른 ERP 반응 그리고 정서 및 동기 특질의 비교만으로는 두 가설간의 비교를 위한 정보를 얻을 수가 없었다.

ERP를 이용한 선행연구는 정서가 가설과 동기적 방향 가설을 비교하기 위해서 부정적 정서이기는 하나 접근 동기를 유발하는 것으로 알려진 분노(anger)를 정서자극으로 사용한 경우 분노에 대한 좌측 전두 피질의 활성화는 분노에 대한 LPP와 정적인 관련성을 갖고 있음을 보여주었고(Gable & Pool, 2012), 이에 따라 좌측 전두피질이 긍정적 정서보다는 접근 동기에서 중요한 역할을 한다는 동기적 방향 가설을 지지하였다. 반면에 본 연구는 정서자극으로 분노를 유발하는 자극을 포함하지 않았기 때문에, 긍정적 정서자극은 긍정적 정서와 접근관련 동기를 유발하고, 부정적 정서자극은 부정적 정서와 회피관련 동기를 유발할

가능성이 높기 때문에 두 가설을 직접 비교해 주지 못한다.

따라서 본 연구는 정서가 가설과 동기적 방향 가설을 비교해 보기 위한 수단으로 FBA, 정서 및 동기 특질 그리고 ERP 반응을 대상으로 상관분석과 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 FBA 점수는 긍정적 자극에 대한 P300 및 LPP와 정적 상관을, 부정적 자극에 대한 P300와 부적 상관을 보였다. BAS는 긍정적 자극에 대한 LPP와 유의한 정적 상관을 그리고 BIS는 부정적 자극에 대한 P300 및 LPP와 정적 상관을 나타내었다. PA와 NA가 정서자극에 대한 ERP와 유의한 상관을 보이지 않은 반면에, FBA 점수, BAS 및 BIS가 동기적 방향 가설의 예언과 일치하는 방향으로 ERP와 유의한 상관을 보였다. 이 관찰들은 BAS/BIS와 ERP의 구성요소인 LPP간의 상관을 알아본 선행연구의 결과와 일치하는데, 그들의 결과는 혐오적 자극에 대한 LPP가 BIS와 상관이 있고, 욕구적 자극에 대한 LPP가 BAS와 상관이 있다는 결과를 바탕으로 동기적 방향 가설을 지지하였다(Balconi et al., 2012; Gable & Harmon-Jones, 2010). 본 연구에서 FBA 점수, PA, NA, BAS 및 BIS를 독립변인으로 보고 P300과 LPP를 각기 종속변인으로 한 회귀분석 결과도 선행연구와 마찬가지로 정서자극의 처리에 있어서 FBA의 역할에 관한 설명으로 정서가 가설보다는 동기적 방향 가설이 더 적절한 가능성을 보여준다.

결론적으로 본 연구는 정서자극에 대한 ERP 측정을 통해서 좌측 중전두피질의 활성화가 긍정적 정서를 기반으로 하고 우측 중전두피질의 활성화가 부정적 정서를 기반으로 한

다는 정서가 가설을 확인하였다. 그러나 정서 자극의 처리에 있어서 FBA의 기능에 대한 설명으로 정서가 가설보다 동기적 방향 가설이 더 유망할 수 있다는 점을 보여주었다. 따라서 본 연구의 결과는 FBA의 개인차를 바탕으로 정서가 가설과 동기적 방향 가설을 검증하는 데 있어서 ERP 측정의 유용성을 보여주었다는 점에서 가치가 있다.

정서자극을 다루는 경우 자극이 초래하는 각성수준이 문제가 되는데, 본 연구의 제한점은 정서자극의 각성수준을 독립변인으로 포함하여 정서자극의 각성효과를 직접 다루지 못하였다는 것이다. 앞으로 FBA가 정서자극의 정서가 혹은 각성에 따른 반응 차이도 검토할 필요가 있다. 또한 본 연구는 정서가 가설과 동기적 방향 가설을 직접적으로 비교하기 위한 설계를 포함하지 않았다. 상관분석은 동기적 방향 가설의 유망성을 시사해주지만 인과적 설명을 제공해 줄 수 없다. 따라서 부정적 정서이면서 접근 동기를 반영하는 분노와 같은 정서를 포함하여 FBA의 개인차에 따른 ERP 반응을 추가적으로 검증해볼 필요성이 있다.

### 참고문헌

김교현, 김원식 (2001). 한국판 행동활성화 및 행동억제체계(BAS/BIS) 척도. 한국심리학회지: 건강, 6, 19-37.

정봉교 (2007). 전두피질 비대칭성, 긍정적 정서 및 접근 동기. 한국심리학회지: 실험, 19, 127-147.

정봉교, 윤병수 (2001). 전뇌  $\alpha$  파 활동성의 반

구 비대칭성과 정동유형. 한국심리학회지: 생물 및 생리, 13, 71-81.

