

# 심상 자극에 의해 유발된 감성변화의 평가

정순철<sup>1</sup>, 민병찬<sup>2</sup>, 전광진<sup>2</sup>, 김유나<sup>2</sup>, 성은정<sup>2</sup>, 신미경<sup>2</sup>, 김철중<sup>2</sup>

1. 건국대학교 의과대학 의용생체공학부 2. 한국표준과학연구원 인간·정보그림

## Evaluation of Changes in Emotion Evoked by Imagination

S.C. Chung<sup>1</sup>, B.C. Min<sup>2</sup>, K.J. Jun<sup>2</sup>, Y.N. Kim<sup>2</sup>, E.J. Sung<sup>2</sup>, M.K. Sim<sup>2</sup>, C.J. Kim<sup>2</sup>

1. Dept. of Biomedical Engineering College of Medicine, KonKuk University

2. Ergonomics Lab, Korea Research Institute of Standards and Science

### Abstract

본 연구에서는 쾌, 불쾌, 긴장, 이완의 네 가지 상상을 통해 감성의 변화를 유도하였고, 생리 신호 분석을 통해 감성의 변화를 변별하고자 하였다. 20명의 피험자를 대상으로 네 가지 상상을 각각 30초씩 수행하게 하면서 EEG, ECG, GSR, PPG, RSP, Skin-Temperature를 각각 측정하였고 측정 종료 후 주관적 평가를 실시하였다. 주관적 평가 분석 결과, 피험자는 뚜렷이 구별되는 네 가지 상상을 한 것으로 나타났고, 쾌도는 “쾌 > 이완, 긴장 > 불쾌” 상상 순서의 3단계로, 긴장도는 “긴장 > 불쾌, 쾌 > 이완” 상상 순서의 3단계로 뚜렷이 구별되었다. EEG 분석 결과에서는 쾌와 불쾌, 쾌와 이완 상상 사이에서만, 자율신경계 반응 역시 약 2.5 단계의 긴장도 감성 변별이 가능하여 정확한 3단계의 감성 변별에는 어려움이 있었다. 그러나 향후 비선형 분석법을 적용하고 피험자 수를 증가시킨다면 생리 신호 분석을 통한 감성 변별 민감도를 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구로부터 쾌/불쾌와 긴장/이완의 2차원의 감성 영역의 각 축을 EEG와 자율신경계의 생리 신호를 통해 변별할 수 있다는 가능성을 확인하였다.

Key words: Evaluation of Changes in Emotion, Imagination

### 1. 서론

인간의 내적 상태를 밝히기 위한 이론적 접근 방법은 크게 불연속 상태이론 (discrete state theory)과 차원이론 (dimensional theory) 두 가지로 구분된다 (1). Ekman은 기쁨, 놀람, 공포, 분노, 혐오, 슬픔의 여섯 가지를 기본정서로 보았고 정서가 몇 개의 범주로 크게 분류될 수 있다고 가정한다 (2). 차원모형에 의하면 내적상태는 연속적이며 양극을 가진 (bipolar) 여러 개의 차원으로 이루어진 공간상에 위치할 수 있다. 즉, 내적상태

기술 단어로 차원을 추출한 연구들은 내적 상태 공간이 3개 이내의 차원으로 구성된다는 연구 결과를 보고하고 있다. 예를 들어 Schlosberg는 정서가 두 개의 양극차원으로 구성되며 2차원 상에 원형으로 배열될 수 있다고 밝혔다 (3). Russell은 내적상태를 나타내는 28개의 단어를 네 가지의 통계적 방법으로 분석한 결과를 토대로 하여 개별 정서들이 “쾌-불쾌”, “각성-수면(이완)”의 두 차원 상에 원형으로 배열된다는 공간적 모형을 제시하였다 (4). 정서 개념의 구조나 표정을 통한 정서 인식의 내적 차원에 대한 차원 모형이 문화권에

관계없이 얼마나 일관적으로 나타나는지를 살펴보고자 한 연구들에서도 이러한 이차원 구조가 일관되게 도출되었다 (5). 그러므로 이러한 이차원의 구조는 상당히 안정성이 있고 문화 보편적인 구조가 될 수 있다는 사실이 밝혀졌다. 또한 김진관 등은 한국인이 갖고 있는 감성 개념의 구조가 “쾌-불쾌”, “각성-수면(이완)”의 이차원 공간상에 원형의 형태로 분포한다는 일반적인 결론이 얼마나 타당하고 보편적으로 적용가능한지를 대학생 집단, 청소년 및 아동 집단 실험을 통하여 연구하였고, 그 결과 감성 개념의 이차원 구조는 매우 안정적이고 신뢰로운 틀이라는 사실을 밝혔다 (6).

