

주의자원 감소에 따른 정서맥락의 영향: ERP 연구*

박 선 회

박 태 진[†]

전남대학교 심리학과

이 연구는 정서맥락의 영향이 정서처리의 주의배분 정도에 따라 달라지는지 밝히기 위해 수행되었다. 이를 위해 정서자극과 함께 제시되는 이차 과제의 난이도를 조작하여 정서자극에 배분되는 주의용량을 조절하고, 주의배분 정도에 따라 정서맥락의 영향이 달라지는지 살펴보았다. 연구 결과, 이차 과제의 난이도 수준에 따라 정서맥락에 따른 정확 재인율과 ERP 진폭이 달랐다. 저난이도 조건에서는 정서맥락에 따른 정확 재인율의 차이가 유의미 했지만, 고난이도 조건에서는 정서맥락에 따른 차이가 없었다. 또한 LPC를 반영하는 400-700ms 사이의 ERP 평균 진폭도 이차 과제의 난이도와 정서맥락 간 상호작용효과가 유의미했다. 특히 두정 영역에서 저난이도 조건에서는 부정맥락이나 긍정맥락에 비해 중립맥락 내 단어의 ERP 평균 진폭이 높는데 비해 고난이도 조건에서는 정서맥락에 따른 뇌 활성화 패턴 차이가 보이지 않았다. 이 결과는 정서자극에 대한 처리가 주의 배분 정도에 따라 달라짐을 시사한다.

주제어 : 정서맥락, 과제 난이도, 주의 배분, ERP

* 이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2008-361-A00006)임.

이 논문의 일부는 박선희(제1저자)의 박사학위논문에서 발췌하였음.

이 논문의 실험자료 일부는 2009년 제45차 한국인지및생물심리학회 학술대회에서 발표되었음.

[†] 교신저자 : 박태진, 전남대학교 사회과학대학 심리학과, (500-757) 광주광역시 북구 용봉로 77

E-mail : tpark@jnu.ac.kr

정서자극의 처리에 관심을 갖고 있는 연구자들은 많은 경우에 정서자극에 대한 기억 수행 증가를 설명하는 데 주의 배분의 차이를 원인으로 든다. 예를 들어, Fichtenholtz, Dean, Dillon, Yamasakic, McCarthy, 그리고 KaBar(2004)는 정서자극에 대한 처리와 주의수준이 상호작용 한다고 주장하면서, 주의가 정서자극 처리의 활성화를 조절한다고 밝혔다. 또한 정서적 의미를 담고 있는 색 단어를 제시하고 단어의 색을 명명하라고 요구한 정서 스트룹 과제를 적용한 연구에서, 연구자들은 불안 수준이 높은 사람들이 불안 관련 색 단어에 대해 느린 반응을 보인다는 결과를 발견하고, 이 결과를 불안 관련 단어에 대한 주의편향이 색 명명과제 수행을 간섭했기 때문이라고 설명했다(Foa, Feske, Murdoch, Kozack, & McCarthy, 1991; Vrana, Roodman, & Beckham, 1995; Watts, McKenna, Sharrock, & Trezise, 1986). 정서처리와 주의수준의 상호작용에 대한 증거나 개인의 불안수준에 따라 정서자극 처리 속도에 차이가 있다는 이들 결과는 정서자극의 처리가 개인의 주의 통제수준이나 과제의 주의배분 정도에 의해 영향 받을 수 있음을 시사한다. 자원할당모형의 고전적 이론(Ellis & Ashbrook, 1998)에서도 정서자극에 주의 자원이 배분되어 기억 수행을 돕는다고 설명하고 있어, 정서자극의 처리와 주의수준이 관련성을 갖고 있음을 나타내고 있다.

정서자극의 처리에 대한 견해는 자동적으로 처리된다는 주장과(Ohman & Mineka, 2001), 인지적으로 조절이 가능하다는 주장으로 나뉜다(Pessoa, McKenna, Gutierrez, & Ungerleider, 2002). 정서자극이 자동적으로 처리된다는 견해는 정

서자극을 처리하는 데 주의수준과 같은 인지적 요인이 영향을 미치지 않는다는 입장으로, 위협이나 공포 자극을 사용한 연구에서 지지되었다(Ohman & Mineka, 2001). Vuilleumier, Armony, Driver, 그리고 Dolan(2001)은 표적 자극쌍을 지정된 위치에 제시하면서, 동시에 방해자극을 다른 위치에 제시하고 표적 자극쌍에 대한 동일-상이판단을 요구하였다. 표적 자극과 방해자극으로 중립적이거나 부정적인 얼굴 또는 집 그림을 사용하였다. 얼굴자극이 주의집중 받은 위치 또는 무시된 위치에 제시될 때 뇌 활성화를 비교하였는데, 그 결과 특히 정서자극에 민감한 편도체 활성화 정도가 주의조작의 영향을 받지 않고 일정했다.

반면, Pessoa 등(2002)은 특정 과제에 주의를 기울이도록 하면서 정서적 얼굴을 과제 무관 위치에 제시하였을 때 과제 관련 위치에 제시할 때에 비해 편도체 활성화가 감소한다고 보고하였다. 또한 Wegner, Erber, 그리고 Zanakos(1993)도 인지적 부담을 크게 하여 주의 용량을 감소시킨 경우에 정서조절에 실패했음을 보여주었다. 이 연구 결과들은 정서자극의 처리가 자동적으로 이루어지지 않고 인지적 요인에 따라 달라질 수 있음을 시사하는 것이며, 정서처리가 주의자원을 요구함을 반영하는 것이다.

최근 정서처리에 대한 주의자원 배분이 정서자극 이후에 제시된 자극의 기억수행에도 영향을 미친다는 연구결과가 보고되었다(박선희, 박태진, 2010). 박선희와 박태진(2010)은 정서자극이 정서맥락 내 단어의 기억수행에 미치는 영향을 조사하였으며, 정서자극 이후에 제시되는 단어의 기억수행과 사건관련전위

(event related potential, ERP) 파형이 중립자극 이후에 제시되는 것과 다르다고 보고했다. 즉 중립맥락 내 단어에 비해 정서맥락 내 단어의 기억수행이 저조했고 ERP 진폭이 낮았다. 박선희와 박태진(2010)은 이 결과를 정서자극이 주의 자원을 선점하였기 때문이라고 설명했다. 그러나 박선희와 박태진(2010)의 연구는 정서 자극과 중립자극 이후에 제시되는 단어의 기억 수행과 ERP 파형이 다르다는 것을 밝혔을 뿐, 그 원인이 주의 배분에 기인한다는 것을 명확히 드러내지 못했다.

