

『Brief Report』

정서적 자극에 의한 뇌 활성화 영역

*

정진복† · 안창일

고려대학교 심리학과

이 논문은 정서라는 주제를 정신생리학적 기법(ERP)과 신경생리 모델을 통해 새로운 각도로 이해하고자 하였다. 정서적 자극과 뇌 활동과의 관계를 밝혀보고 그림으로써 정서장애의 진단과 치료에 대한 이론적 기초가 될 한 발견을 제시하고자 하였다. 구체적으로 Davidson의 동기 모델에 근거하여 정서적 정보가 처리되는 뇌 영역을 밝히고자 하였다. 즉 정서가를 가진 단어 및 그림과 ERP와의 관계, 이 효과의 반구간 차이와 영역간 차이를 탐색하였다. 동기 모델은 전통적인 정서가 이론과 해부학적 토대를 접목하여 정서처리에 있어 전두엽의 비대칭을 개념화한 이론으로서 이 모델에 근거하여 육구적 동기-접근 행동 계열에 속하는 정서 자극(성적 내용)이 좌측 전두엽 활성화를 일으키는지 검증하였다. 남녀 대학생 15명씩 표집하였다. 독립 변인은 자극 종류(중립 vs 정서가), 두피위치(F3, F4, Cz, P3, P4) 등 두 요인이며 종속 측정치는 ERP의 P300 진폭으로 2×5 피험자내 설계이다. 실험 결과 남녀에 따라 달랐다. 남자의 경우 단어시행, 그림시행 모두에서 정서가 자극의 전측 우세, 좌측 전두 비대칭이 있었다. 반면 여자의 경우 단어시행에서는 남자와 같은 결과를 얻었으나, 그림시행에서 전두 비대칭이 약했고 대신 다른 부위에 걸친 전반적인 활성화가 특징적이었다. 따라서 Davidson의 동기 모델은 남자에게서 지지되었으되 여자에게서는 부분적으로 지지되었다.

뇌는 두 개의 대뇌 반구로 이루어 졌고 각각의 반구는 뇌량으로 연결되어 상호작용하지만 기능적으로 다른 역할을 한다. 만약 뇌량의 연결이 끊어지면 두 반구가 독립적으로 기능하게 되는데, 이러한 반구간 비대칭성은 분리뇌와 반구의 단측 손상을 통해 밝혀 졌다.

두부 외상, 뇌출혈 등의 원인으로 단측 반구 손상을 입은 환자들의 행동 변화가 임상가들에게 관찰된 역사는 길다. 이미 Goldstein(1939)은 좌반구 손상 환자들이 불안, 안절부절, 우울한 정서 행동을 보인다고 보고하였고 이를 비탄-우울 반응이라고 명명한 바 있다. 그후 비슷한 사례 연구(Denny-Brown, Meyer, &

† 교신저자(Corresponding Author) : 정진복 / 서울특별시 성북구 안암동 고려대학교 심리학과 / FAX : 3290-1435 / E-mail : jinbokj@hanmail.net.

Horenstein, 1952; Gainotti, 1972)와 와다 검사(Wada test)를 사용한 실험연구(Peria, Rosadini, & Rossi, 1961; Rossi & Rosadini, 1967; Terzian, 1964)를 비롯하여 좌반구 손상시 우울 반응을, 우반구 손상시 다행-조증 반응이나 무관심을 보인다는 후속 연구가 발표되었다.

이와같은 결과를 바탕으로 정서적 측면에서도 반구 간에 전문화된 기능이 있다는 측향화 가설, 즉 정서가 모델이 정립되었다. 이 모델은 측향화가 의미하는 신경해부학적 반구 차이와 심리학의 정서 이론을 결합한 것이다. 정서의 차원 이론은 정서를 두 가지 기본 차원으로 나눈 것인데, 하나는 긍정-부정 계열을 이루는 정서가(valence) 차원이고, 또 하나는 고요-흥분 계열인 각성(arousal) 차원이다. 긍정가에 행복, 놀람 등이 있고 부정가에 혐오, 분노, 슬픔, 공포 등이 있다. 정서가 모델은 이 정서가에 따라 뇌 활동의 전문화가 생긴다며 우반구는 부정 정서를 처리하고, 좌반구는 긍정 정서를 처리한다고 가정하였다. 그 동안 이 모델에 근거하여 대부분의 정서의 뇌 연구가 진행되었고 이후 30여년간 정서의 뇌 활동을 설명하는 지배적인 이론으로 자리잡았다.

그러나 이 모델은 80, 90 년대 들어와 다른 신경해부학적 증거와 진보된 신경영상 기법을 통해 보다 국제화된 정보의 추적이 가능해지고 전기생리적 기법 자체도 다중 채널을 통해 세밀한 공간적 맵핑이 가능해지자 점점 설득력을 잃게 되었다. 측향화에 기초한 정서가 모델은 따라서 국제화에 기초한 다른 대안적 모델에게 선두권을 내주게 되었다. 이는 뇌의 전측 후측 축을 고려하여 그중 전두엽 기능을 강조한 보다 생물학적으로 지향된 가설인 동기 모델이다.

