

## 지각적 복잡성과 정서가가 IAPS 자극 처리에 미치는 영향: ERP 연구\*

박 수 담

박 태 진<sup>†</sup>

전남대학교 심리학과

본 연구는 IAPS 사진자극의 정서가와 지각적 복잡성이 정서자극 처리에 미치는 영향을 ERP(event-related potential) 성분 분석 및 진동분석을 통해 밝히고자 하였다. LPP(late positive potential)나 EPN(early posterior negativity)과 같은 ERP 성분들은 정서가 뿐만 아니라 지각적 복잡성의 영향을 받는다고 최근 보고되었다. IAPS 사진자극의 지각적 복잡성(단순/복잡)과 정서(긍정/중립/부정)를 조작하고 EPN(220-280ms), LPP(350-600ms), 그리고 delta파(1-3Hz) 상에서 두 변인의 효과를 관찰하였다. 참가자들에게 IAPS자극에 대해 정서적 판단을 요구하면서 ERP를 측정 추출하였다. 그 결과, 후두-측두영역의 EPN 평균진폭에 있어 정서가와 지각적 복잡성, 그리고 상호작용의 효과가 모두 관찰되었는데, 긍정자극과 중립자극에서는 복잡조건이 단순조건보다 진폭이 더 컸지만 부정자극에서는 복잡성효과가 관찰되지 않았고, 복잡조건에서는 긍정자극과 중립자극에 비해 부정자극의 진폭이 더 작았지만(부정자극의 EPN 정서효과) 단순조건에서는 정서조건들간 차이가 관찰되지 않았다(EPN 정서효과가 없음). 두정영역의 LPP 평균진폭에 있어 정서가와 지각적 복잡성의 효과가 관찰되었는데, 두 복잡성조건 모두에서 긍정자극과 중립자극에 비해 부정자극의 진폭이 더 컸으며(부정자극의 LPP 정서효과), 긍정자극과 중립자극에서는 단순조건이 복잡조건보다 진폭이 더 컸지만 부정자극에서는 복잡성효과가 관찰되지 않았다. LPP와 EPN 모두에서 반구 관련 상호작용효과는 관찰되지 않았다. 두정영역의 delta파에 대해 최대 정점간 진폭을 분석한 결과 복잡성효과는 관찰되지 않았고 정서효과만 관찰되었는데, 긍정자극과 중립자극에 비해 부정자극의 진폭이 더 컸다. 요약하면, LPP와 EPN이 정서가 뿐만 아니라 지각적 복잡성의 영향을 받았지만 부정자극은 긍정자극이나 중립자극과 달리 지각적 복잡성의 영향을 받지 않았고, 두정부위의 delta파는 LPP와 관련되지만 지각적 복잡성에는 기여하지 않고 정서가에만 기여하였다. 이러한 결과는 전반적으로 부정자극 처리의 동기적 중요성과 우선성을 시사한다.

주제어 : 국제정서사진체계(IAPS), 정서, 지각적 복잡성, LPP, EPN, delta

\* 이 논문은 2010년도 전남대학교 연구년교수연구비 지원에 의하여 연구되었음.

<sup>†</sup> 교신저자 : 박태진, 전남대학교 사회과학대학 심리학과, (500-757) 광주광역시 북구 용봉로 77  
E-mail: tpark@jnu.ac.kr

정서적 자극의 처리과정을 규명하기 위해 흔히 사용되는 것이 사건관련전위(ERP; event-related potential)인데, 이는 다른 신경영상연구 방법에 비해 시간적 해상도가 높다는 장점이 있다. 정서적 자극의 처리과정은 매우 빠른 속도로 진행되므로, 높은 시간적 해상도를 가진 ERP는 정서 처리과정을 알아보는 데 유력한 방법으로 주목받아 왔다.

정서적 자극은 흔히 중립적 자극과 상이한 ERP 파형을 보이는데, 정서자극과 중립자극 사이의 차이를 보이는 대표적 ERP성분으로서 EPN(Early Posterior Negativity)과 LPP(Late Positive Potential)를 들 수 있다(Schupp, Fleisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006). EPN은 중립자극에 비해 정서자극(긍정자극과 부정자극)의 전위가 더 작은 ERP 차이파형(정서자극 전위에서 중립자극 전위를 뺀 차이파형이 부정 전위인 파형으로서, 원 파형은 흔히 정적 정위임)이 양반구 후두-측두 부위의 전극들에서 관찰되는 것을 지칭한다. EPN은 자극제시 후 약 150 내지 200ms부터 발달하기 시작하여 200-300ms에서 정점에 도달하는데, 후두 피질에 기원을 두며 두정피질이 기여한다(Junghöfer, Bradley, Elbert, & Lang, 2001; Schupp 등, 2006; Wiens, Molapour, Overfeld, & Sand, 2012). EPN 차이파형은 후두-측두 부위에서는 부정 파형으로 나타나지만, 전두-중앙 부위의 전극들에서는 거꾸로 정적 파형으로 나타나는 데, 통상 후두-측두 부위에서 관찰되는 부정 차이파형을 EPN이라고 부른다. 중립적 자극에 비해 정서적 자극이 더 작은 진폭, 즉 EPN을 보이지만(Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2003)(EPN 정서효과), 정서가가 동일하더라도

각성수준이 높은 자극이 낮은 자극에 비해 더 작은 진폭, 즉 EPN을 보인다(Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2004).

LPP는 중립자극에 비해 정서자극의 전위가 더 큰 ERP 차이파형(정서자극 전위에서 중립자극 전위를 뺀 차이파형이 정적 전위인 파형으로서, 원 파형 역시 정적 정위임)이 양반구 중심-두정 부위 전극들에서 관찰되는 것을 지칭한다. LPP는 자극제시 후 약 300ms부터 발달하기 시작하여 400-600ms에서 정점에 도달하고 수 초 동안 지속되는데(Schupp 등, 2006), 후두와 하측두, 그리고 두정 부위의 시각영역 활성화와 관련된다(Sabatinelli, Lang, Keil, & Bradley, 2007). 이 파형에서 정서자극은 중립자극보다 더 큰 진폭을 보이며(LPP 정서효과), 부정자극이 긍정자극보다 더 큰 진폭을 보인다(Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito, & Lang, 2000; Schupp 등, 2004). 또한 정서가 외에 각성수준이 높을수록 LPP가 더 크다(Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang 2000; Ito, Larsen, Smith, & Cacioppo, 1998; Reisenzein, 1994; Schupp 등, 2004).

EPN과 LPP와 관련된 정서효과에 대해 주의 기전, 그리고 이와 관련된 지각적 부호화와 작업기억 표상형성에 따른 설명이 제안되었다. EPN은 중립자극에 비해 정서자극에 대한 주의자원 요구가 더 큼을 반영하며(Wiens 등, 2012), 자연적인 선택적 주의 관점에 따르면 지각적 부호화가 부분적으로 접근-회피 동기 체계의 지휘를 받는다는 것을 시사한다(Schupp 등, 2006). 특히 정서자극에 비해 중립자극에 대한 정적 정위가 더 강하다는 점 때문에 자칫 중립자극에 대한 신경활성화가 더 강할 것

으로 잘못 짐작하기 쉬운데, fMRI 연구들은 중립자극보다 정서자극에 대한 시각피질 활성화가 더 크다고 보고하였다(Schupp 등(2006)에서 인용). 이로 미루어 볼 때, 정서자극은 중립자극과 달리 자동적으로 선택적 주의를 끌고 따라서 지각적 부호화가 더 용이하며, 정서자극의 이러한 특성이 EPN 정서효과에 반영된다. LPP는 전통적인 P300이나 P3b와 유사한데, LPP, P300, P3b 모두 두드러지게 중요한 사건에 대해 제한된 용량의 주의자원을 배당하는 지표이다(Bradley, 2009; Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008), 결국 정서자극은 중립자극보다 주의자원을 더 많이 배당받거나, 그 내재적 중요성 때문에 작업기억 내에 뚜렷한 자극표상을 형성하며(Schupp 등, 2006), 이를 LPP 정서효과가 반영한다.

정서 처리과정의 특성을 밝히는데 있어 LPP와 EPN과 같은 ERP 성분 외에 delta파와 같은 사건관련 진동(ERO: Event-related oscillations)이 많은 관심의 대상이 되어왔다. ERO는 자극에 의해 유발된 EEG(electroencephalogram) 가운데 시간 경과에 따른 특정 주파수 대역의 파워 변화로 나타나는데, 여기서 파워는 세포들의 동기화(synchronization)가 잘 될수록 증가하고, 거꾸로 비동기화 될수록 감소한다(Pfurtscheller & Silva, 1999). ERO 가운데 특히 delta(1-3Hz<sup>1)</sup>)파의 파워는 P300이나 LPP의 전위와 정적 상관관을 보인다(Başar, Başar-Eroglu, Rosen, & Schutt, 1984; Intriligator & Polich, 1995; Roschke

& Fell, 1997; Schurmann, Başar-Eroglu, Kolve, & Başar, 2001). 예를 들어, oddball 패러다임에서 통상 관찰되는 두정영역의 P300의 진폭에 대해 delta파는 매우 높은 설명력을 보이는데, 이는 delta파가 두정부위의 P300에 크게 기여함을 시사한다(Karakas, Erzenigin, & Başar, 2000a, 2000b).