따라서 이 연구는 박선희와 박태진(2010)의 연구 결과가 정서자극과 중립자극에 대한 주의 배분 때문이라는 것을 밝히기 위해 정서 자극과 중립자극을 제시하는 경우에 주의 배분 정도를 달리하여, 주의 배분 정도에 따라 이후에 제시되는 단어의 기억 수행이 영향을 받는지 살펴보고자 하였다. 이를 위해 정서자극을 처리하는 동안 함께 수행한 이차 과제의 난이도를 변화시켜 정서자극에 배분되는 주의 용량을 조작하였다. 과제 난이도의 차이는 정서맥락 내 단어의 기억 수행에 영향을 미칠 것으로 기대할 수 있다. 예를 들어 과제 난이도가 높을 경우에는 정서자극이 정서맥락 내 단어에 대해 미치는 영향은 감소하고 정서맥락 내 단어와 중립맥락 내 단어의 수행 차이가 감소할 것이다. 반대로 과제 난이도가 낮을 경우에는 정서자극이 정서맥락 내 단어에 미치는 영향이 증가하고 정서맥락 내 단어와 중립맥락 내 단어의 수행 차이가 과제의 난이도가 높은 경우보다 크게 나타날 것으로 예측할 수 있다. 즉 이차 과제의 난이도가 낮은 경우에는 잔여 용량이 많아 정서자극에 충분한 주

의가 배분되고, 이차 과제의 난이도가 높은 경우에는 과제를 처리하는 데 주의 자원이 소모되어 정서자극에 충분한 주의가 배분되지 않을 것으로 예측할 수 있다. 반면, 정서자극이 자동적으로 처리된다면 정서자극에 배분되는 주의 용량은 과제의 난이도에 따라 달라지지 않을 것이다.

이 연구는 이차과제의 난이도를 달리하여 정서자극에 배분되는 주의 용량을 조작한 것 외에는 박선희와 박태진(2010)의 연구방법과 동일하게 적용하였다. 예를 들어, 정서자극의 종류로 IAPS 사진 자극을 사용하였고, 우연학습 방법을 적용하였으며, 정서자극과 함께 중립 단어자극을 사용한 방법 등도 동일하였다. 박선희와 박태진(2010)의 연구에서는 정서자극에 대한 기억이 중립자극에 대한 기억보다 우수한 반면, 정서맥락 내 단어에 대한 기억은 중립맥락 내 단어의 기억 수행보다 저조했다고 보고하면서, 정서자극에 주의자원이 배분되어 정서맥락과 연합된 중립자극에 대한 주의자원이 충분치 못했기 때문에 기억수행이 저조했다고 설명하였다.

이 연구에서는 정서자극에 배분되는 주의 용량이 과제 난이도에 따라 영향받는지 살피기 위해 정서자극과 함께 제시되는 정서맥락 내 단어의 기억수행과 ERP 파형을 분석하였다. ERP는 다른 신경영상연구 방법에 비해 시간적 해상도가 높다는 장점이 있어서 정서자극의 처리와 같은 빠른 처리과정을 분석하는데 유리할 수 있다. 따라서 자극에 대한 행동 반응의 특성에 대한 세부적인 설명이 가능할 것으로 기대할 수 있다.

ERP를 통한 정서관련 연구결과는 대부분

정서자극이 중립자극에 비해 높은 진폭을 유발한다고 보고되고 있다. 정서관련 ERP 성분으로 LPP가 자주 언급되는데, 정서그림의 범주화(Cacioppo, Crites, & Gardner, 1996), 정서적 내용 처리(Diedrich, Naumann, Maier, & Becker, 1997), 정서자극 처리에서의 주의자원 할당(Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000) 등을 반영하는 것으로 보고되었다. LPP는 자극 제시 후 약 300ms에 나타나기 시작하며, 중심-두정 영역에서 최대 진폭을 보이는 파형이다. LPP와 유사하게 두정 영역에서 최대진폭을 보이고, 자극 제시 후 300ms 이후에 나타나는 ERP 성분으로 P3b가 있다. P3b는 능동적 주의(Squires 등, 1975)와 주의자원 배분(Isreal, Chesney, Eickens, & Donchin, 1980)를 반영한다고 보고되었으며, Kisler, Herbert, Winkler, 그리고 Junghofer(2009)는 단어 처리과정에서 정서와 주의의 상호작용을 밝힌 ERP 연구에서 P3b와 LPP가 유사하다고 보고 두정 영역에서 최대 진폭을 보이는 이들 후기 정적 전위를 LPC(Late Positive Complex)로 간주하였다. 이 연구에서도 300ms 이후 두정영역에서 최대진폭을 보이는 정적 전위를 LPC로 기술하고, 400-700ms 시간 창의 평균 진폭을 분석하였다.

이 연구의 목적은 정서자극을 제시하는 동안 이차과제의 난이도를 조절하여 정서자극에 대한 주의용량 감소가 정서맥락 내 단어의 기억 수행에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 특히 우연학습 상황에서 정서자극 자체의 특성뿐만 아니라 정서자극이 주변자극의 기억수행에 미치는 영향을 함께 분석하고자 하였고, 정서자극이 주변자극에 미치는 영향의 특성을

밝히기 위해 ERP를 적용하여 정서맥락 내 단어의 신경기전을 분석하였다.

방 법

실험참가자 24명(남 13명, 여 11명)의 오른손잡이 대학생이 연구에 참여하였다. 참여 대학생의 평균연령은 만 21.73세(범위: 만 19-25세)였다. 실험참가자는 모두 두부외상이나 신경정신과적 질병의 병력이 없고, 정기적으로 복용하는 약물이 없다고 주장한 사람이었다. 실험참가자들은 참가동의서에 서명하였고, 실험 후 사례금을 지급받았다.

실험재료 정서자극에 대한 주의배분을 조작하기 위해 정서자극과 함께 소리자극을 사용하였다. 소리자극은 높낮이가 다른 네 음(600Hz, 800Hz, 1,000Hz, 1,200Hz의 sine파형 기본음)을 공백 없이 연결시켜 제작하였고, 조건에 따라 소리자극에 대한 이차 과제 수행 난이도를 변화시켰다. 각 음의 제시시간은 0.4초, 전체 음의 제시시간은 1.6초였다. 정서자극 제시와 첫 번째 소리자극 제시는 동시에 개시되었다.¹⁾ 정서자극은 IAPS에서 추출하였는데,

1) 두 차례의 사전 실험을 거쳐 이차 과제를 선정하였다. 첫 번째 사전 실험에서는 소리를 들려주는 대신, 자극의 양쪽에 숫자를 제시하고 과제 난이도를 조작(짝수-홀수 판단, 뺄셈과제)하였으나 눈 움직임이 많아 ERP 측정에 어려움이 있었다. 두 번째 사전실험에서는 고난이도 조건에서 소리자극 제시에 대해 첫 번째 제시음과 마지막 제시음의 높낮이 차이를 판단하게 하였으나, 난이도 차이가 명확히 드러나지 않았다. 이 실험에서 채택된 이차과제는 사전실험에서 난이도 차이가 명확하게 확인된 것이었다.