Allen, J. J. B. & Klein, J. P. (2004). Frontal EEG asymmetry, emotion and psychopathology: The first, and the next, twenty-five years. *Biological Psychology*, 67, 1-5.

Amodio, D. M., Master, S. L., Yee, C. M., & Taylor, S. E. (2008). Neurocognitive components of the behavioral inhibition and activation systems: Implications for theories of self-regulation. *Psychophysiology*, 45, 11-19.

Balconi, M. B., Falbo, L., & Conte, V. A. (2012). BIS and BAS correlates with psychophysiological and cortical response systems during aversive and appetitive emotional stimuli processing. *Motivation and Emotion*, 36, 218-231.

Black, E. W. (1975). Unilateral brain lesion and MMPI performance: A preliminary study. *Perception and Motor Skill*, 40, 87-93.

Bradley, M. M. (2009). Natural selective attention: Orienting and emotion. *Psychophysiology*, 46, 1-11.

Cano, M. E., Class, Q. A., & Polich, J. (2009). Affective valence, stimulus attributes, and P300: Color vs. black/white and normal vs. scrambled images. *International Journal of Psychophysiology*, 71, 17-24.

Carver, C. S. & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 319-333.

- Coan, J. A. & Allen, J. J. B. (2003). Frontal EEG asymmetry and the behavioral activation and inhibition systems. *Psychophysiology*, 40, 106-114.
- Cunningham, W. A., Espinet, S. D., DeYoung, C. G., & Zelazo, P. D. (2005). Attitudes to the right and left: Frontal ERP asymmetries associated with stimulus valence and processing goals. *Neuroimage*, 28, 827-834.
- Davidson, R. J. (1992). Emotion and affective style: Hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43.
- Davidson, R. J. (1998). Anterior electrophysiological asymmetries, emotion, and depression: Conceptual and methodological conundrums. *Psychophysiology*, 35, 607-614.
- Davidson, R. J. (2002). Anxiety and affective style: Role of prefrontal cortex and amygdala. *Biological Psychiatry*, 51, 68-80.
- Delplanque, S., Lavoie, M. E., Hot, P., Silvert, L., & Sequeira, H. (2004). Modulation of cognitive processing by emotional valence studied through event-related potentials in humans. *Neuroscience Letters*, 356, 1-4.
- Donchin, E. & Coles, M. G. H. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Science*, 11, 355-372.
- Elliot, A. J. (2006). The hierarchical model of approach-avoidance motivation. *Motivation and Emotion*, 30, 111-116.
- Forti, D. & Hajcak, G. (2008). Deconstructing reappraisal: Descriptions preceding arousing pictures modulate the subsequent neural response. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 977-988.
- Gable, P. A. & Harmon-Jones, E. (2008). Relative left frontal activation to appetitive stimuli considering the role of individual differences. *Psychophysiology*, 45, 275-278.
- Gable, P. A. & Harmon-Jones, E. (2009). Postauricular reflex responses to pictures varying in valence and arousal. *Psychophysiology*, 46, 487-490.
- Gable, P. A. & Harmon-Jones, E. (2010). The effect of low vs. high approach-motivated positive affect on memory for peripherally vs. centrally presented information. *Emotion*, 10, 599-603.
- Gable, P. A. & Poole, B. D. (2012). Influence of trait behavioral inhibition and behavioral approach motivation systems on the LPP and frontal asymmetry to anger pictures. *Social Cognitive and Affective Neuroscience Advance Access published November, 28, 2012.*
- Gasparini, W. G., Satz, P., Heilman, K., & Coolidge, F. L. (1978). Hemispheric asymmetries of affective processing as determined by the Minnesota Multiphasic Personality Inventory. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 41, 470-473.
- Gotlib, I. H., Ranganath, C., & Rosenfeld, J. P. (1998). Frontal EEG alpha asymmetry, depression, and cognitive function. *Cognition and Emotion*, 12, 449-478.
- Graham, R. & Cabeza, R. (2001). Event-related