최근 delta파가 자극의 정서성의 영향을 받는다고 여러 연구들이 보고하였다. Balconi와 Pozzoli(2009)는 정서적인 얼굴표정(행복한 표정, 슬픈 표정, 공포 표정, 화난 표정, 중립적 표정) 자극을 사용하여 정서가가 theta파, gamma파, 그리고 delta파에 미치는 영향을 시간구간별로 조사하였는데, 특히 delta파 파워의 경우 중립적 표정에 비해 정서적 표정에 대해 자극 제시 후 250-350ms구간 그리고 두정영역에서 가장 큰 증가를 보였다. 또한 delta파 파워가 P300 진폭에 대해 높은 설명력을 가짐을 밝힘으로써 delta파가 P300을 조절한다고 보고하였다. Knyazev, Slobodskoj-Plusnin, 그리고 Bocharov (2009) 역시 얼굴표정(화난 표정, 행복한 표정, 중립적 표정)의 정서성이 theta파와 delta파에 미치는 영향을 조사하였는데, 정서처리가 명시적으로 일어나는 경우(적대적-우호적 차원에서 정서성 평가를 요구함)와 암묵적으로 일어나는 경우(성별 판단을 요구함)를 비교하였다. 그 결과, theta파와 delta파 모두 중립적 표정에 비해 정서적 표정에 대해 더 강한 동기화를(즉, 더 큰 파워를) 보였고, 정서적 표정 가운데 화난 표정이 행복한 표정에 비해 중립 표정과 더 큰 차이를 보였다. 그리고 이러한 효과가 암묵적 정서처리에서는 자극 제시 후 250ms 이전에, 명시적 정서처리에서는 자극

1) delta파의 진폭은 연구자에 따라 다소 상이하게 정의되는데, 예를 들어 0.5-3Hz(Balconi 등, 2009), 1-4Hz(Knyazev 등, 2009) 등을 들 수 있다. 본 연구에서는 1-3Hz 대역을 선택하였다.

제시 후 250ms 이후에 관찰되었다.

본 연구의 관심사는, 정서처리 연구에서 정서자극으로 흔히 사용되어온 국제정서사진체계(International Affective Picture System; IAPS)의 사진자극 처리에 정서적 요인 외에 비정서적인 물리적 요인, 특히 사진자극의 물리적 복잡성이 미치는 영향을 밝히는데 있다. IAPS는 Florida 대학의 The Center for the Study of Emotion and Affection(CSEA)에서 정서와 주의 연구에 사용할 수 있는 표준화된 재료들을 제공하기 위해 International Affective Digitized Sound System(IADS), Affective Norms for English Words(ANEW), Affective Norms for English Text(ANET)들과 함께 개발되었다. IAPS는 정서를 일으키는 956장의 컬러 사진들로 구성되어 있으며 다양한 범주의 내용을 포함하고 있다. IAPS는 정서적 자극의 선정에 있어 더 나은 실험적 통제를 가능하게 하고, 다른 연구 결과와 비교를 수월하게 하며, 반복검증을 가능하게 하는 장점을 가진다(Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). Lang, Bradley, 그리고 Cuthbert (2005)는 과거 13년간 IAPS 자극들에 대해 미국인으로 하여금 쾌(Pleasure), 각성(Arousal), 지배(Dominance)의 세 가지 차원에서 각각 평가하도록 하고, 그 평정결과를 제공하였다. 국내에서는 박태진과 박선희(2009)가 956장의 IAPS 자극 전체에 대한 한국인의 평정결과를 정서가와 각성수준의 두 차원에서 보고하였다. 그리고 한국인의 평정결과를 미국인의 평정결과와 비교한 결과 양자는 전반적으로 높은 상관을 보였지만, 세부적인 몇 가지 측면에서는 차이를 보였다. 한국인은 미국인에 비해 IAPS 자극에 대해 더 극단적인 각성반응과 덜 극단

적인 정서반응을 보였는데, 이 차이는 쉽게 흥분하면서도 정서표현을 억제하는 한국의 문화가 원인인 것으로 해석되었다.

정서처리를 다룬 연구자들은 흔히 IAPS의 세 차원 가운데 주로 정서거나 각성수준을 기준으로 자극을 선정하고 정서연구를 수행하였다(Feldman, 1995; Rozenkrants, & Polich, 2008). 그러나 최근 정서가와 각성수준 외에 IAPS의 지각적 복잡성이나 내용적 속성이 EPN과 LPP에 영향을 미칠 가능성이 제기되었다. Bradley 등(2007)은 긍정, 중립, 부정의 세 정서가 범주에 속하는 IAPS자극 192개를 추출하여 실험참가자들에게 전경-배경이 잘 구분되는 단순한 대상인지 아니면 잘 구분되지 않는 복잡한 장면인지를 9점 척도상에서 평가하도록 함으로써 지각적 복잡성의 평정결과를 구하였다. 그리고 제시된 IAPS 자극을 실험참가자들에게 바라보도록 요구하고서 ERP를 측정 분석하였다. 그 결과 LPP 정서효과(중립자극보다 정서자극의 LPP진폭이 더 큰 효과)가 지각적 복잡성 정도와 무관하게 항상 관찰되었다. 특히, 정서가와 지각적 복잡성 간 상호작용이 관찰되었는데, 중립자극은 지각적 복잡성 정도에 따른 차이를 보이지 않은 반면, 정서자극은 긍정자극과 부정자극 모두 복잡한 장면보다 단순한 대상일 때 LPP진폭이 더 컸다(LPP 정서효과의 크기는 긍정자극보다 부정자극에서 더 컸는데, 이는 실험에 사용된 IAPS 자극의 각성수준 차이, 즉 긍정자극보다 부정자극의 각성수준이 더 높았던 데 기인했을 가능성이 있다). 이러한 결과는 단순한 대상의 정서적 내용이 복잡한 장면의 그것에 비해 쉽게 인식되어 주의를 더 강하게 포착했기 때문으로 짐작

된다(Nordström & Wiens, 2012). 그런데 Bradley 등(2007)은 대상이나 장면 양자에서 정서자극과 중립자극 간의 차이와 관련된 EPN을 발견하지 못했다. 그 대신 후두 전극들에서 초기의(150-250ms) 정적 정점의 진폭이 정서가에 관계없이 대상보다 장면에서 더 컸음을 보고 하면서, 지각적 복잡성이 EPN을 혼입시켰을 가능성을 언급했다.

Wiens, Sand, 그리고 Olofsson(2011)은 부정-고각성, 중립-저각성의 두 정서가범주에 속하는 IAPS자극 333개를 추출하여 Bradley 등(2007)의 절차에 따라 지각적 복잡성 평정결과를 구하였다. 그리고 실험 참가자들에게 IAPS자극을 제시하면서 21점 척도상에서 정서판단을 요구하고서 측정된 ERP반응을 항목 분석하였다. 회귀분석 결과 비정서적 요인이 통제될 때 EPN과 LPP 모두 정서성(Lang 등(2008)의 각성 수준 규준에 따라 정의함)의 영향을 받았는데, 자극이 정서적일수록(즉, 각성수준이 높을수록) EPN진폭은 감소하였고(즉, 정서자극 진폭에서 중립자극 진폭을 뺀 차이진폭은 증가하였고) LPP진폭은 증가하였다. 그러나 매개분석 결과, EPN과 정서성 간 상관, 즉 관련성은 지각적 복잡성에 의해 매개되고 따라서 억제됨이 밝혀졌다. 이는 정서성과 지각적 복잡성 간의 정적 상관, 그리고 지각적 복잡성과 EPN 간의 정적 상관에 기인하는데, 달리 말하면, 보다 정서적인 자극일수록 지각적으로 더 복잡한 장면으로 구성되었고, 더 복잡한 자극일수록 EPN진폭이 더 컸다. LPP는 EPN과는 달리 정서성과의 관련성이 지각적 복잡성에 의해 매개되지 않았다. 결국 정서성은 EPN과 LPP에 독립적 효과를 미치지만, LPP와 달리

EPN은 지각적 복잡성이라는 비정서적 요인의 영향을 받는다(EPN 복잡성효과). 이 결과에 따르면, Bradley 등(2007)에서 EPN이 관찰되지 않은 것은 중립자극에 비해 정서자극의 지각적 복잡성이 더 컸고, 이로 인해 정서자극의 EPN 진폭이 커짐으로써 EPN 정서효과가 상쇄되었기 때문이다. 특히 지각적 복잡성이 정서성보다 EPN에 더 큰 영향을 미치는 경우 중립적 대상보다 부정적 장면에 대한 평균진폭이 더 커짐으로써 역전된 EPN이 일어날 가능성도 있다. Nordström과 Wiens(2012)는 표적글자를 공간상 IAPS자극 안에, 또는 밖에 제시하고서 글자탐지를 요구하였다. 그들은 부정적인 IAPS자극과 긍정적인 IAPS자극을 각각 지각적으로 단순한 대상자극과 복잡한 장면자극으로 구분하여 EPN과 LPP를 조사하였다. 표적글자가 IAPS자극 안에 제시된 경우, EPN 정서효과가 대상자극에서는 관찰되었지만 장면자극에서는 관찰되지 않은 반면, LPP 정서효과는 대상자극과 장면자극 모두에서 관찰되었지만 대상자극에서 장면자극보다 더 컸다. 연구자들에 따르면, 이는 대상의 정서적 내용이 장면의 정서적 내용보다 더 쉽게 추출되고, 따라서 주의에 대해 더 큰 영향을 미쳤기 때문이다. 그리고 EPN과 LPP에서 관찰된 이러한 효과는 표적글자가 IAPS자극 밖에 제시된 경우 대상자극과 장면자극 모두에서 유사하게 감소하였다. 연구자들에 따르면, 이 결과는 정서적 내용이 주의에 미치는 효과가 정서자극에 대한 주의 여부에 관계없이 대상자극과 장면자극에 유사한 영향을 미쳤기 때문이다.

앞서 살펴본 바와 같이 정서자극의 처리를 다룬 여러 ERP 연구들이 정서적 요인 외에 지

각적 복잡성과 같은 비정서적 요인이 EPN과 LPP에 영향을 미친다는 것을 보고하였다. 하지만 정서처리에 미치는 지각적 복잡성의 효과는 아직 명확하지 않다. Bradley 등(2007)은 IAPS 자극을 사용하여 정서가와 지각적 복잡성의 효과를 LPP에서 확인한 반면 EPN 정서 효과는 발견하지 못했는데, EPN이 지각적 복잡성에 의해 혼입되었을 것으로만 짐작하였다. Wiens, Sand, 그리고 Olofsson(2011)은 IAPS 자극에 대한 회귀분석과 매개분석을 적용하여, LPP와 달리 EPN이 지각적 복잡성에 의해 매개되며, 지각적으로 복잡한 장면자극의 경우 EPN 정서효과를 억제하거나 오히려 역전된 EPN이 일어날 수 있음을 보고하였다. Nordström 등(2012)은 EPN 정서효과를 지각적으로 단순한 대상자극에서만 확인한 반면, LPP 정서효과는 대상자극과 장면자극 모두에서 확인되며 대상자극에서 더 큰 효과를 보고하였다. 그러나 이상 두 연구들은 정서자극으로 부정자극만 사용하였고 긍정자극은 사용하지 않았기 때문에 관찰된 정서관련 효과가 긍정자극에도 일반화될 수 있는지 불확실하다. 또한 Bradley 등(2007)은 정서자극을 단순히 수동적으로 바라보도록 요구하였고, Nordström 등(2012)은 정서자극이 무시된 상태에서 처리되도록 하였으며, Wiens 등(2011)은 정서자극에 대해 직접 정서적 판단을 요구하였는데, 이처럼 과제 요구가 서로 상이하므로 세 연구결과들을 직접 비교 평가하기 어렵다.