해부학적으로 전두엽은 정서통제에 중요한 역할을 담당하는 것으로 밝혀졌으며 이러한 증거에 기초한 정서와 전두엽과의 관계는 전두엽 국제화 기능으로 이어졌고 이를 개념화한 것이 Davidson의 접근-회피 동기 모델이다. 즉 일반적 동기 체계는 접근 체계와 철수 체계로 나뉘는데, 접근 행동은 욕구적(appetitive) 동기에 의해 방향이 지워지고, 철수 행동은 회피 동기에 의해 방향지워진다. 접근 행동에는 분노, 행복

등이 속하고 회피 행동에는 혐오, 슬픔 등이 속한다. 임상 연구에서 보고된 것처럼 좌반구 손상이 우울 반응을 일으킨다면 우울의 특징인 욕구적 동기의 결핍과 관련된 것으로 해석될 수 있고 그렇다면 이곳이 긍정 정서에 관여하는 센터가 아닌가 하는 시각이다. 우반구는 반대 작용을 할 것이다. 따라서 좌측 전두 영역에서 활동 저하가 슬픔, 우울과 관련이 있고 철수 행동으로 표현된다고 하였다(Davidson, 1992, 1995, 1998).

지난 십여 년간 Davidson과 동료들은 자신들의 이론을 타당화시키기 위해 끊임없이 활동하였다. 이 모델에 근거해 행해진 연구들은 그 노선이 크게 둘로 정리된다. 하나는 전측 비대칭과 우울증과의 관계에 대한 연구이며 다른 하나는 소인적 정서에 있어 개인차에 관한 연구이다. 우울증과 뇌의 전측 비대칭과의 관계를 조사한 연구들은(Allen, Iacono, Depue, & Arbisi, 1993; Henriques & Davidson, 1990, 1991; Reid, Duke, & Allen, 1998; Schaffer, Davidson, & Saron, 1983) 현재 우울증에 걸렸거나 과거에 걸렸던 사람은 안 그런 사람보다 좌측 전측 피질에서 EEG α 파가 더 적음을 보고하였다. α 파는 피질 활동과 정적 상관이 있으므로 우울증에 걸린 사람이 좌측 전측 피질의 활동이 감소되었음을 시사하는 것이다. 좌측 전측 피질의 활동이 아주 높고 안정적인 사람은 증가된 긍정 정서, 감소된 부정 정서를 보였다(Harmon-Jones & Allen, 1997; Sutton & Davidson, 1997; Tomarken, Davidson, Wheeler, & Kinney, 1992). 또한 좌측 전측 피질의 활동이 아주 높고 안정적인 사람은 긍정적 필름에 대해 더 높은 긍정 정서를 보고하였고, 우측 전측 피질의 활동이 높은 사람은 부정적 필름에 대해 더 높은 부정 정서를 보였다(Wheeler, Davidson, & Tomarken, 1993).

또하나의 노선인 전측 비대칭과 소인적 정서와의 관계는 처음에 정서가 모델처럼 자극에 특수한 효과, 즉, 어떤 긍정 정서 혹은 부정 정서가 전측 비대칭을 일으키는가 하는 연구를 중심으로 전개되었다(Davidson, Ekman, Saron, & Friesen, 1990; Ekman, Davidson, & Friesen, 1990). 초기 연구에서 전두엽

비대칭이 일관성있게 관찰되었지만 그 정도와 방향에 다양한 개인차가 존재하는데서 착안해 90년대부터 전측 비대칭을 안정적인 특질의 차이로 보고 소인적 기분과 정서적 반응성에 개인차가 있다는 가설 하에 연구를 진행하였다. 이 노선의 연구에서 우울증과 비우울증 집단간에 전두 비대칭을 비교한 결과, 우울 집단이 좌측 전두엽의 활동 저하를 보였고 회복된 후에도 여전히 급성적인 증상과 상관된 것이 아니라 특질 차이라고 결론지었다(Henriques & Davidson, 1990, 1991).

이상과 같이 Davidson의 모델에 근거해 많은 연구들이 행해졌는데, 특징적인 것은 이들 연구에 만성적 측정치(tonic measure)인 EEG를 사용했다는 것이다. 그 이유는 Davidson(1992, 1998)의 지적대로 개인의 특징적 양상에 대한 신뢰로운 측정치를 얻기 위해 몇 분에 걸쳐 통합된 기저 생리를 얻어야 하기 때문이며 자극 특수적인 결과보다는 개개인의 EEG 개인차를 얻는 방법으로 적합하기 때문으로 해석된다. 그렇다면 자극 특수적인 결과인 사건관련전위(Event Related Potential : ERP)는 어떠한 것인가? EEG 기록 시간이 보통 분 단위인데 반해 ERP 기록시간은 1000ms에 모든 과정이 완료되기 때문에 특질과 같은 안정된 개인내적 차이를 측정하기보다 과제와 피험자와의 상호작용이 결정 변수이고 그 과제에 의해 유발된 반응을 높은 시간 해상도를 갖고 추적할 수 있다. 특히 피험자 변인이 최대한 반영되는 파형은 후기 요소 즉 P300 이후 요소이다. 그렇다면 P300을 분석 단위로 정서 자극이 전두 비대칭을 일으키는지, 과연 짧은 시간대 안에서도 전두엽 국제화 효과가 나타나는지 검증하는 것이 필요할 듯하다. 이를 통해 정서 자극과 전두엽과의 관계를 한층 신뢰롭게 밝힐 수 있을 것이다.