- potentials of recognizing happy and neutral faces. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, 12, 245-248.
- Gray, J. A. (1994). Three fundamental emotion systems. In P. Ekman & R. J. Davidson (Eds.), *The nature of emotion: Fundamental questions* (pp.243-247). New York, NY: Oxford University Press.
- Hagemann, D., Naumann, E., Thyer, J. F., & Bartussek, D. (2002). Does resting EEG asymmetry reflect a trait? An application of latent state-trait theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82, 619-641.
- Harmon-Jones, E. & Allen, J. J. B. (1997). Behavioral activation sensitivity and resting brain EEG asymmetry: Covariation of putative indicators related to risk for mood disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 106, 159-163.
- Harmon-jones, E., Lueck, L., Fearn, M., & Harmon-Jones, C. (2006). The effect of personal relevance and approach-related action expectation on relative left frontal cortical activity. *Psychological Science*, 17, 434-440.
- Henrique, J. B. & Davidson, R. J. (1991). Left frontal hypoactivation in depression, *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 535-545.
- Johnson, R., Jr. (1986). A triarchic model of P300 amplitude. *Psychophysiology*, 23, 367-384.
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., & Lang, P. J. (2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, 39, 641-649.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-8*. Gainesville, FL: University of Florida.
- Murphy, F. C., Nimmo-Smith, I., & Lawrence, A. D. (2003). Functional Neuroanatomy of emotion: A meta-analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3, 207-233.
- Nash, K., Inzlicht, M., & McGregor, I. (2012). Approach-related left prefrontal EEG asymmetry predicts muted error-related negativity. *Biological Psychology*, 91, 96-102.
- Nijs, I. M. T., Franken, I. H. A., & Smulders, F. T. Y. (2007). BIS/BAS sensitivity and the P300 event-related brain potential. *Journal of Psychophysiology*, 21, 83-90.
- Peterson, C. K., Gable, P., Harmon-Jones, E. (2008). Asymmetrical frontal ERPs, emotion, and behavioral approach/inhibition sensitivity. *Social Neuroscience*, 3, 113-124.
- Pizzagalli, D., Sharkman, A. J., & Davidson, R. J. (2003). The functional neuroimaging of human emotion: Asymmetrical contributions of cortical and subcortical circuitry. In K. Hugdahl & R. J. Davidson (Eds.), *The asymmetrical brain* (pp.511-532). Cambridge, MA: MIT Press.
- Robinson, R. G. & Price, T. R. (1982). Post-stroke depressive disorders: A follow-up study of 103 patients. *Stroke*, 13, 635-641.
- Rozenkrantz, B., Olofsson, J. K., & Polish, J. (2008). Affective visual event-related potentials: Arousal, valence, and repetition effects for

- normal and distorted pictures. *International Journal of Psychophysiology*, 67, 114-123.
- Sabanetini, D., Lang, P. J., Keli, A., & Bradley, M. M. (2007). Emotional perception: Correlation of functional MRI and event related potentials. *Cerebral Cortex*, 17, 1085-1091.
- Sackeim, H., Greenberg, M. S., Weiman, A. L., Gur, R. C., Hungerbuhler, J. P., & Geschwind, N. (1982). Hemispheric asymmetry in the expression of positive and negative emotions: Neurologic evidence. *Archives of Neurology*, 39, 210-218.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257-261.
- Schupp, H. T., Fleisch, T., Stockburger, J. & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: Event-related potential studies. *Progress in Brain Research*, 156, 31-51.
- Sutton, S. K. & Davidson, R. J. (1997). Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychological Science*, 8, 204-210.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., & Henriques, J. B. (1990). Resting frontal brain asymmetry predicts affective responses to films. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 791-801.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Wheeler, R. E., & Doss, R. (1992). Individual differences in anterior brain asymmetry and fundamental dimensions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 676-687.
- Waldstein, S. R., Kop, W. J., Schmidt, L. A., Haufler, A. J., Krantz, D. S., & Fox, N. A. (2000). Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biological Psychology*, 55, 3-23.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063-1070.
- Wheeler, R. E., Davidson, R. J., & Tomarken, A. J. (1993). Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: A biological substrate of affective style. *Psychophysiology*, 30, 82-89.

1 차원고접수 : 2013. 09. 26

수정원고접수 : 2013. 10. 30

최종게재결정 : 2013. 12. 04

## **Influence of Midfrontal Brain Asymmetry on Event Related Potential to Affective Pictures**

**Bong-Kyo Chung**

Yeungnam University

This research examined whether midfrontal EEG asymmetry(FBA) influenced event related potential(ERP) to affective stimuli. Participants completed both Positive and Negative Affect Schedule(PANAS) and behavioral inhibition system and behavioral activation system(BIS/BAS) scales. Following resting FBA measure, ERPs were recorded while participants viewed International Affective System(IAPS) stimuli. Positive, negative and neutral pictures were used as infrequently occurring target stimuli and control pattern stimuli were used as frequent standard stimuli in oddball paradigm.. The P300 and late positive potential(LPP) components of the ERPs elicited by three types of affective pictures and control stimuli were analysed. Affective pictures elicited significantly higher ERPs relative to control stimuli. Compared to the right midfrontal activation group, the left midfrontal activation group exhibited higher ERPs to positive pictures and higher PA and BAS, but lower ERPs to negative pictures and lower BIS. FBA, BAS and BIS are significantly correlated with ERP components. In hierarchical regression analysis, FBA predicted higher ERPs to positive pictures and lower ERPs to negative pictures whereas BIS predicted higher ERPs to negative pictures. This results suggest that the trait motivational direction hypothesis is more plausible than the valence hypothesis to explain the mechanisms of frontal brain asymmetry in processing emotional stimuli.

*Key words* : FBA, event related potential, BAS, BIS, PA, NA