본 연구는 IAPS 자극의 정보처리에 정서가와 지각적 복잡성이 미치는 영향을 다음과 같이 밝히고자 하였다. 첫째, 정서가와 지각적 복잡성이 정서처리에 미치는 영향을 함께 알

아보기 위해 긍정자극, 중립자극, 부정자극의 세 범주를 각각 지각적으로 단순한 대상자극과 복잡한 장면자극으로 다시 구분하였다. 그리고 이 자극들에 대해 직접적인 정서판단을 요구하면서 ERP를 측정하고, EPN과 LPP의 평균진폭 분석을 통해 정서가와 지각적 복잡성이 두 ERP성분에 미치는 영향을 조사하였다. 둘째, ERP 진폭분석 외에 사건관련 진동분석을 적용함으로써 ERP 진폭분석 외에 추가적이며 수렴적인 증거를 찾고자 하였다. 특히 정서처리와 관련된 delta파에 정서가 외에 지각적 복잡성이 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 이상의 연구문제를 다루기 위해 IAPS 자극에 대한 한국인의 정서 평정결과(박태진과 박선희, 2009) 및 지각적 복잡성 평정결과(김희은, 2012)를 바탕으로 정서성(긍정, 중립, 부정)과 지각적 복잡성(단순, 복잡)을 함께 조작하여, 이 두 자극 특성이 정서자극의 처리기전에 미치는 영향을 규명하고자 했다.

## 방 법

**참가자** C대학교 재학생 28명(남 15, 여 13)이 연구에 참여했다(평균연령 22세). 실험참가자는 모두 오른손잡이였는데, 이들은 모두 두부 외상이나 신경정신과적 질병의 병력이 없고 정기적으로 복용하는 약물이 없다고 보고하였다. 실험참가자들은 학교 홈페이지에 게재된 모집 공고를 보고 자발적으로 실험에 참가 신청을 하였으며, 실험동의서에 서명한 후 실험에 참가하였고, 실험 후 2만원의 사례금을 지급받았다. 실험에 소요된 시간은 전극을 두피에 부착하는 시간을 포함하여 약 1시간 30분

이었다.

**재료** Calvo와 Avero(2009), Bradley 등(2007), 그리고 Schupp 등(2004)의 연구에서 사용된 IAPS 자극들 가운데 정서가와 각성수준, 그리고 지각적 복잡성을 다음과 같이 고려하여 실험자극을 선정하였다. IAPS 자극의 한국인 기준(박태진과 박선희, 2009)의 정서가 평정결과를 바탕으로 부정, 중립, 긍정의 세 범주마다 각각 20개씩 자극을 선정하였다. 이때 각 정서범주별로 20개 자극 가운데 10개는 복잡한 자극, 10개는 단순한 자극을 선정하였는데, 복잡-단순 선정은 김희은(2012)이 Bradley 등(2007)의 평정절차를 사용하여 각 자극당 50명의 한국인 대학생을 대상으로 구한 지각적 복잡성 평정결과를 바탕으로 하였다(표 1). 그런데 정서가와 각성수준, 그리고 지각적 복잡성이 모두 서로 혼입되지 않도록 IAPS 자극을 선정하는 것이 사실상 불가능하였다. 중립자극과 다른 정서자극(긍정자극과 부정자극) 사이의 각성수준 통제는 정서가와 각성수준 간 높은 상관(예, Lang 등(2008)에 따르면  $|r| > .83$ )으로 인해 사실상 불가능하며, IAPS 자극을 사용한 여러 연구들 역시 이를 통제하지 않았다(예, Bradley 등, 2007; Nordström 등, 2011; Wiens 등, 2011). 결국, 본 연구에서 특히 부정자극은 중립자극보다 각성수준이 더 높았다. 또한, 본 연구에서 부정자극은 긍정자극보다 각성수준이 더 높았는데, 본 연구의 주된 관심사인 지각적 복잡성을 통제하면서 동시에 각성수준을 함께 통제할 수 있는 자극 선정이 불가능하였기 때문이다<sup>2)</sup>. IAPS의 긍정자극 가운데 정서

2) Bradley 등(2007) 역시 각성수준을 통제하지 못했

가와 각성수준이 함께 높은 대표적 자극 내용으로서 스포츠나 섹스/로맨스를 들 수 있는데, 이러한 자극에 대해 한국인은 미국인보다 덜 긍정적으로 평가하는 경향이 있고, 따라서 정서가가 높으면서 아울러 각성수준이 높은 긍정자극을 찾기 어렵다(박태진과 박선희, 2009). 이러한 통제상의 어려움 때문에 본 연구에서는 정서가와 지각적 복잡성을 우선적으로 통제하기 위해 불가피하게 각성수준의 혼입을 허용하였는데, 각성수준에 있어 긍정자극과 중립자극이 차이가 없게끔, 그리고 긍정자극과 중립자극이 부정자극보다 더 낮게끔 자극을 선정하였다.

자극범주들간 정서가 값의 차이를 알아보기 위해 정서범주×지각적 복잡성범주 반복측정 변량분석을 수행한 결과, 정서범주의 주효과는 통계적으로 유의미하였고( $F(2, 18) = 428.399, MSe = .238, p < .001$ ) 지각적 복잡성범주의 주효과 및 관련 상호작용효과는 유의미하지 않았다( $p > .05$ ). 계획비교( $F$ 검증) 결과, 긍정자극과 중립자극, 긍정자극과 부정자극, 중립자극과 부정자극간 차이는 모두 유의미하였다( $p < .001$ ). 자극범주들간 각성수준 값의 차이를 알아보기 위해 정서범주×지각적 복잡성범주 반복측정 변량분석을 수행한 결과, 정서범주의 주효과는 통계적으로 유의미하였고( $F(2, 18) = 25.042, MSe = .914, p < .001$ ) 지각적 복잡성범주의 주효과 및 관련 상호작용효과는 유의미하지 않았다( $p > .05$ ). 계획비

는바 부정자극>긍정자극>중립자극 순으로 각성수준이 상이하였고( $p < .370$ ), Nordström 등(2011)과 Wiens 등(2011)에서는 긍정자극을 사용하지 않았다.

표 1. 실험자극범주별 정서가, 각성수준, 지각적 복잡성의 평균

	긍정		중립		부정	
	단순	복잡	단순	복잡	단순	복잡
정서가	7.3(0.1)	7.1(0.1)	5.1(0.1)	5.0(0.1)	2.9(0.1)	2.4(0.2)
각성수준	4.7(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.2)	5.2(0.3)	6.5(0.1)	6.9(0.2)
복잡성	2.5(0.0)	4.6(0.1)	2.5(0.0)	4.6(0.0)	2.5(0.1)	4.6(0.0)

(정서가 점수에서 1점과 9점은 각각 부정과 긍정의 양 극단을, 각성수준 점수에서 1점과 9점은 각각 이완과 긴장의 양 극단을, 복잡성 점수에서 1점과 9점은 각각 단순과 복잡성의 양 극단을 나타냄. 괄호 안은 표준오차임.)

교 결과, 부정자극은 긍정자극과 중립자극에 비해 각성수준이 유의미하게 더 높았고( $p < .001$ ) 긍정자극과 중립자극간 차이는 유의미하지 않았다( $p > .05$ ). 자극범주들간 복잡성 값의 차이를 알아보기 위해 정서가범주×지각적 복잡성범주 반복측정 변량분석을 수행한 결과, 복잡자극이 단순자극보다 복잡성 값이 유의미하게 더 컸고( $F(1, 9) = 19372.305, MS_e = .003, p < .001$ ) 정서가범주의 주효과 및 관련 상호작용효과는 유의미하지 않았다( $p > .05$ ). 계획 비교( $F$ 검증) 결과, 복잡자극과 단순자극간 차이는 모든 정서가범주에서 유의미하였다( $p < .001$ ). 요약하면, 자극범주들이 정서가와 지각적 복잡성 차원에서는 서로 혼입되지 않고 적절하게 구분되었지만, 각성수준 차원에서는 부정자극이 긍정자극과 중립자극보다 더 각성수준이 높았고 긍정자극과 중립자극은 동등하였다(이와 관련된 사항을 논의에서 다루었음).

**절차 및 EEG 측정** IAPS 자극은 E-Prime (Psychology Software Tools, Inc)을 사용해 19인치 모니터에 제시하고 Serial Response Box (Psychology Software Tools, Inc)를 통해 반응을

기록했다. 실험참가자는 모니터를 보고 자극이 제시되는 동안 자극의 정서가를 판단하도록 요구받았다. 각 시행에서 응시점을 500ms 동안 제시한 후 IAPS 사진자극을 2초 동안 제시했다. 그 직후 빈 화면을 2.5초부터 4.5초 사이의 기간 동안 500ms 간격으로 지터링(jittering)하여 제시했다(즉 2.5초, 3초, 3.5초, 4초, 4.5초 가운데 한 기간 동안 제시). 실험참가자는 IAPS 자극이 사라지고 빈 화면이 제시되는 동안 사진자극의 정서를 긍정, 중립, 부정 가운데 하나로 판단하여 양손의 검지손가락 및 오른손의 중지를 사용하여 3개 버튼 가운데 하나를 누르도록 지시받았다. 이러한 반응 요구는 제시된 자극에 대한 주의집중과 정서처리를 촉진시키기 위한 것으로서, 참가자들에게 가능한 한 중립보다는 긍정이나 부정으로 판단하되(이렇게 지시하지 않은 예비실험에서 참가자들 반응이 중립으로 지나치게 치우치는 경향을 확인하였고, 이를 막기 위해 긍정 또는 부정 반응을 촉구함) 즉각적인 인상에 따라 판단하도록 요구하였고, 이 때문에 참가자들의 반응에 따른 분석을 시도하지 않았다.