비록 Davidson의 모델에 기초한 ERP 연구는 발표된 것이 없지만 최근 연구일수록 측정 채널의 다채널화에 따라 전두엽쪽 활성화를 보고한 연구가 늘고 있다. 그중 Metzger, Orr, Lasko, McNally 및 Pitman (1997) 등은 정상인과 외상후 스트레스 환자를 대상으로 했을 때 긍정 단어와 외상적 단어 모두가 전두

영역(Fz)에서 가장 큰 P300 진폭을 일으켰다고 보고하였다. Carreti, Iglesias 및 Garcia(1997) 등은 유쾌하고 각성이 높은 그림에 대해 전두엽에서 N300 진폭이 컸고 불쾌하고 각성이 높은 그림에 대해서는 두 정엽에서 컸다고 보고하여 동기 모델과 거의 일치하는 결과를 보고하였다. Schupp 등(1997)은 불쾌 배경 자극보다 유쾌 배경자극에 대해 왼쪽 내측 전두에서 Probing P300이 더 작았다고 보고했는데 이는 유쾌 자극에 주의와 흥미를 더 기울인 결과로 해석된다. 이 상에서 살펴본 것처럼 ERP 연구는 아직까지 정서가 모델이 우세하고 전두엽 비대칭에 초점을 맞추어 동기 모델로 해석한 연구가 거의 없지만 최근 연구일수록 전두엽이 강조된 근접한 결과를 보고하는 추세이다.

또한 최근 연구일수록 정서가보다 각성 수준을 강조하고 있다. Carretie 등(1995, 1997)과 Schupp 등(1997)은 ERP 연구에서 정서가보다 각성 수준을 강조한 경우로서 각성은 분리된 단위는 아니지만 그 체계내 활성화를 반영한다는 것이다. 각성 수준이 높으면 접근-철수 체계에 해당하는 행동에 개입하도록 동원된다. 따라서 각성은 동기의 방향과 상관없이 정서의 동원 지수라고 하여 정서가 모델에서 각성의 중요성을 강조하였고 이는 동기 모델의 노선과 매우 일치한다. 또한 동기 모델에 기초해서 정서가보다 동기의 방향이 중요한 변인임을 입증한 연구가 있다. Harmon-Jones와 Allen(1998)은 보통 높은 수준의 접근 동기는 높은 긍정가를 갖고 있으므로 동기와 정서의 혼입 효과를 분리하기 위해 부정가를 갖고 있으면서 접근 동기를 갖는 분노 정서를 자극가로 선택하였다. EEG 측정 결과, 정서가 모델보다 동기 방향에 일치하는 좌측 전측 우세를 보였다.

이상 선행연구들의 문제점을 요약하면 다음과 같다. 우선 Davidson의 동기 모델이 특질 차이로 인한 전두엽 우세를 강조하였고 만성적 측정을 하였다라는 점이다. 그렇다면 정서의 전두엽 비대칭 처리가 전두엽 고유의 전문화 기능이 아닌 개인차에 의한 변산에 불과한 것인가 하는 의문이 생긴다. 이를 해결하는 한가지 방법으로 과제 특정적이고 시간 해상도가

높은 국면 측정(phasic measure)에 의해서도 같은 효과가 나타나는지 검증하는 길이다. 또한 정서가 모델에서 정서가 일차적인 분류변인으로 사용되었던 방법과 차별적으로 동기의 방향을 분류변인으로 도입해 봄으로서 동기변인의 중요성을 ERP를 통해 검증하는 것이 필요하겠다.

따라서 본 연구에서는 정서적 자극이 정보처리되는 뇌의 영역을 밝히기 위해 Davidson의 접근-회피 동기 모델에 근거하여 정서 자극이 일으키는 전두엽 비대칭성을 검증하고자 한다. 과연 국면 측정인 ERP에 의해서도 이 효과가 반복검증될 수 있는지 알아보고 더불어 ERP가 갖고 있는 장점인 짧은 시간대 안에 나타난 요소들을 통한 심리학적 정보를 분석해 보고자 한다. 여기에 쓰일 자극으로 단어와 그림 두 가지 유형의 자극을 선택하였다. 그림으로써 자극양상의 차이에 따라 정서유발 효과가 일관성있게 나타나는지 알아보고자 한다.

방 법

피험자

대학교 재학생 중 남자 15명(평균 19.2세 표준편차 1.0), 여자 15명(평균 21.5세 표준편차 3.0)이 참가하였다. 선발 기준은 1)오른손잡이여야 하고 2)신경과나 정신과적 병력이 없어야 했다.

실험자극

예비연구에서 대학생 98명을 대상으로 실험 자극의 정서가를 평정하였다. 단어는 정서가를 갖는 단어와 중립 단어로 구성했는데, 중립 단어는 이상섭(1991)의 연구에 수록된 단어들 중 빈도 수준이 같고 두 자로 된 물질명사 31개를 표집하였다. 정서가 단어는 특히 성적 의미를 갖는 단어에 촛점을 맞춰 성의학 사전을 참고하여 성적 연상가가 높은 두 글자 단어 43개를 표집하였다. 총 74개 단어를 무선화한

것을 Kayser 등(1997)의 방법에 따라 유쾌 불쾌 중립의 정서가 차원과, 리커드식 7점 척도의 각성 차원을 피험자에게 평정시켰다. 이상의 평정 결과에서 정서가 단어는 유쾌와 불쾌가 비슷한 비율이고 강도가 3.5 이상인 것, 중립 단어는 중립이 50% 이상이고 강도가 약한 것을 각각 20개씩 선정하였다. 예를 들면 중립 단어로 의자, 풍선, 나무, 시계 등이 있고 정서가 단어로 자궁, 피임, 애무, 성교 등이 있다(중립 단어; 중립 63%, 각성 M 2.5 SD 0.4 vs 정서 단어; 유쾌 40% 불쾌 59%, 각성 M 4.0 SD 0.6).