IAPS 자극은 얼굴, 사람, 동물, 음식, 사물 등 다양한 범주의 긍정, 중립, 부정적인 사진으로 이루어져 있다(Lang, Bradley, & Cuthbert, 2005). 박태진과 박선희(2008)의 연구를 통해 얻은 한국인의 IAPS 평정 결과를 기준으로 자극을 추출하여 사용하였다. 정서자극의 정서가(각성) 평균치는 긍정자극 6.99(4.77), 중립자극 5.06(4.46), 부정자극 2.50(6.81)이었다. 이들 자극의 Lang 등(2005)에 의해 제공되는 정서가(각성) 평균은 긍정자극 7.20(4.89), 중립자극 5.11(3.23), 부정자극 2.40(6.10)이었다. 긍정, 중립, 부정의 세 정서자극 각각 84개씩 도합 252개를 부호화 단계에서 제시하고, 이 자극을 포함한 504개의 정서자극을 검사단계에서 제시하였다. 정서자극과 함께 제시한 자극은 사용 빈도가 100만 단어 당 7부터 15사이인 저빈도 두 글자 단어 504개였다. 단어는 모두 비정서적인 중립 단어들이었으며, 절반은 학습 단어, 나머지 절반은 비학습 단어로 사용되었다. 정서자극은 최대크기가 10.5×16.5cm가 되도록 제시하여, 시각도(visual angle)가 가로 10°, 세로 6° 이내가 되도록 하였다. 단어자극은 3×6.5cm의 사각형 바탕에 제시하였으며, 두 글자 전체의 길이를 3cm 이내로 제시하여 시각도가 2°를 넘지 않도록 하였다.

실험절차 자극의 제시와 반응의 기록은 E-Prime을 사용하여 진행되었다. 부호화 단계에서 정서자극을 제시한 후 연이어 중립단어 자극을 제시하였다. 실험 참가자에게 정서자극을 주시하도록 요구했고, 중립단어자극에 대해 구체어인지 추상어인지 판단하여 두 키 가운데 하나를 누르도록 요구하였다(우연학

습). 이 연구에서 우연학습을 적용한 이유는 정서적 맥락의 영향을 극대화하기 위해서였다. 의도학습을 적용할 경우, 단어자극에 대한 주의가 증가되어 맥락으로 제시된 정서자극의 영향이 줄어들 가능성을 고려한 것이다. 정서자극은 일정한 정서 상태 유지를 위해 동일한 정서가 범주에 속한 자극을 일곱 개씩 연속으로 제시했다²⁾. 자극은 네 개의 세션으로 나누어 제시되었으며, 각 세션은 아홉 개의 구획으로 구성되고, 각 구획은 일곱 개의 정서자극으로 구성되었다. 정서자극의 제시와 함께 높낮이가 다른 네 개의 소리자극을 순차적으로 제시하였다. 과제 난이도가 높은 조건에서는 처음 제시되는 음보다 다음에 제시되는 음 중 높은 음이 많으면 두 키 가운데 하나를 누르도록 요구하였고, 처음에 제시된 음보다 낮은 음이 많으면 다른 키를 누르도록 하였다. 과제 난이도가 낮은 조건에서는 네 개의 음이 모두 종료되면 키를 누르도록 요구하였다. 과제 난이도 조건은 각 세션에 따라 구분하였다. 정서가 범주 구획과 과제 난이도 조건의 제시 순서는 참가자에 따라 역균형화하였다.

부호화 단계에서 응시점(0.5초), 정서자극(3초), 정서자극+응시점(0.5초), 정서자극+중립단어자극(1초) 순으로 제시하였다. 정서자극은 단어자극이 종료될 때까지 계속 제시하였으며, 정서자극이 제시되는 동안 이차과제를 제시하

2) 동일한 정서가 범주에 속한 자극을 연속으로 제시한 것은 이 연구와 동일하게 IAPS 자극과 단어를 사용하여 맥락의 정서가에 관한 연구를 수행한 Erk 등(2003)의 연구에서 정서가 범주가 자주 바뀌면 정서 유발이 어렵다고 보고하면서 동일 정서가 범주의 그림을 일곱 개씩 연속으로 제시한 것에 근거하였다.

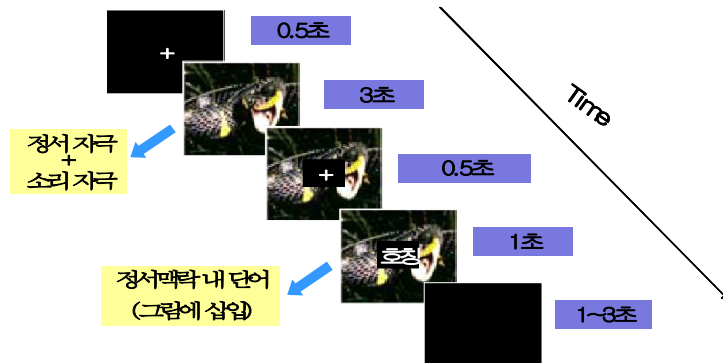


그림 1. 부호화 절차

였다. 다음 시행이 시작되기 전에 제시되는 빈 화면의 제시시간을 1초부터 3초 사이에서 무선적으로 하여(jittering) 인접 자극이나 반응으로 인한 파형 중첩의 영향을 최소화하였다. 그밖에 정서가 범주가 바뀔 때마다 추가로 빈 화면을 2초 동안 제시하여 정서범주 간 영향을 최소화 하였다(그림 1).

학습이 끝나고 약 5분 후 정서자극에 대한 재인검사를 실시하고, 그 후 중립단어자극에 대해 재인검사를 실시하였다. 재인검사에서는 ‘틀림없이(확신있게) 보았다’, ‘자신이 없지만(확신없이) 보았다’, ‘보지 않았다’의 세 반응 범주 가운데 하나를 선택하여 해당키를 누르도록 요구하였다. ERP 분석에는 부호화 단계에서 제시된 자극 중 ‘틀림없이(확신있게) 보았다’고 응답한 고확신-적중 반응만 포함하였다.