자극이 화면에 제시되는 동안에는 눈을 깜박이지 않도록 요구했으며 이를 충분히 숙달하도록 24시행으로 구성된 연습시행을 실시했다. 연습시행을 실시한 후 본시행을 실시하였다. 본시행은 각각 60시행으로 구성된 4개 블록으로 진행되었으며, 블록 내에서 참가자마다 각 시행들을 무선적으로 제시했다. 각 블록마다 동일한 IAPS 자극들이 제시되었으며, 따라서 각 IAPS 자극은 4개 블록에 통틀어서 4회씩 반복되었다.

EEG 측정은 전자기와 차폐시설이 된 실험실에서 Brain Products회사의 BrainAmp와 ActiCap을 사용하여 이루어졌다. 국제 10-20 체계에 따른 32개 위치(VEOG, HEOG, FP1, FP2, Fz, F3, F4, F7, F8, FC1, FC2, FC5, FC6, Cz, C3, C4, T7, T8, CP1, CP2, CP5, CP6, TP9, TP10, Pz, P3, P4, P7, P8, Oz, O1, O2)에서 EEG를 측정했는데(그림 1), 참조전극은 FCz였고 피부 저항은 5kΩ 이하를 유지했다. EEG를 표집율(sampling rate) 250Hz에서 연속적으로 측정하였는데, 온라인의 통과 주파수대역(on-line bandpass)은 0.1-100Hz, 노치필터(notch filter)는 60Hz였다. 측정 후 오프라인에서 참조전극을 TP9과 TP10의 평균으로 변환하고 30Hz 저주파 통과 필터(low-pass filter)를 적용한 EEG를 구하였다. 각 시행마다 자극 제시 전 200ms부터 0ms까지를 기저선으로 삼아 영점 교정을 하였고 자극 제시 후 1000ms까지를 ERP 구간(epoch)으로 추출하였다. 안구 운동이나 눈 깜박임 등과 관련된 인공산물(artifact)들이 개재된 시행들을 기각하기 위해 VEOG와 HEOG 두 채널에서 측정된 전위값에 대해 Brain Vision Analyzer 2.0(BrainProducts회사)에서 Gratton

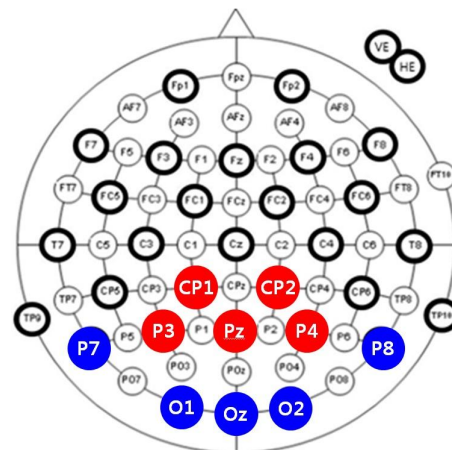


그림 1. 측정전극 및 관심전극 위치 (굵은 원은 측정전극이며 파란색은 EPN, 붉은 색은 LPP의 관심전극임)

과 Coles 방식(Gratton, Coles, Donchin, 1983)을 적용하였는데, 이를 통해 기각된 시행은 전체적으로 약 7.9%였다.

참가자마다 전극별 그리고 실험조건별로 평균을 구한 후, 참가자들을 망라한 총평균을 전극별 그리고 실험조건별로 구하였다. delta 파는 1-3Hz band-pass filter를 적용하여 참가자마다 조건별 그리고 전극별로 평균을 구하였고, 역시 참가자들을 망라한 총평균을 전극별 그리고 실험조건별로 구하였다.

**분석방법** ERP 평균진폭 분석과 주파수 분석은 Brain Products회사의 BrainVision Analyzer 2.0을 사용하여 수행하였다. 먼저 ERP 파형의 정서처리 특성을 밝히기 위해 EPN성분과 LPP성분의 평균진폭을 분석하였다. 이를 위해 먼저 이 두 성분이 각각 뚜렷하게 관찰된 전극들을 파악한 후, 이 전극들에서 관찰된 파형을 바탕으로 시간창을 설정하여 평균진폭을 구하고,

이 평균진폭에 대해 다음과 같이 2단계 분석을 수행하였다. 먼저, 반구(좌반구, 우반구) × 정서가(긍정, 중립, 부정) × 복잡성(단순, 복잡) 반복측정 변량분석을 실시한 후, 반구와 관련된 상호작용효과가 없으면 두 반구의 값을 합쳐서 다시 정서가 × 복잡성 반복측정 변량분석을 실시하였다. 이때 자료의 구형성가정 위반을 보완하기 위해 Greenhouse-Geisser 교정값을 사용했다. 그 다음, 사후 개별분석을 위해 각 정서가조건별로 복잡성의 단순주효과분석(F검증)을 실시하였고, 각 복잡성조건별로 정서가들간 개별비교를 Scheffe검증(5% 유의도수준)을 적용하여 수행하였다. 특히 본 연구의 주된 관심사가 지각적 복잡성에 따른 정서가조건들간 차이를 확인하는데 있었으므로 정서가와 복잡성의 상호작용이 유의미하지 않더라도 모든 개별비교를 수행하였다.

EPN성분은 후두-측두영역의 5개 채널들(P7, P8, O1, Oz, O2; 그림 1 참고)에서 뚜렷하였는데, 부정조건에서 중립조건을 뺀 차이파형의 부적 속성이 200ms 이전에 시작하여 300ms 이후까지 진행하였고 그 정점이 약 250ms에 있었으므로 220-280ms 시간창을 적용하여 평균진폭을 구하였다<sup>3)</sup>. LPP성분은 특히 두정영역의 5개 채널들(CP1, CP2, P3, Pz, P4; 그림 1 참고)에서 뚜렷하였는데, 부정조건에서 중립조건을 뺀 차이파형의 정적 속성이 자극 제시 후 300ms 이전에 시작하여 600ms 이후까지 진

행하고 정점이 400ms에서 550ms 사이에 있었으므로 350-600ms 시간창을 적용하여 평균진폭을 구하였다.<sup>4)</sup>

delta파는 두정영역의 P3와 P4 전극에서 가장 뚜렷하게 관찰되었는데, 정점이 LPP와 유사하게 400ms에서 550ms사이에 위치하였다. 각 참가자마다 이 두 전극에서 측정된 평균 delta반응에서 최대 정점간 진폭(maximum peak-to-peak amplitude)을 실험조건별로 구하였는데, 이 값은 0-900ms 시간창 내의 delta파형에서 연이은 정점들(높은 정점과 낮은 정점)간 차이값들 가운데 가장 큰 값이었다. 주파수 분석을 위해 이러한 방법을 적용한 대표적 연구로서 Güntekin과 Başar(2010)를 들 수 있다.

## 결 과

**정서가 평정 결과** 참가자들의 정서가 평정결과는 다음과 같았다. 긍정자극에 대해 긍정반응을, 중립자극에 대해 중립반응을, 부정자극에 대해 부정반응을 한 비율은 각각 91%, 57%, 86% 이었는데, 중립자극에 대해 긍정반응과 부정반응을 한 비율은 각각 23%와 20%였고, 긍정자극과 부정자극에 대해 각각 해당 반응을 하지 않은 반응은 대부분 중립반응이었다. 앞서 언급한 바와 같이, 제시 자극에 대한 주의집중 및 정서처리의 촉진을 위해 중립보다는 긍정이나 부정으로 판단하도록 요구하

3) EPN의 시간창을 Schupp 등(2003)은 292-332ms, Schupp 등(2004)은 280-320ms, Wiens 등(2011)은 200-260ms, Wiens 등(2012)과 Nordstrom 등(2012)은 200-280ms로 잡았는데, 주로 부정-중립의 차이파형의 형태를 근거로 시간창을 결정하였다.

4) LPP의 시간창을 Schupp 등(2003)은 416-456ms, Schupp 등(2004)은 400-500ms, Bradley 등(2007)은 400-700ms, Wiens 등(2011)은 300-500ms, Wiens 등(2012)과 Nordstrom 등(2012)은 400-700ms로 잡았는데, 주로 부정-중립의 차이파형의 형태를 근거로 시간창을 결정하였다.

였기 때문에 참가자들 반응이 중립보다는 긍정이나 부정 반응에 치우쳤으며, 따라서 반응 결과에 따른 분석을 시도하지 않았다.

**평균진폭 분석: EPN과 LPP** EPN 분석을 220-280ms 시간창의 평균진폭을 갖고 수행하였다. 먼저 반구와 관련된 효과를 알아보기 위해 두 반구 각각 후두-측두영역의 2개 채널들(좌반구, P7과 O1; 우반구, P8과 O2)에서 측정된 전위의 평균을 구하였다. 이 값에 대해 반구, 정서가, 그리고 지각적 복잡성에 따른 반복측정 변량분석을 수행한 결과, 반구의 주효과 그리고 기타 반구와 관련된 상호작용 효과들(반구×정서가, 반구×지각적 복잡성, 반구×정서가×지각적 복잡성)이 모두 유의미하지 않았다( $p > .05$ ).

반구 관련 상호작용효과가 모두 통계적으로 유의미하지 않았으므로 반구 차이를 고려하지 않고 후두-측두영역의 5개 채널들(P7, P8, O1, O<sub>z</sub>, O2; 그림 1 참고)에서 측정된 전위의 평균을 구하였다(그림 2). 이 값에 대해 정서가와 지각적 복잡성에 따른 반복측정 변량분

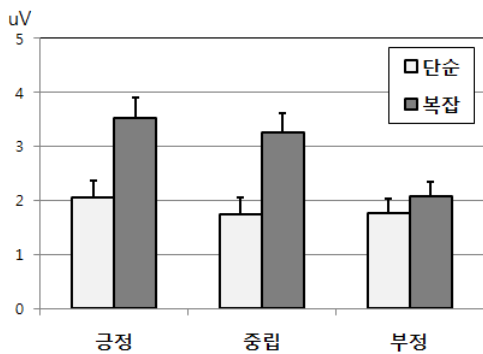


그림 2. 220-280ms 시간창에서 EPN 평균진폭 (오차막대는 표준오차임)

석을 수행한 결과, 정서가의 주효과( $F(2, 54) = 20.692, MS_e = .613, p < .001$ ), 지각적 복잡성의 주효과( $F(1, 27) = 52.728, MS_e = .955, p < .001$ ), 정서가와 지각적 복잡성의 상호작용효과( $F(2, 54) = 9.954, MS_e = .672, p < .001$ ) 모두 통계적으로 유의미하였다.