그림도 단어와 마찬가지로 중립 그림과 정서가 그림으로 구성했는데, 국내에 소개된 것이 없으므로 국제 정서 그림체계(Center for the study of emotion and attention, 1995)를 참고하여 중립 그림으로 분류된 가구, 일상용품 등의 단순한 선으로 그려진 흑백 그림을 표집하였다. 정서가 그림은 정서가 단어와 마찬가지로 성적 의미에 촛점을 맞추어 남녀가 접촉하는 단순한 선으로 그려진 흑백 그림을 표집하였다. 이를 피험자에게 모두 평정시킨 후, 평정 절차와 기준은 단어와 똑같이 하여 최종 15장씩 선정하였다. 실험 자극으로 선정된 15개의 중립 그림(예. 모자, 풍선, 넥타이)과 15개의 정서가 그림(성적 그림)을 사용하였다. 이를 스캔상(화면 320×200×256 pex)으로 만들었고 크기와 색깔을 통제하였다. 모든 그림은 전체 화면으로 제시하지 않고 23×16cm로 제시하였다. 색깔은 흑백 선으로 통일하였다(중립 그림; 중립 68%, 각성 M2.0 SD 0.4 vs 정서 그림; 유쾌 55% 불쾌 44%, 각성 M 4.3 SD 0.4).

실험절차

방음장치가 된 실험실에 배치된 14인치 컴퓨터 화면 앞에 피험자를 앉혔다. 컴퓨터 화면과 피험자의 거리는 200cm 간격으로 떨어져 있고 눈의 각도는 모니터의 고정점으로부터 수평 10° 이하를 유지하였다. 신체 움직임을 고정시키기 위해 턱받이를 책상에 부착하였다. 먼저 피험자의 신상과 손잡이, 병력과 약물 유무를 묻는 간단한 질문지를 실시한 후 실험에 대

한 개관과 절차를 설명하였다. 그다음 턱받이를 조정하여 턱을 그곳에 얹고 얼굴과 몸의 움직임을 통제하는 방법을 연습시켰다. 사전 절차가 끝나면 머리에 5개 전극을 부착하였다. 처음에 단어 시행에서, 10번의 연습시행을 통해 고정점을 바라보는 것과 눈 깜박임을 훈련시켰고, 이어서 본 시행을 하였으며 총 40 시행으로 중간에 잠깐 휴식 시간을 두었다. 단어 자극들은 정서가 단어와 중립 단어를 모두 무선화시켜 제시하였고 피험자마다 단어의 제시순서 또한 무선적으로 제시하였다. 단어 제시시간은 500ms이고 단어간 간격은 3000ms이며 이 간격동안 고정점(*)을 제시하였다.

그림 시행에서 그림 제시시간은 400ms, 간격은 3000ms이며 그림과 그림간 간격동안 잔상을 통제하기 위해 하얀 화면으로 차폐시켰다. 연습시행이 끝난 후 총 30 시행을 하였고 중간에 휴식 시간을 두었다. 피험자내 그림제시와 피험자간 그림제시의 순서도 모두 무선적으로 제시하였다. 실험이 끝난 후 질문지를 실시하였고 단어와 그림 자극들을 평정시켰다.

ERP 기록과 분석

뇌전도(EEG)는 GRASS 모델 No.12 폴리그래프를 통해 기록하였다. 국제 10-20 체계에 따라 5개 위치(F₃, F₄, Cz, P₃, P₄)에 Ag/AgCl 전극을 부착하였고 이마, 왼쪽 귓볼, 왼쪽 눈썹에 각각 접지 전극, 준거 전극(A₁), 안전도(EOG) 전극을 부착하였다. 전극 저항

은 5k Ω 이하, 뇌파 기록시간(에폭)은 기저선 100ms를 포함해 총 1100ms 동안 기록하였다. 뇌파는 0.1~30Hz 이내에서 대역여파(band pass)한 후 5만 배 증폭하여 온라인으로 평균하였다. 표본율은 250HZ로 구했다(4ms당 표집). EOG 값이 $\pm 30\mu V$ 를 초과했을 경우 기록에서 제외되었다. 안구운동을 교정하기 위해 moving averaging 방식의 저역 통과(low pass) 필터(30Hz이하)를 거치게 하는 안구교정 프로그램을 적용하였다. ERP값은 분석 프로그램을 통해 기저선-정점 분석(baseline-peak analysis)을 하였다. 250~450ms 동안 양전위가 최대점에 달하는 값을 P300으로 정하여 진폭을 산출하였다.

결과

P300 진폭을 구하여 단어 시행, 그림 시행 두 종속 측정치에 대한 ANOVA를 하였다. 독립 변인은 자극 종류(중립 vs 정서가), 두피위치(F₃, F₄, C_z, P₃, P₄)로서 모두 피험자내 요인인 2 \times 5 피험자내 설계이다.

단어시행

단어 종류, 두피 위치에 대한 P300 진폭을 변량 분석하되, 남녀별로 나누어서 분석하였다. 남녀별 P300 진폭의 평균을 표 1에 제시하였다.