ERP 측정 및 분석 EEG는 전자기파 차폐시설이 된 실험실에서 측정하였으며, 측정 전극은 10-20 국제체계 배열에 따라 21개 영역(Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T7, C3, Cz, C4, T8, P7, P3, Pz, P4, P8, O1, O2, Tp9, Tp10)에

부착하였다. 참조전극은 정중선 중앙 위치(Cz에 해당)의 전극을 사용하였다. 안구운동에 기인한 artifact를 측정하기 위해 왼쪽 눈 좌측과 하측에 두 개의 전극을 별도로 부착하여 VEOG와 HEOG를 측정하였다. 모든 신호는 250Hz로 표집하였고, BrainAmp(BrainProducts, Munich, Germany)를 사용하여 증폭하였다. 전극 임피던스(impedance)는 5K Ω 이하로 유지하고, High-Pass Filter 0.01Hz, Low-Pass Filter 30Hz 대역통과필터(bandpass filtering)를 거쳤다.

ERP 분석은 BrainAnalyzer(BrainProducts, Munich, Germany)를 사용하여 수행하였다. 참조전극을 양쪽 mastoid(Tp9, Tp10)의 평균으로 바꾸어 분석하였다. 분석 구간 단위(EOG epoch) 내 최대-최소 전압 차이가 100 μ V가 넘을 경우 분석에서 제거하여 눈 깜박임이나 눈 운동이 일어난 시행들을 배제하였다. ERP epoch은 2,000ms(자극제시 전 200ms에서 자극제시 후 1,800ms)였다. 자극제시 전 200ms 동안의 평균 진폭을 기저선으로 ERP 데이터를 영점 교정하였다.

ERP 데이터는 과제 난이도(고난이도, 저난이도)에 따라 각 정서맥락 내 단어(긍정맥락

내 단어, 중립맥락 내 단어, 부정맥락 내 단어)의 평균진폭을 분석했다. 정서자극에 대한 ERP 평균진폭은 분석하지 않았는데, 이는 부호화 단계에서 정서자극과 동시에 소리자극이 제시되었기 때문에 정서자극에 대한 파형과 소리자극에 대한 파형이 혼재될 수 있다고 판단했기 때문이다. 이 연구에서 주 관심은 맥락의 정서성이 중립자극에 미치는 영향이기 때문에 정서맥락 내 단어에 대한 ERP 분석 결과에 초점을 맞추었다. ERP 성분은 LPC를 반영하는 400-700ms 시간 창에 초점을 맞추었다. 분석에 포함된 모든 ERP 진폭은 성공적으로 인출(고확신-적중)한 자극의 부호화 단계에서의 값이다. 통계분석은 반복측정 변량분석을 실시하였으며, Greenhouse-Geisser 교정 방법을 적용하였다. 두 수준 이상의 변인이 포함된 경우 변인 내 수준 간 쌍별 비교를 위해 대비 분석을 실시하였다.

결 과

행동 결과 이차 과제의 난이도 수준에 따른 정서자극과 정서맥락 내 단어의 정확 재인율

이 표 1, 그림 2, 그림 3에 제시되어 있다.

정서자극의 정확 재인율을 분석한 결과, 과제 난이도 [$F(1, 23)=9.47, p<.01$]에 대한 주효과가 유의미했고, 고난이도 조건에 비해 저난이도 조건의 정확 재인율이 높았다. 정서가 [$F(1.45, 33.45)=190.93, p<.001$]에 대한 주효과도 유의미했는데, 정확 재인율에 있어서 부정자극이 가장 높고 다음으로 긍정자극과 중립자극 순이었다. 과제 난이도와 자극의 정서기간 상호작용효과는 유의미하지 않았다. 정서맥락 내 단어의 정확 재인율에 대한 변량 분석 결과, 난이도와 정서기간의 상호작용효과만 유의미했고 [$F(1.48, 33.97)=4.37, p<.05$], 정서기간과 난이도 각각의 주효과는 유의미하지 않았다.

난이도 수준을 구분하여 분석한 결과, 저난이도 조건에서는 정서기간의 효과가 유의미하였는데 [$F(1.84, 42.42)=4.53, p<.05$], 저난이도 조건에서 중립맥락 내 단어가 부정맥락 내 단어에 비해 [$F(1, 23)=4.36, p<.05$], 긍정맥락 내 단어가 부정맥락 내 단어에 비해 정확 재인율이 높았다 [$F(1, 23)=9.80, p<.01$]. 한편, 고난이도 조건에서는 정서기간에 따른 차이가 관찰되지

표 1. 난이도 수준에 따른 정서자극과 정서맥락 내 단어의 정확 재인율(%)

		정서자극	정서맥락 내 단어
저난이도	긍정	42.6 (3.5)	32.0 (5.3)
	중립	30.5 (3.8)	30.3 (5.0)
	부정	72.6 (3.8)	27.2 (5.1)
고난이도	긍정	35.9 (3.6)	23.7 (4.7)
	중립	25.2 (3.0)	25.7 (5.0)
	부정	65.3 (4.3)	26.4 (4.7)

주. 괄호 안은 표준오차임

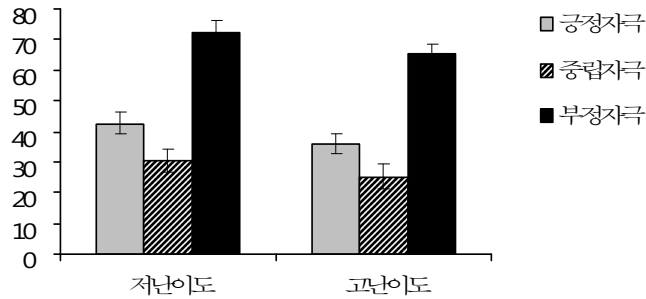


그림 2. 정서자극의 정확 재인율(%) (오차막대는 표준오차임)

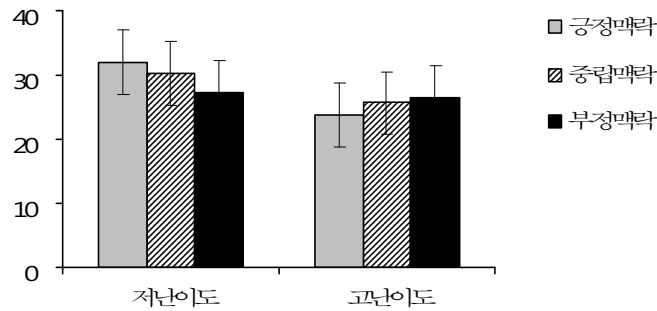


그림 3. 정서맥락 내 단어의 정확 재인율(%) (오차막대는 표준오차임)

않았다.