정서가에 따른 지각적 복잡성 효과를 알아보기 위해 정서가조건별로 복잡성효과의 단순 주효과를 분석한 결과, 긍정자극( $F(1, 27) = 38.470, MS_e = .777, p < .001$ )과 중립자극( $F(1, 27) = 29.578, MS_e = 1.087, p < .001$ )에서는 복잡자극이 단순자극보다 유의미하게 더 큰 진폭의 EPN을 보였지만, 부정자극에서는 지각적 복잡성효과가 유의미하지 않았다(그림 2 참고).

지각적 복잡성에 따른 정서효과를 알아보기 위해 복잡성조건별로 정서가의 단순 주효과를 분석한 결과, 정서효과는 복잡조건에서만 통계적으로 유의미하였고( $F(2, 54) = 28.992, MS_e = .598, p < .001$ ) 단순조건에서는 유의미하지 않았다. 복잡성조건별로 Scheffe검증(5% 유의도 수준)을 수행한 결과, 복잡조건에서는 긍정자극과 중립자극에 비해 부정자극이 유의미하게 더 작은 진폭을 보였고(부정 대 중립,  $F(1, 27) = 43.288, MS_e = .447$ ; 부정 대 긍정,  $F(1, 27) = 44.604, MS_e = .654$ ), 단순조건에서는 모든 정서가조건들간에 유의미한 차이가 없었다(그림 3-1과 그림 3-2 참고).

EPN 정서효과, 즉 부정자극 ERP에서 중립자극 ERP를 뺀 차이파형에 대한 두피 지형도를 구한 결과가 그림 4에 제시되었다. 지형도를 살펴보면 후두-측두 영역에서 부적 전위의 EPN이 지각적으로 복잡한 조건에서는 잘 나

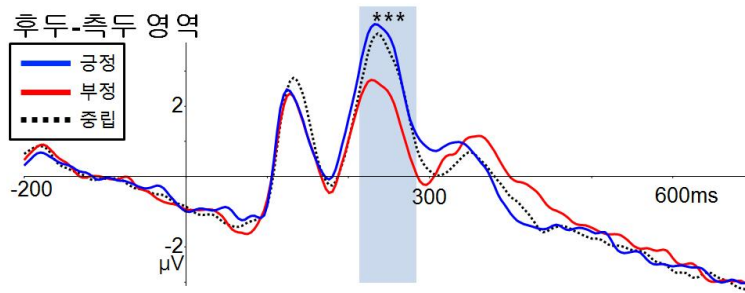


그림 3-1. 복잡자극의 정서조건별 파형(회색부분이 분석대상 EPN)

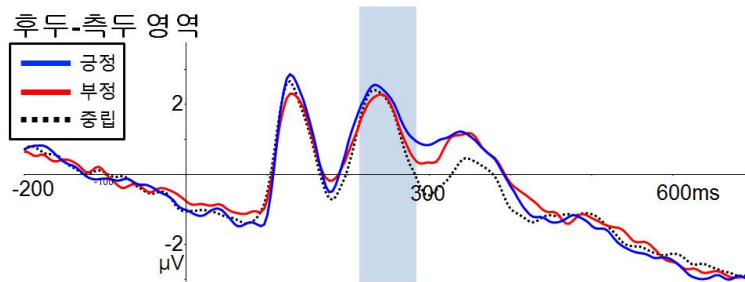


그림 3-2. 단순자극의 정서조건별 파형(회색부분이 분석대상 EPN)

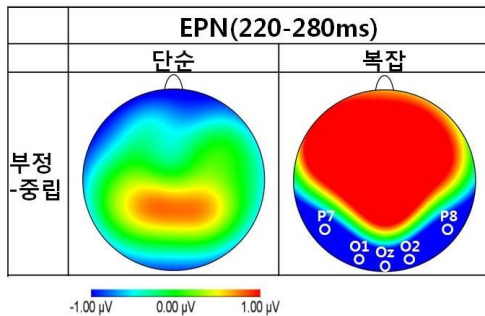


그림 4. EPN의 두피 지형도 및 관심 전극들

타났지만 단순한 조건에서는 거의 나타나지 않았는데, 이는 앞서의 평균진폭 분석결과와 일치한다.

LPP 분석을 350-600ms 시간창의 평균진폭을 갖고 수행하였다. 먼저 반구와 관련된 효과를

알아보기 위해 두 반구 각각 두정영역의 2개 채널들(좌반구, CP1과 P3; 우반구, CP2와 P4)에서 측정된 전위의 평균을 구하였다. 이 값에 대해 반구, 정서가, 그리고 지각적 복잡성에 따른 반복측정 변량분석을 수행한 결과, 반구 주효과는 통계적으로 유의미하였지만(우반구 > 좌반구,  $F(1, 27) = 23.911, MS_e = 1.950, p < .001$ ) 기타 반구와 관련된 상호작용효과들(반구×정서가, 반구×지각적 복잡성, 반구×정서가×지각적 복잡성)은 모두 유의미하지 않았다.

반구 관련 상호작용효과가 모두 통계적으로 유의미하지 않았으므로 반구 차이를 고려하지 않고 두정영역의 5개 채널들(CP1, CP2, P3, Pz, P4; 그림 1 참고)에서 측정된 전위의 평균을 구하였다(그림 5). 이 값에 대해 정서가와 지

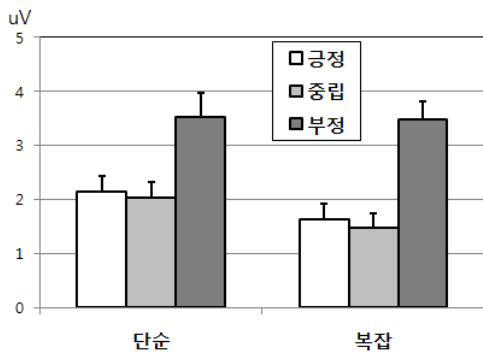


그림 5. 350-600ms 시간창에서 LPP 평균진폭 (오차막대는 표준오차임)

각적 복잡성에 따른 반복측정 변량분석을 수행한 결과, 정서가의 주효과( $F(2, 54) = 29.279, MS_e = 2.816, p < .001$ )와 지각적 복잡성의 주효과( $F(1, 27) = 6.149, MS_e = .946, p < .05$ )가

통계적으로 유의미하였고, 정서가와 지각적 복잡성의 상호작용효과( $F(2, 54) = 1.233, MS_e = 1.206, p < .30$ )는 유의미하지 않았다.

정서가에 따른 지각적 복잡성효과를 알아보기 위해 정서가조건별로 지각적 복잡성효과의 단순 주효과를 분석한 결과, 긍정자극( $F(1, 27) = 6.240, MS_e = .621, p < .05$ )과 중립자극( $F(1, 27) = 5.281, MS_e = .799, p < .05$ )에서는 단순 자극이 복잡자극보다 유의미하게 더 큰 진폭을 보였지만, 부정자극에서는 지각적 복잡성효과가 유의미하지 않았다(그림 6-1, 그림 6-2, 그림 6-3을 참고).

지각적 복잡성에 따른 정서효과를 알아보기 위해 복잡성조건별로 정서가의 단순 주효과를 분석한 결과, 정서효과는 단순조건( $F(2, 54) =$

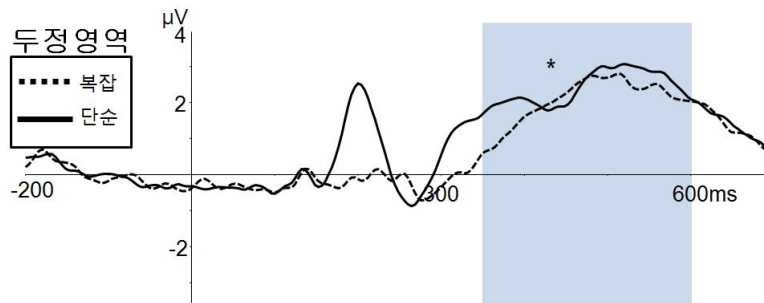


그림 6-1. 긍정자극의 단순/복잡조건 파형(회색부분이 분석대상 LPP)

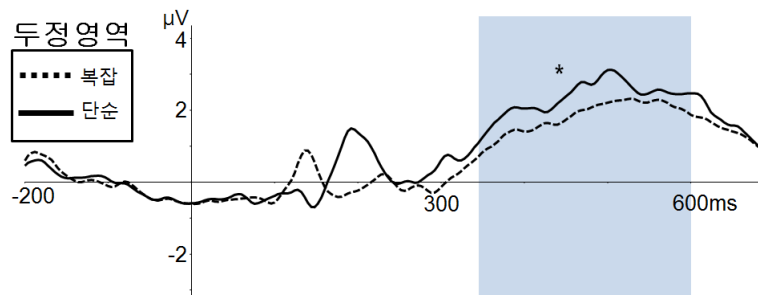


그림 6-2. 중립자극의 단순/복잡조건 파형(회색부분이 분석대상 LPP)

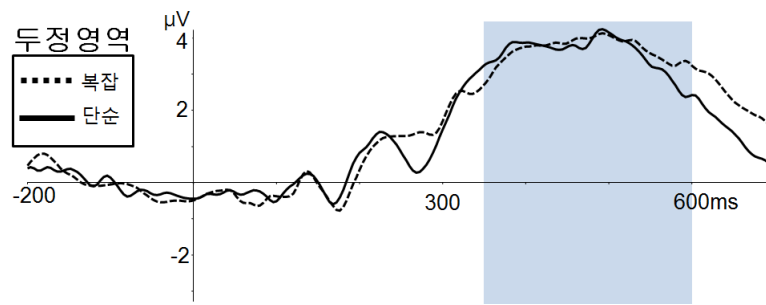


그림 6-3. 부정자극의 단순/복잡조건 파형(회색부분이 분석대상 LPP)

11.119,  $MSe = 2.585$ ,  $p < .001$ )과 복잡조건 ( $F(2, 54) = 34.506$ ,  $MSe = 1.403$ ,  $p < .001$ ) 모두에서 통계적으로 유의미하였다. 복잡성조건 별로 Scheffe검증(5% 유의도수준)을 수행한 결과, 두 복잡성 조건 모두에서 긍정자극과 중립자극에 비해 부정자극이 유의미하게 더 큰 진폭을 보였으며(단순조건에서 부정 대 중립,  $F(1, 27) = 13.195$ ,  $MSe = 2.372$ ; 단순조건에서 부정 대 긍정,  $F(1, 27) = 11.387$ ,  $MSe = 2.308$ ; 복잡조건에서 부정 대 중립,  $F(1, 27) = 46.073$ ,  $MSe = 1.219$ ; 복잡조건에서 부정 대 긍정,  $F(1, 27) = 33.887$ ,  $MSe = 1.421$ ), 긍정자극과 중립자극간 차이는 유의미하지 않았다

(그림 5 참고).