남자. 단어 종류, 두피 위치에 대한 P300 진폭을 변

표 1. 각 조건에서 P300 진폭의 평균(단어)

| | | (단위: μV) | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|
| | | F ₃ | | F ₄ | | C _z | | P ₃ | | P ₄ | |
| | | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD |
| 중 | M | 1.33 | .77 | .71 | .45 | .59 | .42 | .42 | .33 | .52 | .47 |
| 립 | F | 1.15 | .68 | .57 | .34 | .53 | .34 | .28 | .27 | .34 | .25 |
| 정 | M | 1.88 | .74 | .96 | .41 | .83 | .29 | .60 | .28 | .67 | .29 |
| 서 | | | | | | | | | | | |
| 가 | F | 1.63 | .47 | .83 | .33 | .89 | .31 | .53 | .35 | .62 | .43 |

량분석하였다. 남자의 경우 단어 종류, 두피 위치의 주효과와 상호작용 효과가 있었다. 즉 정서가 단어가 중립 단어보다 진폭이 유의미하게 컸다, $F(1, 14)=28.89, p < .01$. 상호작용이 있었기 때문에 두피 위치 요인의 단순효과를 구한 결과, 중립 단어와 정서가 단어의 단순효과가 유의미하였다. 이를 다시 개별 분석한 결과 정서가 단어에 있어서 F_3 의 진폭이 F_4, C_2, P_3, P_4 보다 유의미하게 컸고, 반구 비대칭 효과는 전두엽에서만 있었다. 즉 F_3 가 F_4 보다 유의미하게 컸다, $t(1, 14)=7.5, p < .001$.

정서가 단어는 전측으로 올라갈수록 진폭이 컸다 ($F_3 > F_4 \geq C_2 > P_3, P_4$). 중립 단어도 단순효과가 유의미하였으나 $F3$ 만 유의미하게 크고 나머지는 유의미한 차이가 없었다, $F(4, 56)=20.6, p < .01$. 따라서 중립 단어의 F_3 와 정서가 단어의 F_3 를 비교하였더니 정서가 단어의 F_3 가 유의미하게 컸다, $t(1, 14)=-3.9, p < .05$.

여자. 여자의 경우 마찬가지로 단어 종류, 두피 위치의 주효과가 있었으나 상호작용 효과는 없었다, $F(4, 56)=2.1, p > .05$. 개별적으로 분석하면 정서가 단어가 중립 단어보다 진폭이 유의미하게 큰 것은 물론, $F(1, 14) = 45.9, p < .01$, 정서가 단어에 있어서 다른 두피 위치보다 F_3 의 진폭이 가장 컸다. 비대칭 효과는 전두엽에서만 있었다. 즉 F_3 가 F_4 보다 유의미하게 컸다, $t(1, 14) = 8.4, p < .001$. 마찬가지로 전측으로 올라갈수록 진폭이 커지는 경향을 보였다 ($F_3 > F_4, C_2 \geq P_3, P_4$). 중립 단어도 F_3 가 컸으나 다

른 위치끼리는 차이가 없었다, $F(4, 56)=23.31, p < .01$. 따라서 단어 종류의 F_3 끼리 비교하였더니 중립 단어의 F_3 는 정서가 단어의 F_3 보다 유의미하게 작았다, $t(1, 14)=-4.93, p < .01$.

그림시행

그림 종류, 두피 위치를 변량 분석하되, 남녀에 따라 분석하여 비교하였다. 그림에 대한 남녀별 P300 진폭의 평균을 표 2에 제시하였다.

남자. 성별에 따라 이원 변량분석하면, 남자의 경우, 그림 종류와 두피 위치의 주효과와 상호작용 효과 모두 있었다. 즉 정서가 그림은 중립 그림보다 진폭이 유의미하게 더 컸다, $F(1, 14) = 65.67, p < .01$. 상호작용이 있었기 때문에 두피 위치 요인의 단순효과를 구한 결과, 정서가 그림의 단순효과가 있었다, $F(4, 56)=16.66, p < .01$. 이를 다시 개별분석한 결과 정서가 그림에서 두피 위치의 효과는 F_3 가 다른 위치에 비해 진폭이 가장 컸고, 나머지 두피 위치끼리는 유의미한 차이가 없는 등 전두엽 정서성이 뚜렷하였다. 따라서 반구 비대칭 효과는 전두엽($F_3 > F_4$)에서만 있었다, $t(1, 14) = 8.52, p < .01$. 중립 그림은 F_3 가 상대적으로 다소 컸고 다른 두피 위치끼리는 차이가 없었다.

여자. 여자의 경우, 그림 종류, 두피 위치의 주효과와 상호작용 효과 모두 있었다. 즉 중립 그림보다 정서가 그림의 진폭이 유의미하게 더 컸다, $F(1, 14) =$

표 2. 각 조건에서 P300 진폭의 평균 (그림)

| | | (단위: μV) | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | | F_3 | | F_4 | | C_2 | | P_3 | | P_4 | |
| | | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD |
| 중 | M | .84 | .82 | .43 | .40 | .48 | .49 | .59 | .32 | .64 | .31 |
| 립 | F | .64 | .73 | .47 | .47 | .42 | .39 | .56 | .33 | .57 | .35 |
| 정 | M | 2.14 | .79 | 1.20 | .48 | 1.26 | .43 | 1.26 | .29 | 1.35 | .44 |
| 서 | | | | | | | | | | | |
| 가 | F | 1.69 | .65 | .89 | .44 | 1.40 | .53 | 1.52 | .51 | 1.41 | .62 |

78.7, $p < .01$. 상호작용이 있기 때문에 두피 위치의 단순효과를 구한 결과 중립 그림에서는 두피 위치의 단순효과가 없었고, $F(4, 56)=1.39, p > .05$, 정서가 그림에서만 두피 위치간에 유의미한 차이가 있었다, $F(4, 56)=19.31, p < .01$. 이를 다시 개별 분석한 결과, 정서가 그림에서 두피 위치 효과는 F_1 , F_2 , C_1 , P_1 보다 유의미하게 컸으나, F_1 와 P_1 간에 유의미한 차이가 없으며, $t(1, 14) = 1.53, p > .05$, C_1 , P_1 , P_2 간에 유의미한 차이가 없는 등 F_1 만 상대적으로 낮은 전반적인 활성화를 보였다. 반구 비대칭 효과는 전두 영역에서만 있었다($F_1 > F_2$), $t(1, 14) = 7.78, p < .001$.