ERP 결과 고확신-적중 반응을 보인 정서맥락 내 단어에 대한 부호화 단계 ERP 진폭을 맥락의 정서가, 과제 난이도, 전극 위치에 따라 반복측정 변량분석을 실시했다. 400-700ms 시간 창의 평균진폭을 분석하였고, 성공적으로 인출된 단어의 부호화 도중 ERP 결과가 과제의 난이도에 따라 그림 4와 그림 5에 제시되어 있다.

400-700ms 시간 창의 평균진폭에 대해 이차 과제의 난이도, 맥락의 정서가, 전극위치에 따른 삼원변량분석을 실시한 결과, 전극위치의

주효과가 유의미했고[F(4.74, 90.11)=14.20, $p < .001$], 맥락의 정서가의 주효과가 주변수준에서 유의미한 반면[F(1.95, 37.10)=2.76, $p < .10$], 과제 난이도에 따른 주효과는 유의미하지 않았다. 또한 과제 난이도와 맥락의 정서에 따른 이원상호작용효과가 주변 수준에서 유의미했고[F(1.96, 37.26)=2.62, $p < .10$], 과제 난이도, 맥락의 정서가, 전극위치 간 삼원상호작용효과가 유의미했다[F(6.35, 120.63)=2.10, $p < .05$]. 전극 위치에 따라 과제의 난이도와 맥락의 정서가 효과를 분석한 결과, Fz[F(1.76, 33.37)=3.36, $p < .05$], F3[F(1.79, 33.99)=4.98, $p < .05$]의 전두영역과 T7[F(1.94, 36.91)=3.39,