**진동 분석: Delta(1-3Hz)** delta파 분석을 위해 두정영역의 P3와 P4 전극에서 최대 정점간 진폭을 구하였다(그림 7). 전극별로 이 값에 대한 정서가와 지각적 복잡성의 효과를 분석하였는데, 두 전극 모두에서 정서가의 주효과는 통계적으로 유의미하였지만(P3,  $F(2, 54) = 13.592$ ,  $MSe = .543$ ,  $p < .001$ ; P4,  $F(2, 54) = 16.259$ ,  $MSe = .862$ ,  $p < .001$ ), 지각적 복잡성의 주효과(P3,  $F(1, 27) = 1.019$ ,  $MSe = 1.009$ ; P4,  $F(1, 27) = .721$ ,  $MSe = .820$ ), 정서가와 지각적 복잡성의 상호작용효과(P3,  $F(2,$

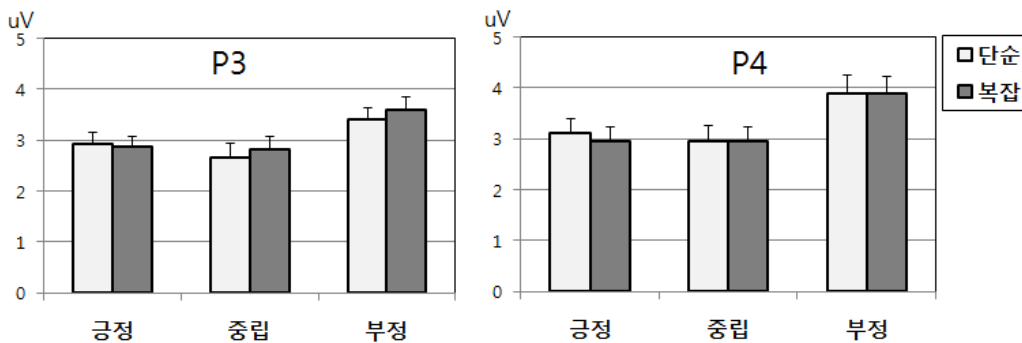


그림 7. Delta파의 peak-to-peak 평균진폭 (P3와 P4에서) (오차막대는 표준오차임)

54) = 1.222,  $MSe = .457$ ; P4,  $F(2, 54) = .906$ ,  $MSe = .642$ )는 두 전극 모두에서 유의미하지 않았다.

정서가에 따른 지각적 복잡성효과를 알아보기 위해 정서가조건별로 복잡성효과의 단순주효과를 분석한 결과, 두 전극 모두 모든 정서가조건에서 복잡성효과가 통계적으로 유의미하지 않았다(그림 7).

지각적 복잡성과 관련된 주효과와 상호작용효과가 모두 유의미하지 않았으므로 지각적 복잡성조건을 고려하지 않고(즉 두 조건을 합쳐서) 정서가조건별로 다시 최대 정점간 진폭을 구하였다(그림 8). 이렇게 구한 값을 갖고 정서가조건들간 개별비교를 Scheffe검증(5% 유의도수준)을 통해 수행하였다. 그 결과 두 전극 모두에서 긍정자극과 중립자극에 비해 부정자극이 유의미하게 더 큰 진폭의 delta파를 보였으며(P3에서 부정 대 중립,  $F(1, 27) = 21.937$ ,  $MSe = .304$ ; P3에서 부정 대 긍정,  $F(1, 27) = 12.094$ ,  $MSe = .340$ ; P4에서 부정 대 중

립,  $F(1, 27) = 12.293$ ,  $MSe = .456$ ; P4에서 부정 대 긍정,  $F(1, 27) = 13.576$ ,  $MSe = .614$ ), 긍정자극과 중립자극간 차이는 유의미하지 않았다(그림 8 참고).

## 논 의

본 연구의 목적은 IAPS 사진자극의 지각적 복잡성이 정서가와 함께 정서처리에 미치는 영향을 규명하는데 있다. 이를 위해 IAPS 자극에 대한 한국인의 정서 평정결과 및 지각적 복잡성 평정결과를 바탕으로 IAPS 자극의 정서(긍정, 중립, 부정)와 지각적 복잡성(단순, 복잡)을 함께 조작하였다. 총 60개의 IAPS 사진자극을 각각 네 번씩 제시하여 도합 240회 제시하였는데, 각 시행마다 사진자극을 2초 동안 제시한 후 참가자들로 하여금 정서변별 판단을 하도록 요구하였다. 28명의 참가자들로부터 얻은 EEG 측정값에 대해 EPN과 LPP의 평균진폭 분석을 수행하였고, delta파의 최대 정점간 차이 분석을 수행하였다.

후두-측두 영역의 EPN을 분석한 결과, 지각적으로 복잡한 자극이 단순한 자극보다 더 큰 진폭을 보였으며(EPN 복잡성효과), 부정자극이 중립자극과 긍정자극보다 더 작은 진폭을 보였었다(EPN 정서효과). 특히 지각적 복잡성과 정서가는 상호작용효과를 보였는데, 부정자극에서 관찰된 EPN 정서효과는 복잡한 자극에서만 관찰되었을 뿐 단순한 자극에서는 관찰되지 않았을 뿐만 아니라, 긍정자극의 경우에는 지각적 복잡성에 관계없이 EPN 정서효과가 관찰되지 않았다. 이처럼 EPN 정서효과가 부정적이면서 복잡한 자극의 경우에만 관찰된

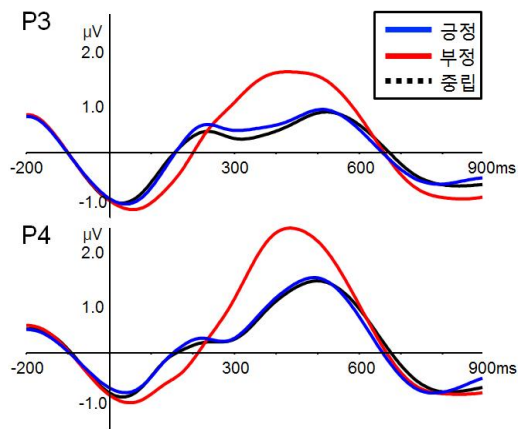


그림 8. P3와 P4 전극에서 관찰된 정서가조건별 delta파



결과는 부정자극 ERP에서 중립자극 ERP를 뺀 차이파형 지형도에서도 확인할 수 있었는데, 후두-측두 영역에서 부적 전위의 EPN 진폭차이가 복잡한 자극조건에서는 뚜렷했지만 단순한 자극조건에서는 거의 나타나지 않았다. 한편, 긍정자극과 중립자극에서는 자극이 복잡한 경우 단순한 경우보다 더 큰 진폭을 보였지만, 이러한 EPN 복잡성효과가 부정자극에서는 관찰되지 않았다.

부정자극의 EPN 정서효과가 단순한 자극에서는 관찰되지 않고 복잡한 자극에서만 관찰된 이유는 무엇일까? 긍정자극에서 EPN 정서효과가 관찰되지 않고 중립자극과 동일한 진폭 패턴을 보인 이유는 무엇일까? 또한 중립자극과 긍정자극의 경우 EPN 복잡성효과가 나타났지만 부정자극의 경우에는 EPN 복잡성효과가 관찰되지 않은 이유는 무엇일까? EPN이 통상 중립자극보다 정서자극에 대한 주의자원 요구가 더 큰 것을 반영한다는 설명(Schupp 등, 2006; Wiens 등, 2012)에 따르면 부정자극의 EPN 정서효과는 자극 복잡성에 관계없이 관찰되어야 할 것이다. 한편 자극이 복잡할수록 EPN 진폭이 더 크다는 보고(Wiens 등, 2011)에 따르면 부정자극에서도 EPN 복잡성효과가 관찰되어야 할 것이다.

설명의 논리상 먼저 부정자극에서 EPN 복잡성효과가 관찰되지 않은 점을 살펴보자. 부정자극의 경우 EPN 진폭에 있어 복잡조건과 단순조건 간 차이가 없었는데, 이는 EPN 정서효과가 매우 강해서 EPN 복잡성효과를 감소 내지 무산시킨데 기인했을 가능성이 있다. 이 가능성을 뒷받침해주는 것이, 실험재료 가운데 지각적으로 복잡하면서 부정적인 자극의

각성수준이 본 연구의 경우(6.90) 다른 연구들(Bradley 등(2007)에서는 5.62, Nordström 등(2012)에서는 6.32)에 비해 상대적으로 더 높았다는 점이다. Wiens 등(2011)은 EPN 복잡성효과가 EPN 정서효과를 감소시킬 가능성을 지적하였지만(이에 따라 Bradley 등(2007)에서 관찰되지 않은 EPN 정서효과를 설명함) 본 연구 결과는 오히려 강한 EPN 정서효과가 EPN 복잡성효과를 감소시켰을 가능성을 시사한다. 부정자극은 생태학적으로 중요한 의미를 갖는 자극으로서, 특히 위협 및 생존과 관련된 자극은 기본 동기체계를 강하게 끌어들인다(Bradley 등, 2001). 결국, 각성수준이 높은 부정자극은 동기적 중요성 때문에 자연적인 선택주의를 받아서(Schupp 등, 2006) 자극이 단순하든 복잡하든 상관없이 지각적 부호화가 용이하게 이루어졌고, 이로 인해 EPN 복잡성효과가 나타나지 않았던 것으로 짐작된다. 물론 높은 각성수준의 부정자극이 EPN 복잡성효과를 감소시켰을 가능성은 부정자극의 각성수준을 높은 수준과 낮은 수준으로 조작 비교하는 추후 검증을 필요로 한다.