논 의

실험 결과 남녀 모두에게서 정서가를 갖는 단어에 의해 가장 활성화된 영역은 좌측 전두 영역(F_1)으로 나타났다. 더구나 남녀 모두 후측에서 전측으로 올라 갈수록 진폭이 커지는 등 단어의 정서가 미치는 뇌 활성화 영향이 전측으로 집중되는 경향성을 보이고 있다(남 : $F_1 > F_2 > C_1 > P_1, P_2$ vs 여 : $F_1 > F_2, C_1 > P_1, P_2$). 이러한 효과는 중립 단어에서는 없었다.

이에 반해 정서가를 갖는 그림은 그림이 갖는 시각적 자극성에도 불구하고 단어보다 효과가 단순하지 않았다. 즉 남자의 경우는 좌측 전두 영역(F_1)에서 정서가 효과가 가장 컸으나, 여자의 경우 좌측 전두 영역(F_1)과 좌측 두정 영역(P_1)간에 차이가 없으며 또한 좌측 두정 영역과 다른 부위끼리도 차이가 없이 전반적인 뇌 활성화를 보였다. 이와같이 성적 자극이 좌측 반구, 특히 좌측 전두 영역을 활성화시킨 결과는 긍정 정서 정보는 좌반구에서, 부정 정서 정보는 우반구에서 처리된다는 대략적인 축향화 가설보다는 보다 특수한 피질 영역, 특히 전두엽을 강조한 국제화 가설을 지지하는 증거로 해석된다. 다만 여자 집단의 그림 자극이 남녀 성별 차이를 보여 다른 변인을 고려한 좀더 신중한 해석이 필요하겠다.

특징적인 것은 본 실험에서 사용한 성적 단어와 그

림은 국제 정서 그림체계에서 누드 사진을 유쾌 차원으로 분류한 것과 달리 예상대로 불쾌 유쾌의 정서가 차원을 뚜렷이 구별해주지 않았다. 즉 호오도에 대한 개인차가 심했고 불쾌 우세와 유쾌 우세가 섞여있는 상태다. 그림은 그래도 유쾌가 약간 우세한데 반해(유쾌 56%) 단어는 오히려 불쾌가 우세한 것으로 나타났다(불쾌 59%). 대신 강도는 7점 척도상 4점 이상 높은 각성을 가리키고 있어서 각성 차원에서 일관성이 있다. 이로 보아 성 의식에 대한 문화 차이가 개입된 양상을 관찰할 수 있다. 아무래도 보수적 문화권에서 성적 자극이 주관적으로 유쾌하다고 보고하기 어려울 듯 하다. 그렇지만 주관적으로 불쾌하다고 보고하더라도 Hull(1943)의 지적대로 일차적 동기는 긴장 감소를 목적으로 방향지워 진다 하므로 인지적 수준의 평가와 무관하였던 것 같다. 더 강력히 표현하면 주관적인 평가와 반대로 작용했던 것으로 해석된다.

이렇게 정서가에 대한 평가(부정 정서)와 상반된 동기 방향(접근)을 보이는 정서로 분노를 꼽을 수 있겠는데 이를 검증하여 좌측 전측 우세를 얻은 Harmon-Jones 등(1998)의 연구도 같은 맥락일 것이다. 따라서 본 실험의 자극이 정서가는 반대인데도 불구하고(오히려 불쾌 쪽으로 평정함) 좌측 전두 우세의 결과가 나올 수 있었던 것은 Davidson의 접근-회피 체계 모델에 근거한 가설이 성공적임을 지지하는 증거다. 따라서 정서적 자극에 의한 뇌의 활성화는 인지적 평가이론에 기초한 정서가 모델보다는 해부학적 근거에 기초한 동기 모델과 더 상관이 있음을 지지한다. 사실 성적 각성은 욕구적 동기에 기초한 접근 행동을 일으킬 수 있는 강력한 생물학적 욕구로 꼽을 수 있다. 따라서 본 실험에서 사용한 성적 자극이 Davidson의 동기 모델을 성공적으로 검증해준 자극이었던 것으로 해석된다.

이러한 관점에서 볼 때 그 동안 정서가 모델에 기초한 ERP 연구가 긍정 대 부정 정서가의 변별에 실패하고, 긍정가와 부정가의 변별된 뇌 영역을 밝혀주지 못한 이유는 인지적으로 지향된 이론적 모델의 사용과 적합치 않은 자극의 사용에 일부 원인이 있지

않나 추정된다. 생물학적 배경에 충실한 Davidson의 모델이 이론적으로나 실제적으로 뇌 활성화 영역과 일치하는 대응 관계를 이루고 있는 듯 하다.