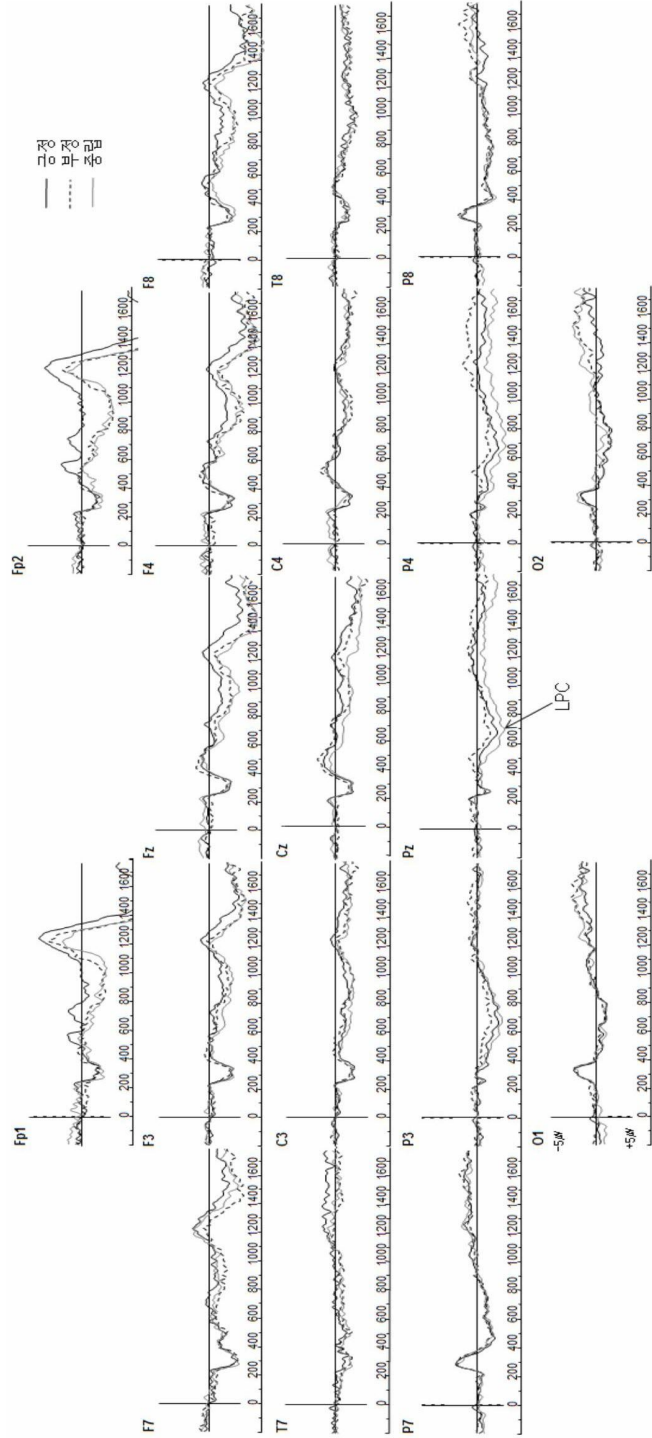


그림 4. 저난이도 조건에서 정서맥락 내 단어의 ERP grand average 파형

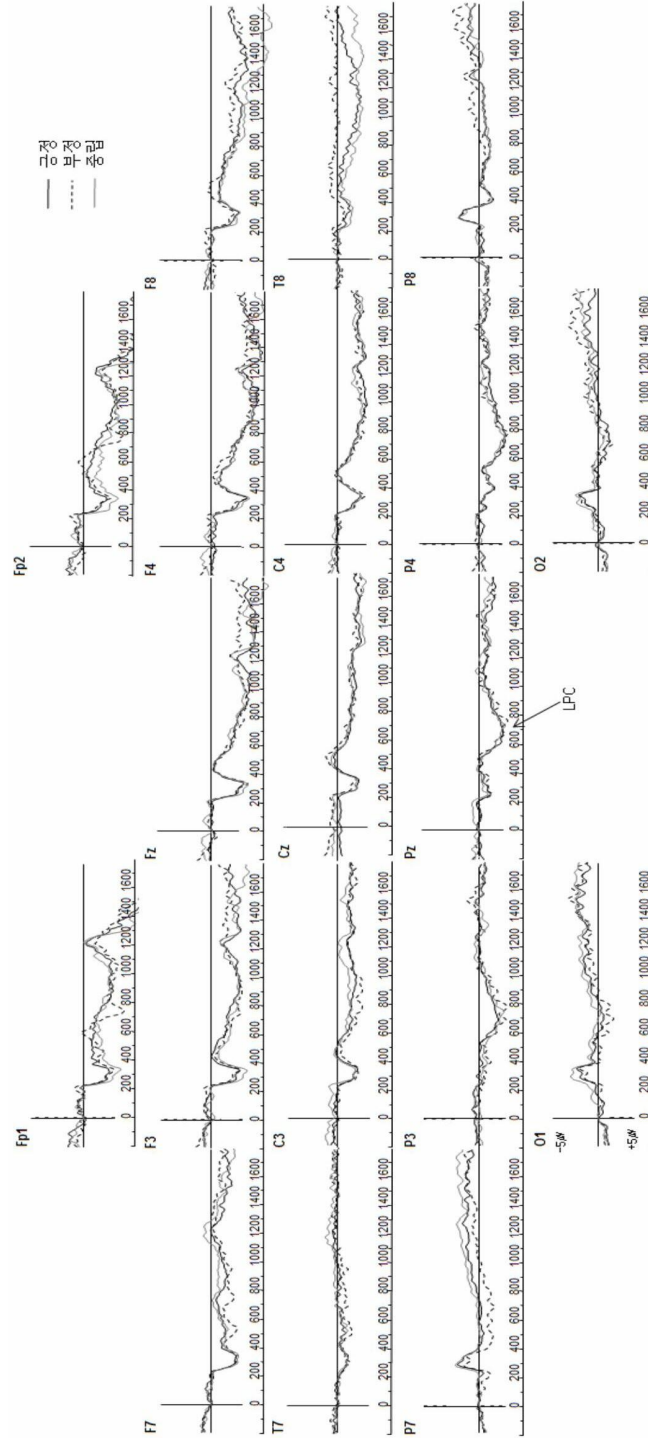


그림 5. 고난이도 조건에서 정서맥락 내 단어의 ERP grand average 파형

$p < .05$] 영역에서 과제 난이도와 맥락의 정서가 간 상호작용효과가 유의미했고, $F_{p1}[F(1.54, 29.29)=2.84, p < .10]$, $F_{p2}[F(1.92, 36.42)=2.93, p < .10]$, $Pz[F(1.67, 31.64)=3.04, p < .10]$ 영역에서도 과제 난이도와 맥락의 정서가 간 상호작용효과가 주변수준에서 유의미했다. 또한 $P4[F(2.00, 38.00)=4.18, p < .05]$ 영역에서는 맥락의 정서가에 따른 차이가 유의미했고, $Pz[F(1.88, 35.73)=2.83, p < .10]$, $P7[F(1.54, 29.32) = 3.06, p < .10]$ 영역에서도 맥락의 정서가에 따른 차이가 주변수준에서 유의미했다.

과제 난이도와 맥락의 정서가 간 상호작용효과가 유의미한 전극위치에 대해 과제 난이도에 따른 맥락 정서가 효과를 분석한 결과,

$F3$ 영역에서 고난이도 조건의 경우 중립맥락 내 단어가 긍정맥락 내 단어에 비해 높은 진폭을 보였으나 [$F(1, 20)=12.77, p < .01$], 저난이도 조건에서는 정서맥락에 따른 차이가 없었다. 또한 $Fp2$ 영역에서 고난이도 조건의 경우 중립맥락 내 단어가 부정맥락 내 단어에 비해 높은 진폭을 보였으나 [$F(1, 20)=5.88, p < .05$] 저난이도 조건에서는 정서맥락에 따른 차이가 없었다. 특히 LPC 가 나타나는 두정영역을 살펴보면, Pz 영역에서 저난이도 조건에서는 중립맥락 내 단어가 부정맥락 내 단어 [$F(1, 20)=6.85, p < .05$]와 긍정맥락 내 단어 [$F(1, 20)=5.84, p < .05$]에 비해 높은 진폭을 보인 반면, 고난이도 조건에서는 유의미한 차이가 없

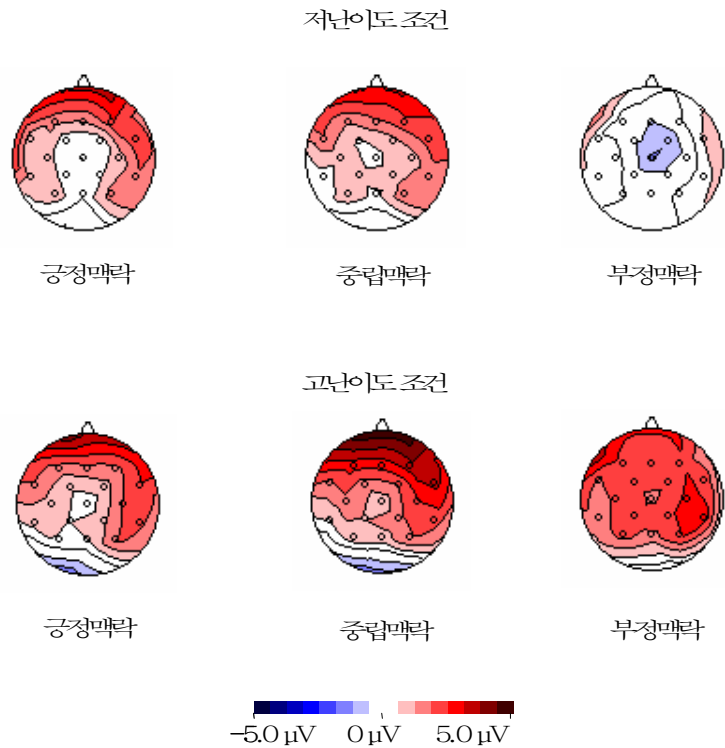


그림 6. 과제 난이도 별 맥락의 정서가에 따른 ERP 진폭 분포도(400~700ms)