긍정자극에서 EPN 정서효과가 관찰되지 않은 이유를 긍정자극범주의 평균 각성수준에서 찾아볼 수 있다. 각성수준에 있어 본 연구에 사용된 긍정자극은 중립자극과 차이가 없었고 부정자극보다 낮았다. 각성수준이 동일한 긍정자극과 중립자극이 EPN 진폭에 있어 차이가 없었다는 사실은, EPN 정서효과가 정서가 보다는 각성수준의 차이에 의해 결정될 가능성을 시사한다. Schupp 등(2004)에 따르면, 긍정자극과 부정자극을 각각 고각성자극과 저각성자극으로 구분했을 때 고각성자극이 저각성



자극보다 EPN과 LPP 상에서 더 큰 정서효과를 보였다. 하지만 그들 연구에 사용된 고각성자극과 저각성자극의 정서가가 구분되어 보고되지 않았으므로, 정서효과의 차이가 순전히 각성수준 차이에 기인한 것인지 아니면 이와 혼입되었을 가능성이 있는 정서가 차이에 기인한 것인지 확실하지 않다. 한편, 긍정자극에서는 부정자극과 달리 EPN 복잡성효과가 관찰되었는데, 이는 EPN 복잡성효과를 상쇄시킬만큼 긍정자극의 각성수준이 높지 않았기 때문으로 보인다. 이러한 추론 역시 각성수준의 효과에 대한 추후 검증을 필요로 한다.

이제는 단순한 자극의 경우 부정자극의 EPN 정서효과가 관찰되지 않은 점을 살펴보자. 중립자극과 긍정자극은 모두 지각적으로 복잡한 경우에 비해 단순한 경우 EPN 진폭이 더 작았고 부정자극의 진폭과 차이가 없었다. 이로 미루어, 각성수준이 부정자극보다 상대적으로 낮은 중립자극과 긍정자극이라 할지라도 매우 단순한 형태로 구성된 경우 부정자극 못지않게 주의를 잘 포착할 가능성을 짐작할 수 있는데, 특히 본 연구와 같이 제시된 자극에 대해 정서가판단을 요구받은 경우 더욱 그러하다. 본 연구결과와 상반되게 Nordström 등(2012)은 복잡한 자극과 달리 단순한 자극에서만 EPN 정서효과를 관찰하였다. 이처럼 상반된 결과의 원인으로 과제 요구에 따른 처리 차이를 짐작해볼 수 있는데, 본 연구에서는 정서자극에 직접 주의를 기울이도록 요구한 반면, Nordström 등(2012)은 글자탐지를 1차과제로 요구하면서 정서자극은 무시하도록 하였다. 정서자극에 주의를 기울이지 않을 때에는 자극이 복잡한 경우보다 단순한 경우 정서자

극이 중립자극보다 자동적으로 더 잘 포착되는 반면, 정서자극에 주의를 기울일 때에는 자극이 단순한 경우보다 오히려 복잡한 경우 자극의 정서성(또는 각성수준)에 따른 처리 차이가 더 두드러진 것으로 짐작되는데, 이러한 추론과 관련된 후속 검증이 필요할 것이다.

두정영역의 LPP를 분석한 결과, 지각적으로 단순한 자극이 복잡한 자극보다 더 큰 진폭을 보였고(LPP 복잡성효과), 부정자극이 다른 자극들보다 복잡성에 관계없이 더 큰 진폭을 보였으며(LPP 정서효과) 긍정자극과 중립자극은 서로 차이가 없었다. 지각적 복잡성과 정서가가 상호작용효과를 보이지 않았지만, 긍정자극과 중립자극은 자극이 단순한 경우 복잡한 경우보다 더 큰 진폭을 보인 반면, 이러한 LPP 복잡성효과가 부정자극에서는 관찰되지 않았다.

이상 결과 가운데 지각적 복잡성에 관계없이 부정자극이 긍정자극이나 중립자극보다 더 큰 진폭을 보인 것은 Bradley 등(2007)이나 Nordström 등(2012)의 결과와 동일하다. 한편, Bradley 등(2007)에서는 긍정자극이 중립자극보다 더 큰 진폭을 보였지만 본 연구에서는 두 자극간 차이가 없었는데, 이는 Bradley 등(2007)과 달리 본 연구의 긍정자극과 중립자극의 각성수준 차이가 없었기 때문이라고 볼 수 있다. Bradley 등(2007)의 긍정자극은 중립자극보다 각성수준이 더 높았던 반면, 본 연구에서는 두 자극간 각성수준 차이가 없었다.

LPP 복잡성효과가 Bradley 등(2007)에서는 긍정자극과 부정자극의 경우 관찰되고 중립자극의 경우에는 관찰되지 않았던 반면, 본 연구에서는 긍정자극과 중립자극의 경우 관찰되고

부정자극의 경우에는 관찰되지 않았다. 이처럼 상반된 결과의 원인을 과제 요구, 그리고 정서자극의 각성수준 차이에서 짐작할 수 있다. Bradley 등(2007)은 참가자에게 정서자극을 단순히 수동적으로 바라보도록 요구한 반면 본 연구에서는 정서가판단을 요구하였다. 앞서 언급한 바와 같이, 자극에 별다른 주의를 기울이지 않을 때에는 자극이 복잡한 경우보다 단순한 경우 자극 정서성에 따른 주의배당 차이(중립자극에 비해 정서자극에 더 많은 주의자원을 배당하는 것)의 효과가 더 컸던 반면, 자극에 주의를 기울일 때에는 거꾸로 단순한 경우보다 오히려 복잡한 경우 자극 정서성에 따른 주의배당 차이의 효과가 더 컸던 것으로 짐작된다. 또한 본 연구의 부정자극은 Bradley 등(2007)의 부정자극보다 각성수준이 더 높았는데(6.7 대 5.8), 부정자극 가운데 각성수준이 높을수록 EPN과 마찬가지로 LPP상의 복잡성효과를 더욱 감소시켰을 가능성을 짐작할 수 있다. 물론 이러한 추론 역시 부정자극의 각성수준을 조작 비교하는 추후 검증을 필요로 한다.

지각적 복잡성은, Wiens 등(2011)에 따르면, EPN과 달리 LPP에 대해 거의 아무런 설명력을 갖지 않는다. 그러나 Bradley 등(2007)과 본 연구의 결과는 비록 세부내용에 있어서는 다르지만 공통적으로 지각적 복잡성이 LPP에 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 이처럼 Wiens 등(2011)과 상충된 결과의 원인으로 분석방법과 자극차원의 차이를 짐작해볼 수 있다. Wiens 등(2011)에서는 자극을 복잡성(예, 단순 대 복잡)이나 정서가에 따라 범주적으로 구분하지 않고 각 변수들의 연속적 값을 갖고서

상관 및 회귀 분석을 하였으며, 특히 긍정자극을 제외하고 부정자극과 중립자극만을 자극으로 포함시켰다. 하지만 과연 이러한 차이 때문에 상충된 결과가 야기되었는지, 그렇다면 그 이유는 무엇인지 본 연구결과만으로는 짐작하기 어렵다.

두정부위의 delta파를 분석한 결과 정서효과가 지각적 복잡성과 관계없이 관찰되었는데, 부정자극이 중립자극과 긍정자극보다 더 큰 진폭을 보였으며, 중립자극과 긍정자극은 서로 차이가 없었다. 한편, 지각적 복잡성의 효과, 그리고 정서가와 지각적 복잡성의 상호작용효과는 관찰되지 않았다. 결국, 본 연구에서는 IAPS 자극을 사용하여 delta파에서 정서효과를 관찰했는데, 이는 정서적 얼굴표정 자극을 사용한 Balconi와 Pozzoli(2009), 그리고 Knyazev 등(2009)의 결과와 유사한 것으로서, 이들은 중립적 표정보다 정서적 표정에서 더 큰 delta파 파워를 보고하였다.

본 연구에서는 정서가와 관련된 delta파가 두정영역을 중심으로 관찰되었고 400-550ms 구간에서 가장 큰 진폭을 보였는데, LPP 역시 유사한 영역과 시간대에서 가장 큰 진폭을 보였다. 이로 미루어 볼 때, 두정영역의 delta파가 LPP의 정서효과에 기여하는 것으로 짐작된다. 이러한 추론과 나란하게 여러 연구들이 delta파 파워가 P300이나 LPP의 전위와 정적인 상관을 보인다고 보고하였으며(Başar 등, 1984; Schurmann 등, 2001), 정서와 관련된 delta파 연구 역시 delta파가 P300을 조절한다고 보고한 바 있다(Balconi & Pozzoli, 2009). 하지만 LPP에 대한 delta파의 기여는 다소 제한적인 것으로 보이는데, 앞서 살펴본 바와 같이 LPP에서는

정서가 뿐만 아니라 지각적 복잡성효과가 함께 관찰되는데 반해 delta파에서는 정서효과만이 관찰되었기 때문이다. 정서처리에서 delta파와 LPP간 관계를 보다 명확하게 밝히기 위해서는 정서적 요인뿐만 아니라 비정서적 요인을 함께 고려할 필요가 있을 것이다.