단어는 시각적 자극이 강하지 않아 정서유발 효과가 의심스러웠는데 그동안 연구에서 단어에 의한 정서성 효과를 보이지 않는다고 보고한 연구들(Johnston, Miller, & Burleson, 1986; Leiphart 등, 1993; Vanderploeg 등, 1987)과 달리 본 연구에서는 효과적이었다. 오히려 그림 자극보다 전측 경향성, 전두 국제화에 있어 더 단순 명료한 결과를 보였다는 점이 놀랍다. 뿐만 아니라 전측으로 올라갈수록 단계적인 활성화를 보인 점이 특징적이다. 즉 C, F₁, F₂ 부분이 활성화된 것으로 보아 정서적 언어 처리는 특히 전측 부분이 개입되는 듯하다. 그도 그럴 것이 시각적 효과가 그만큼 없으므로 순전히 의미처리의 효과로 설명할 수 있다. 이는 시각 처리가 많이 개입된 그림 자극의 결과와 비교해 보면 금방 드러난다.

그림 자극은 단어 자극보다 자극의 복잡성 때문인지 여성의 경우 두정엽의 활성화도 동반하고 있는데, 두정엽이 시사하는 바 시지각 연합 영역도 동시에 활성화되고 있어 남자만큼 전두엽 국제화가 강력하지 않다. 다시 말하면 성적 자극에 의해 지각적, 정서적 활성화가 동시에 일어난 것으로 해석된다. 그런데 이것이 여자에서만 그러하므로 남녀 성별에 고유한 변인을 고려해야겠다. 불행히도 ERP 연구에서 성차를 체계적으로 다룬 경우가 드물고 따라서 아직 타당한 설명이 없는 단계다. 다만 이론적으로 남녀간에 뇌 조직화에 차이가 있다는 가설을 제기한 몇몇 저자(Kimura, 1992; McGlone, 1977, 1980)들이 있다. 그러나 이 결과를 뇌 조직화에 있어 근본적인 성차로 해석하기 전에 관련된 다른 변인들을 찾아보는 것이 순서일 것으로 생각된다. 이를 검증하기 위해 실험 자극의 성질상 성적 자극과 관련된 혼입 변인을 알아낸 후 이를 도입한 후속 실험이 필요할 것 같다. 예컨대 성적 자극에 대한 평가와 태도에 있어 남녀간에 학습된 사전 변이가 있을 가능성이 있는데, 이 변인들은 여기서 다루지 않았으므로 아쉽지만 후속 실험에서 보다 체계적으로 다루는 것이 좋겠다.

또다른 아쉬운 점은 비교자극인 중립 단어가 정서 자극과 똑같은 국제화 효과가 없어야 된다는 것인데 중립 단어에서도 크지 않으나 좌측 전두 영역의 활성화가 관찰되어 정서가 단어의 국제화 효과를 약화시키고 있다. 그러나 언어의 좌반구 처리는 이미 널리 알려진 사실이고 ERP 연구에서 단어의 좌반구 우세는 많이 보고되고 있기 때문에 언어 자극 자체가 가지고 있는 좌반구 우세성 때문에 중립 단어에 의해서도 좌측 전두엽의 약한 활성화가 일어난 것으로 해석하는 것이 타당하겠다. 대신 중립 단어의 F₁와 정서가 단어의 F₁ 차이가 통계적으로 유의미하여 정서가 단어의 효과를 지지해주고 있다. 반면 그림 자극에서 중립 그림은 이러한 국제화 효과가 없었다.

가장 미흡했던 점은 설비상의 미비점으로 인해 외국의 연구처럼 두피의 여러 부위에 걸친 다채널 측정을 할 수 없었던 점이다. 5개 부위의 한정적인 측정을 통한 제한된 정보를 갖고 제한적인 해석을 할 수밖에 없었다. 그만큼 우리나라에서 ERP연구는 미발전과 방법상의 미비점을 안고 있는 분야로 생각된다.

참고문헌

- 이상섭(1991). 현대 한국어 사전 편찬을 위한 한국어 자료의 선정과 그 전산적 처리에 관한 연구. 한국어 사전 편찬실.
- Allen, J.J., Iacono, W.G., Depue, R.A., & Arbisi, P. (1993). Regional electro-encephalographic asymmetries in bipolar seasonal affective disorder before and after exposure to bright light. *Biological Psychiatry*, 33, 642-6.
- Carretie, L. & Iglesias, J.(1995). An ERP study on the specificity of facial expression processing. *International Journal of Psychophysiology*, 19, 183-92
- Carretie, L., Iglesias, J., & Garcia, T.(1997). A study on the emotional processing of visual stimuli