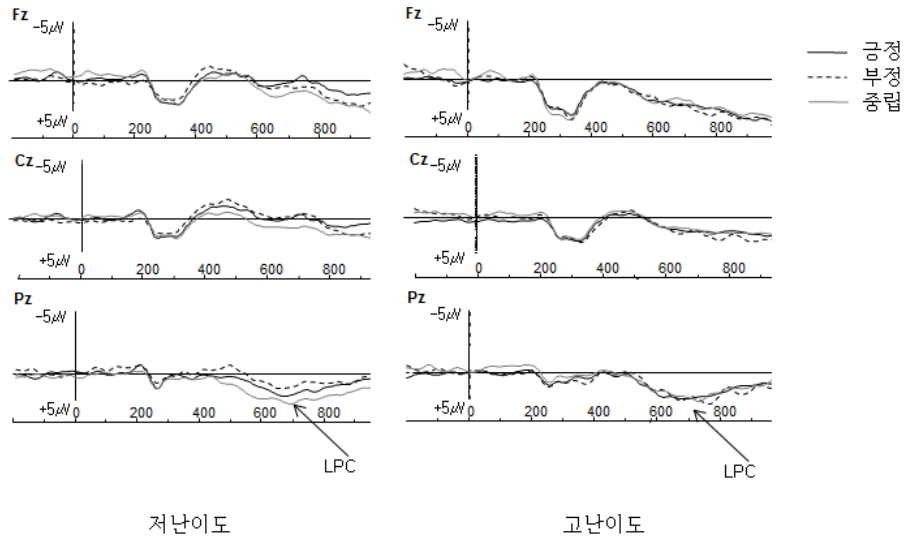


그림 7. 중심 3영역에서 이차 과제의 난이도와 맥락의 정서가에 따른 ERP 파형

었다. 상호작용효과가 나타난 다른 전극위치에서의 단순효과는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이차 과제 난이도 별 맥락의 정서가에 따른 400-700ms 시간 창 의 ERP 진폭 분포도를 그림 6에 제시하였다.

ERP 결과를 요약하면, 저난이도와 고난이도 조건에서 맥락의 정서가에 따른 LPC 진폭 차이가 서로 달랐다(그림 7). 즉, 저난이도 조건에서는 부정맥락이나 긍정맥락에 비해 중립맥락 내 단어의 평균진폭이 높은데 비해, 고난이도 조건에서는 맥락의 정서가에 따른 차이가 보이지 않았다.

논 의

이 연구는 정서자극 처리가 주의배분에 영향 받는지 밝히기 위해 수행되었다. 이를 위해 정서자극과 함께 제시되는 이차 과제의 난이도를 조작하여 정서자극에 배분되는 주의용

량을 달리하고, 이러한 주의배분 조작이 정서 맥락 내 단어의 부호화에 미치는 영향을 살펴 보았다.

행동 수행 결과, 정서자극의 경우 저난이도 조건에 비해 고난이도 조건에서 정확 재인율이 낮았다. 이는 이차 과제의 난이도 수준에 따라 정서자극 처리에 대한 영향이 달라졌음을 반영하며, 정서자극에 배분되는 주의수준의 차이에 기인한 것으로 볼 수 있다. 그리고 중립단어자극의 부호화에 미치는 정서맥락의 효과는 이차 과제의 난이도 수준에 따라 달라졌다. 즉 맥락의 정서성에 따른 정확 재인율의 차이가 저난이도 조건에서는 보였지만, 고난이도 조건에서는 없었다. 이러한 결과는 정서자극 처리가 주의배분에 따라 달라진다는 설명을 지지한다. 만약 자극의 정서가 효과가 주의용량에 관계없이 자동적으로 발생한다면 맥락의 정서가 효과가 이차 과제의 난이도에 무관하게 나타나야하기 때문이다. 그러나 이

연구는 주의자원이 충분할 경우에는 맥락의 정서성 효과가 드러났지만, 주의자원이 충분하지 않을 경우에는 맥락의 정서성 효과가 감소했으며, 이는 주의자원 배분에 따라 정서 자극에 대한 처리가 달라짐을 반영한다. 이 연구의 결과는 정서 자극에 대한 처리가 주의 수준에 의해 영향받는다고 주장한 Pessoa 등(2002)과 Wegner 등(1993)의 견해와 일치한다.

정서 자극에 대한 처리가 주의 수준에 의해 달라진다는 설명은 ERP 결과를 통해서도 일관되게 드러났다. 이 연구에서는 정서맥락 내 단어에 대한 400-700ms 시간 창 의 ERP 진폭이 차이를 보였다. 400-700ms 시간 창이 반영하는 LPC는 능동적인 주의를 나타내는 것으로 알려져 있다(Delplanque, Lavoie, Hot, Silvert, & Sequeira, 2004; Polich, 2007; Squires, Squires, & Hillyard, 1975). 따라서 맥락의 정서성에 따라 400-700ms 시간 창에서 차이가 있다는 결과는 맥락의 정서성에 따른 차이가 능동적 주의에 기인함을 시사하며, 정서맥락의 능동적 주의 관련성은 정서 자극에 처리가 주의 수준에 따라 달라진다는 설명에 부합한다.

이 연구의 행동 수행 결과에 따르면 지난이도 조건에서 부정맥락 내 단어의 기억 수행률이 중립맥락 내 단어에 비해 저조했다. 반면 긍정맥락 내 단어의 기억 수행률은 부정맥락 내 단어에 비해 우수했고, 중립맥락 내 단어와는 차이가 없었다. 이 결과는 긍정맥락과 부정맥락의 정서가 효과가 상이할 가능성을 시사한다. 비록 ERP 진폭 분석 결과는 400-700ms 시간 창에서 긍정맥락 내 단어가 중립맥락 내 단어에 비해 낮은 진폭을 기록했지만, 긍정 자극과 부정 자극이 독립적인 신경

기전에 근거하고 긍정 자극의 기억 수행이 더 우수하다고 보고한 선행연구들을 찾아볼 수 있다. 예를 들어, Ashby, Isen, 그리고 Turken(1999)과 Cahill(1999)은 긍정 정서와 부정 정서가 상이한 신경전달물질에 의해 조절된다고 제안하면서, 긍정 정서와 부정 정서가 상호 독립적으로 작용한다고 주장했다. 긍정 자극은 도파민 방출 증가에 의해 매개되며 긍정 자극의 결합이나 환경에서의 수행을 촉진시키는 반면, 부정 자극은 아드레날린성 신경전달물질에 의해 조절되며 각성 자극 처리와 관련이 있다는 것이다. 정서 자극과 중립 자극을 비교한 ERP 연구에서도 긍정 자극과 부정 자극이 뇌 영역에 따라 상이함을 보여주는 결과가 제시되었다. 부정 자극의 경우에는 두정-후두 영역에서 높은 LPC 진폭을 보인 반면, 긍정 자극의 경우에는 전두-중심 영역에서 LPC 진폭이 높았다(Delplanque, Silvert, Hot, & Sequeira, 2006).