지금까지의 결과들을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 후두-측두영역에서 EPN 정서효과가 부정적이면서 복잡한 자극의 경우에만 관찰되었으며, EPN 복잡성효과가 부정자극에서만 관찰되지 않았는데, 전자는 높은 각성수준을 가진 부정자극에 대한 자연적인 선택적 주의를 시사하며, 후자는 부정자극의 강한 EPN 정서효과에 의한 EPN 복잡성효과의 상쇄를 시사한다. 또한, 긍정자극의 경우 EPN 정서효과가 관찰되지 않았는데, 이는 각성수준에 있어 중립자극과 차이가 없었던데 기인한 것으로 짐작되며, EPN 정서효과가 각성수준에 의존함을 시사한다. 둘째, 두정영역에서 LPP 정서효과가 지각적 복잡성에 관계없이 부정자극에서 관찰되었으며 LPP 복잡성효과가 부정자극에서만 관찰되지 않았는데, 전자는 부정자극에 대한 주의자원의 큰 배당을 시사하며 후자는 LPP 정서효과에 의한 LPP 복잡성효과의 상쇄를 시사한다. 또한, 긍정자극의 경우 LPP 정서효과가 관찰되지 않았는데, 이는 EPN 정서효과와 마찬가지로 긍정자극이 중립자극과 각성수준에 있어 차이가 없었던데 기인한 것으로 짐작된다. 셋째, 두정영역의 delta파에서 정서효과가 지각적 복잡성에 관계없이 부정자극에서 관찰되었으며, 지각적 복잡성효과는 모든 자극유형에서 관찰되지 않았다. delta파는 LPP와 유사한 두피영역과 시간대에서 가장 큰 진폭

을 보였는데, 이는 두정영역 delta파가 LPP 정서효과에 기여함을 시사한다.

EPN과 LPP에서 관찰된 부정자극의 정서효과는 전반적으로 중립자극에 비해 부정자극이 자동적으로 선택적 주의를 이끌고, 지각적 부호화가 더 용이하며, 작업기억에 보다 뚜렷한 표상을 형성한다는 관점(Schupp 등, 2006)을 지지해주는 것으로서, 부정자극의 동기적 중요성을 시사한다. 한편, EPN에서 부정자극의 정서효과가 지각적으로 복잡한 자극에서만 관찰된 것은 지각적 복잡성과 같은 물리적 특성이 정서자극 처리 초기에 영향을 미친다는 것을 시사한다.

본 연구의 주요 제한점 가운데 하나는 IAPS 자극의 주관적 복잡성에 초점을 맞추었고 객관적인 물리적 특성을 고려하지 않았다는 점이다. IAPS는 개발 당시 물리적 특성이 엄격하게 통제된 자극이 아니었는데, 예를 들어 지각적 복잡성에 영향을 줄 수 있는 공간주파수가 균일하게 통제되지 않았다는 보고도 있다(Delplanque et al., 2007). 본 연구에서는 지각적 복잡성을 Bradley 등(2007)에 따라 정의하고 측정하였는데, 이는 주관적으로 지각된 복잡성이다. 따라서 추후 공간주파수나 채도, 명도, 평균 RGB값 등과 같은 객관적인 물리적 특성을 고려하여 그 영향을 밝힐 필요가 있을 것이다.

요약하면, 본 연구는 ERP 성분분석과 진동 분석을 통해 정서적 IAPS자극의 처리에 미치는 정서가와 지각적 복잡성의 영향을 밝혔다. 그러므로써 시각적 정서자극의 처리 특성에 대한 이해를 보다 깊게 할 수 있었다.

참고문헌

- 김희은 (2012). 정서가, 각성수준 및 지각적 복잡성과 정서처리속도의 관계. 전남대학교 석사학위 청구논문.
- 박태진, 박선희 (2009). IAPS 자극에 대한 한국 대학생의 정서 평가. *인지과학*, 20, 183-195.
- Balconi, M., & Pozzoli, U. (2009). Arousal effect on emotional face comprehension: Frequency band changes in different time intervals. *Physiology and Behavior*, 97, 455-562.
- Başar, E., Başar-Eroglu, C., Rosen, B., & Schutt, A. (1984). A new approach to endogenous event-related potentials in man: relation between EEG and P300 wave. *International Journal of Neuroscience*, 26, 161-180.
- Bradley, M. M. (2009). Natural selective attention: Orienting and emotion. *Psychophysiology*, 46, 1-11.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001) Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1, 276-298.
- Bradley, M. M., Hamby, S., Löw, A., & Lang, P. J. (2007). Brain potentials in perception: Picture complexity and emotional arousal. *Psychophysiology*, 44, 364-373.
- Calvo, M. G., & Avero, P. (2009). Reaction time normative data for the IAPS as a function of display time gender and picture. *Behavior Research Methods*, 41, 184-191.
- 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., N'diaye, K., Scherer, K., & Grandjean, D. (2007). Spatial frequencies or emotional effects? A systematic measure of spatial frequencies for IAPS pictures by a discrete wavelet analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 165, 144-150.
- Feldman, L. A. (1995). Valence Focus and Arousal Focus: Individual Differences in the Structure of Affective Experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 153-166.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55-4, 468-484.
- Güntekin, B., & Başar, E. (2010). Event-related beta oscillations are affected by emotional eliciting stimuli. *Neuroscience Letters*, 483, 173-178.
- Intriligator, J., & Polich, J. (1995). On the relationship between EEG and ERP variability. *International Journal of Psychology*, 20, 59-74.
- Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., & Cacioppo, J. T. (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: the negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality Social Psychology*, 75, 887-900.
- Junghöfer, M., Bradley, M. M., Elbert, T. R., &

- Lang, P. J. (2001). Fleeting images: A new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38, 175-178.
- Karakas S., Erzençin O. U., & Başar E. (2000a). A new strategy involving multiple cognitive paradigms demonstrate that ERP components are determined by the superposition of oscillatory responses. *Clinical Neurophysiology*, 111, 1719-1732.
- Karakas S., Erzençin O. U., & Başar E. (2000b). The genesis of human event-related responses explained through the theory of oscillatory neural assemblies. *Neuroscience Letters*, 285, 45-48.
- Knyazev, G. G., Slobodskoj-Plusnin, J. Y., & Bocharov, A. V. (2009). Event related delta synchronization during explicit and implicit emotion processing. *Neuroscience*, 164, 1800-1600.
- Lang, P. J, Bradley. M. M., & Cuthbert. B. N. (1997). *International Affective Picture System (IAPS): Technical manual and affective ratings*. NIMH center for the study of emotion and attention.
- 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.
- 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. University of Florida, Gainesville. FL.
- Nordström, H., & Wiens, S. (2012). Emotional event-related potentials are larger to figures than scenes but are similarly reduced by inattention. *BMC Neuroscience*, 13:49.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77, 247-265.
- Pfurtscheller, G., & Lopes da Silva, F. H. (1999). Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles. *Clinical Neurophysiology*, 110, 1842-1857.
- Reisenzein, R. (1994). Pleasure-Arousal theory and the intensity of emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 1313-1329.
- Roschke, J., & Fell, J. (1997). Spectral analysis of P300, generation in depression and schizophrenia. *Neuropsychobiology*, 35, 108-114.
- Rozenkrants, B., & Polich, J. (2008). Affective ERP processing in a visual oddball task: Arousal, valence, and gender. *Clinical Neurophysiology*, 119, 2260-2265.
- Sabatinelli, D., Lang, P. J., Keil, A., & Bradley, M. M. (2007). Emotional perception: Correlation of functional MRI and event-related potentials. *Cerebral Cortex*, 17, 1085-1091.
- 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., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: Event-related brain potential studies. In S. Anders, G. Ende, M. Junghöfer, J. Kissler, & D. Wildgruber (Eds.), *Progress in brain research: Understanding emotions, vol. 156* (pp.31-51). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological Science*, 14, 7-13.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41, 441-449.
- Schurmann, M., Başar-Eroglu, C., Kolev, V., & Başar, E. (2001). Delta responses and cognitive processing: single-trial evaluations of human visual P300. *International Journal of Psychology*, 39, 229-239.
- Wiens, S, Molapour, T, Overfeld, J, & Sand, A. (2012). High negative valence does not protect emotional event-related potentials from spatial inattention and perceptual load. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 12, 151-160.
- Wiens, S, Sand, A, Olofsson, J. K. (2011). Nonemotional features suppress early and enhance late emotional electrocortical responses to negative pictures. *Biological Psychology*, 86, 83-89.

1 차원고접수 : 2013. 03. 12

수정원고접수 : 2013. 09. 13

최종게재결정 : 2013. 09. 23

## The Effects of Perceptual Complexity and Valence on IAPS Picture Processing: an ERP study

Soodam Park

Taejin Park

Department of Psychology, Chonnam National University

This study examined the effects of affective valence and perceptual complexity of the IAPS (International Affective Picture System) pictures on affective picture processing using ERP (event-related potential) component analysis. ERP components as EPN (early posterior negativity) and LPP (late positive potential) have been reported to be modulated by valence, but some recent studies reported that LPP could be modulated by perceptual complexity as well as valence. To elucidate the modulatory effects of perceptual complexity and valence of IAPS pictures on ERPs, we examined the interaction of perceptual and affective modulations at EPN (220-280ms time window), LPP (350-600ms time window) and delta frequency (1-3Hz). Participants were asked to do affective judgement about each of IAPS pictures while ERPs were recorded. Average amplitudes of EPN at occipito-temporal area demonstrated significant effect of valence, perceptual complexity, and interaction of valence and complexity. For neutral and positive pictures, complex pictures showed higher amplitude than simple pictures, but no complexity effect was found for negative pictures. For complex pictures, negative pictures showed lower amplitude than neutral and positive pictures (EPN emotion effect of negative pictures), but no valence effect was found for simple pictures (no EPN emotion effect). Average amplitudes of LPP at parietal area demonstrated significant effect of valence and perceptual complexity. Negative pictures showed higher amplitude than neutral and positive pictures for both complex and simple pictures (LPP emotion effect of negative pictures). For neutral and positive pictures, simple pictures showed higher amplitude than complex pictures, but no complexity effect was found for negative pictures. No hemisphere-related interaction effect was found at both EPN and LPP. Maximum peak-to-peak difference amplitudes of delta at parietal area demonstrated significant effect of valence, but no significant effect of perceptual complexity was found. Negative pictures showed higher amplitude than neutral and positive pictures. The findings suggest that both LPP and EPN components are modulated by perceptual complexity as well as valence of affective pictures, but perceptual complexity effect can be attenuated or eliminated by negative valence. Delta frequency elicited by parietal area seems to be related with LPP, but contributes to only valence effect. Overall results suggest the motivational importance and priority of processing of negative stimuli.

*Key words* : IAPS, affective valence, perceptual complexity, LPP, EPN, delta frequency