- through ERP. *Brain and Cognition*, 34, 207-17.
- Center for the study of emotion and attention.(1995). *The International affective picture system*. Gainesville, FL : University of Florida.
- Davidson, R.J.(1992). Emotion and affective style : Hemispheric substrates. *American Psychological Society*, 3, 39-43.
- Davidson, R.J.(1995). Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In R.J. Davidson & K. Hughdahl(Eds.), *Brain asymmetry*. Cambridge : Massachusetts Institute of Technology.
- Davidson, R.J.(1998). Anterior electrophysiological asymmetries, emotion, and depression : Conceptual and methodological conundrums. *Psychophysiology*, 35, 607-14.
- Davidson, R.J., Ekman, P., Saron, C.D., & Friesen, W.(1990). Approach Withdrawal and cerebral asymmetry : Emotional expression and brain physiology I. *American Psychological Association*, 58, 330-41.
- Denny-Brown, D., Meyer, J.S., & Horenstein, S. (1952). The significance of perceptual rivalry resulting from parietal lesions. *Brain*, 75, 433-71.
- Ekman, P., Davidson, R.J., & Friesen, W.V.(1990). The duchenne smile : Emotional expression and brain physiology II. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 342-53.
- Gainotti, G.(1972). Emotional behavior and hemispheric side of lesion. *Cortex*, 8, 230-36.
- Goldstein(1939). *The organism*. New York : American Book Co.
- Harmon-Jones, E. & Allen, J.B.(1997). Behavioral activation sensitivity and resting frontal EEG asymmetry. *Journal of Abnormal Psychology*, 106, 159-63.
- Harmon-Jones, E. & Allen, J.B.(1998). Anger and frontal brain activity : EEG asymmetry consistent with approach motivation despite negative affective valence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1310-16.
- Henriques, J.B. & Davidson, R.J.(1990). Regional brain electrical asymmetries discriminate between previously depressed and healthy control subjects. *Journal of Abnormal Psychology*, 99, 22-31.
- Henriques, J.B. & Davidson, R.J.(1991). Left frontal hypoactivation in depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 535-45.
- Hull, C.L.(1943). *Principles of behavior*. New York : Appletton-Century Crofts.
- Johnston, V.S.(1979). Stimuli with biological significance. In H. Begleiter (Ed.), *Evoked brain potentials and behavior*. New York : Plenum Press.
- Johnston, V.S., Miller, D.R., & Burleson, M.H.(1986). Multiple P3s to emotional stimuli and their theoretical significance. *Psychophysiology*, 23, 6, 684-94.
- Kayser, J., Tenke, C., Nordby, H., Hammerborg, D., Hugdahl, K., & Erdmann, G.(1997). Event related potential asymmetries to emotional stimuli in visual half field paradigm. *Psychophysiology*, 34, 414-26.
- Kimura, D.(1992). Sex differences in the brain. *Scientific American*, 267(3), 119-125.
- Leiphart, J., Rosenfeld, J.P., & Gabrieli, J.D.(1993). Event related potential correlates of implicit priming and explicit memory tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 15, 197-206.
- McGlone, J.(1977). Sex differences in the cerebral organization of verbal function to patients with unilateral brain lesions. *Brain*, 100, 775-793.
- McGlone, J.(1980). Sex differences in human brain asymmetry. : A critical survey. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 215-263.

- Metzger, L., Orr, S.P., Lasko, N.B., McNally, R., & Pitman, R.K.(1997). Seeking the source of emotional stroop interference effects in PTSD. *Integrative Physiological and Behavior Science*, 32, 43-51.
- Perria, L., Rosadini, G., & Rossi, G.F.(1961). Determination of side of cerebral dominance with amobarbital. *Archives of Neurology*, 4, 173-8.
- Reid, S.A., Duke, L.M., & Allen, J.J.B.(1998). Resting frontal electroencephalo-graphic asymmetry in depression. *Psychophysiology*, 35, 389-404.
- Rossi, G.S. & Rosadini, G.(1967). Experimental analysis of cerebral dominance in man. In C. Millikan & F.L. Darley(Eds.), *Brain mechanism underlying speech and language*. New York : Grune & Stratton.
- Schaffer, C.E., Davidson, R.J., & Saron, C.(1983). Frontal and parietal electroencephalogram asymmetry in depressed and nondepressed subjects. *Biological Psychiatry*, 18, 753-62.
- Schupp, H., Cuthbert, M., Bradley, M.M., Birbaumer, N., & Lang, P.(1997). Probe P3 and blinks : Two measures of affective startle modulation *Psychophysiology*, 34, 1-6.
- Sutton, S.K. & Davidson, R.J.(1997). Prefrontal brain asymmetry : A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychological Science*, 8, 204-10.
- Terzian, H.(1964). Behavioral and EEG effects of intracarotid sodium amytal injections. *Acta Neurochirurgica*, 12, 230-40.
- Tomarken, A.J., Davidson, R.J., Wheeler, R.E., & Kinney, L.(1992). Individual differences in anterior brain asymmetry and fundamental dimensions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 676-87.
- Vanderploeg, R.D., Brown, W.S., & Marsh, J.T. (1987). Judgements of emotion in words and faces : ERP correlates. *International Journal of Psychophysiology*, 5, 193-205.
- Wheeler, R.E., Davidson, R.J., & Tomarken, A.J. (1993). Frontal brain asymmetry and emotional reactivity : a biological substrate of affective style. *Psychophysiology*, 30, 82-9.

원고접수일 2000. 4. 3

수정원고접수일 2000. 5. 15

게재결정일 2000. 6. 15 ■

Event Related Potentials of Emotion Arising Words and Pictures

JinBok Jung · ChangIl An

Department of Psychology Korea University

This study was intended to investigate the connection between emotional stimuli and brain activities by the use of ERP which is one of the central measures in the psychophysiology. The Davidson's motivation model was testified, which is based on both the frontal superiority over the emotional stimuli and the traditional valence model. It was hypothesized that the emotional stimuli consisting of sexual contents would activate the left frontal area due to the quality of appetitive motivation-approach behavior. 15 female and 15 male students participated in the experiment. The independent variables were two factors including stimulus types(neutral vs emotional) and scalp sites (F₃, F₄, C₂, P₃, P₄). P300 amplitude was obtained as a dependent measure. The results differed dependiy on the gender. Male showed the left anterior superiority over the emotional stimuli about the word and picture trials. Female showed the same results as male's about the word trials, but characteristically showed a weak frontal superiority and pervasive activation over the brain.