또한 긍정 정서와 부정 정서가 상호 독립적으로 작용할 가능성은 젊은이와 노인에게서 관찰되는 서로 다른 결과를 통해서도 유추할 수 있다. 젊은이를 대상으로 하는 대부분의 연구가 부정적인 자극에 대한 우수한 기억 수행을 반영하는 부정 편향을 주장하는 반면, 노인을 대상으로 하는 연구에서는 긍정적인 자극에 대한 우수한 기억 수행을 반영하는 긍정 편향이 보고되었다(Charles, Mather, & Carstensen, 2003; Carstensen & Mikels, 2005). 또한 ERP 연구에서도 노인들은 부정 자극보다 긍정 자극을 제시하는 경우에 더 높은 LPP의 진폭을 나타냈다(Langeslag & Strien, 2009). 이는 긍정 정서와 부정 정서가 독립적인 신경기전에 근거할 수 있음을 시사하며, 추후 긍정 정서와 부정 정서

의 세부적인 특성을 고려하여 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

이 연구에서는 이차과제의 난이도 수준에 따른 정서자극의 처리과정을 주의수준의 관점에서 설명하였다. 이는 정서자극에 주의 자원이 배분되어 기억 수행을 돕는다는 자원할당 모형의 고전적 이론(Ellis & Ashbrook, 1998)에 기반한 것이다. 그러나 정서자극의 처리에는 작업기억 용량의 차이 등 더 다양한 인지과정이 개입할 수 있다. 따라서 추후 연구에서는 정서자극과 정서자극이 주변자극에 미치는 영향에 대해 더 다양한 인지적 측면을 고려할 필요가 있다.

이 연구의 제한점으로 연구설계의 특성과 개인의 실험소요 시간을 고려하여 많은 시행이 분석에 포함되지 못한 점을 들 수 있다. 이는 다양한 정서가 범주 및 난이도를 포함한 자극의 학습과 검사 수행을 위해 실험소요 시간이 많이 요구되는 상황에서, 일정 시간 이상 실험에 참여할 경우 참여자의 피로도가 ERP 결과에 영향을 미칠 가능성이 있어 조건당 충분한 시행을 확보하기 어려웠기 때문이다. 또한 우연학습 과정을 적용하였기 때문에 정확반응만을 분석에 포함한 것도 시행 수 감소의 원인으로 작용하였다. 따라서 추후 연구에서는 정서가 범주를 축소하는 등의 조건 단순화를 통한 반복검증이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

박선희, 박태진 (2010). 정서적 맥락이 기억 부호화에 미치는 영향. *인지과학*, 21, 387-

408.

박태진, 박선희 (2009). IAPS 자극에 대한 한국대학생의 정서 평가. *인지과학*, 20, 183-195.

Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106, 529-550.

Cacioppo, J. T., Crites, S. L., & Gardner, W. L. (1996). Attitudes to the right: evaluative processing is associated with lateralized late positive event-related brain potentials. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 6227, 1205-1219.

Cahill, L. (1999). A neurobiological perspective on emotionally influenced long-term memory. *Seminars in Clinical Neuropsychiatry*, 4, 266-273.

Carstensen, L. L., & Mikels, J. A. (2005). At the intersection of emotion and cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 117-121.

Charles, S. T., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: the forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology*, 132, 310-324.

Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95-111.

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.
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., & Sequeira, H. (2006). Event-related P3a and P3b in response to unpredictable emotional stimuli. *Biological Psychology*, 68, 107-120.
- Diedrich, O., Naumann, E., Maier, S., & Becker, G. (1997). A frontal positive slow wave in the ERP associated with emotional slides. *Journal of Psychophysiology*, 11, 71-84.
- Ellis, H. C. & Ashbrook, P. W. (1988). Resource allocation model of the effects of depressed mood states on memory. In K. Fiedler & J. Forgas (Eds). *Affect, Cognition and Social Behavior*(pp 25-43). Toronto: Hogrefe.
- Erk, S., Kiefer, M., Grothe, J., Wunderlich, A. P., Spitzer, M., & Walter, H. (2003). Emotional context modulates subsequent memory effect. *NeuroImage*, 18, 439-447.
- Fichtenholtz, H. M., Dean, H. L., Dillon, D. G., Yamasaki, H., McCarthy, G., & Kable, K. S. (2004). Emotion-attention network interactions during a visual oddball task. *Cognitive Brain Research*, 20, 67-80.
- Foa, E. B., Feske, U., Murdoch, T. B., Kozack, M. J., & McCarthy, P. R. (1991). Processing of threat related information in rape victims. *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 156-162.
- Isreal, J. B., Chesney, G. L., Wickens, C. D., & Donchin, E. (1980). P300 and tracking difficulty: Evidence for multiple resources in dual-task performance. *Psychophysiology*, 17, 259-273.
- Kissler, J., Herbert, C., Winkler, I., & Junghofer, M. (2009). Emotion and attention in visual word processing: An ERP study. *Biological Psychology*, 80, 75-83.
- 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. University of Florida, Gainesville. FL.
- Langeslag, S. J. E., & Strien, J. W. V. (2009). Aging and emotional memory: The co-occurrence of neurophysiological and behavioral *positivity effects*. *Emotion*, 9, 369-377.
- Ohman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108, 483-522.
- Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E., & Ungerleider, L. G. (2002). Neural processing of emotional faces requires attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 11458-11463.
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2128-2148.
- Squires, N. K., Squires, K. C., & Hillyard, S. A. (1975). Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 387-401.
- Vrana, S., Roodman, A., & Beckham, J. (1995). Selective processing of trauma-relevant words

- in post-traumatic stress disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 9, 515-530.
- Vuilleumier, P., Armony, J. R., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An event-related fMRI study. *Neuron*, 30, 829-841.
- Watts, F., McKenna, F., Sharrock, R., & Trezise, L. (1986). Colour naming of phobia-related words. *British Journal of Psychology*, 77, 97-108.
- Wegner, D. M., Erber, R., & Zanakos, S. (1993). Ironic processes in the mental control of mood and mood-related thought. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1093-1104.

1 차원고접수 : 2014. 12. 15

수정원고접수 : 2015. 04. 07

최종게재결정 : 2015. 04. 08

The Effect of Emotional Context on reduced attention allocation: ERP study

Sunhee Park

Taejin Park

Department of Psychology, Chonnam National University

This study examined whether attention allocation to the emotional stimuli can be modulated. This study were performed an emotional picture and a neutral word were presented in succession at every trials. And secondary tone judgement task was simultaneously performed during encoding of emotional pictures and the difficulty of the task was manipulated in order to modulate the attention allocation. Recognition judgement results showed poorer memory of neutral words in emotional context than those in neutral context in the easy secondary task condition, but showed no emotional context effect in the difficult secondary task condition. LPC showed the similar pattern: lower amplitude by neutral words in the emotional context than those in the neutral context when the secondary task is easy, but no effect of emotional context when difficult. These results suggest that attention allocation to the emotional stimuli can be modulated.

Key words : *emotional context, task difficulty, attention allocation, ERP*