이러한 감성구조의 이론을 바탕으로 여러 가지 감성자극을 감각자극을 통해 유발하고, 설문지를 이용한 주관적인 방법과 객관적인 생리신호 방법으로 유발된 감성을 평가하고자 하는 여러 연구가 현재 시도되고 있다. 시각자극을 통한 감성 유발은 국제정서사진체계 (International Affective Picture System: IAPS)를 주로 이용하고 있고 그 이외에도 후각, 촉각, 청각 등의 다양한 자극이 감성 유발 자료로 이용되고 있다 (7-11). 그러나 감성은 개인적인 특성에 크게 좌우되므로 감성을 체현하게 되는 양과 양상이 개인마다 차이가 있는 것은 당연할 것이다. 즉, 목적된 어떤 감성을 유발시키고자 선정된 자극이 어떤 피험자에게는 목적과는 다른 감성을 유발시킬 가능성이 충분히 있을 수 있기 때문에 여기에 객관적이고 보편적인 감성평가의 어려움이 있는 것이다.

본 연구에서는 감성의 이차원 구조가 상당히 안정적이라는 가정과 각 차원의 영역에 대한 감성 유발 요인이 개인마다 차이가 있다고 가정하고, 각 차원의 영역에 해당하는 상상을 피험자마다 자유롭게 하게 함으로써 목적된 영역의 감성 변화를 유도하였고, 이를 주관적 평가와 생리 신호를 통해 객관적으로 감성을 변별할 수 있는지에 대해 연구하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험 대상

피험자는 과거에 심장질환 경험이 없는 건강한 20대(평균 23세) 성인 남·여 20명을 대상으로 하였으며, 실험 전 충분한 수면을 취하고, 흡연 및 커피, 음주를 금하였다. 측정 실험실의

온도와 습도는  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $45 \pm 5\%$ 로 조절하였다.

### 2.2 측정 방법

EEG (Electroencephalogram) 측정을 위해 두 부위 (Fz, Cz)에 전극을 부착시켰다. 오른쪽 윗볼에 도출 전극을 부착하고, 왼쪽 윗볼에 기준전극을 붙였다. ECG (electrocardiogram)측정은 쇄골뼈 중간에 도출 전극을 부착하고, 왼쪽 갈비뼈와 오른쪽 갈비뼈에 전극을 부착하였다. SKT (Skin Temperature)는 왼손 소지, GSR (Galvanic Skin Resistance)은 왼손 검지와 중지, PPG (PhotoPlethysmoGraphy)는 왼손 약지에 센서를 부착하여 반응을 측정하였다. RSP (Respiration)는 측정용 밴드를 가슴에 착용하여 측정하였다. 측정 장비로는 Biopac system의 Biopac MP100을 사용하였고, 분석 소프트웨어는 Acqknowledge 3.5를 이용하였다. 모든 생리신호의 샘플링 주파수는 256Hz로 설정하였다. 주관적 평가는 긴장, 이완, 쾌와 불쾌에 대한 4가지 감성을 표시 할 수 있도록 9개의 셀 (3×3 block)이 그려져 있는 자체적인 평가서를 사용하였고, 이를 통해 각 피험자가 상상했던 내용이 어떤 감성 영역인가를 자신이 직접 기록하게 하였다.

### 2.3 실험 과정

실험일 전날 피험자가 충분한 수면을 취하게 하여 실험에 적극적으로 참여할 수 있도록 하였다. 실험당일에는 피험자에게 그 날의 상태에 대한 양케이트를 기록하도록 하였다. 측정에 필요한 전극을 부착한 후 피험자를 편안하게 하여 안정할 수 있게 하였다. 피험자가 편안한 상태가 되었으면, 안정 상태의 생리신호를 30초간 측정하였다. 그리고 상상할 감성에 대한 예시문을 제시한 후 피험자가 편히 상상 할 수 있도록 유도하였다. 30초간 피험자가 상상을 하는 동안 생리신호를 측정하고, 상상이 끝나면 자신이 상상한 내용에 대해 주관적 평가서를 작성하도록 하였다. 주관적 평가가 끝나면 피험자가 어떤 상상을 하였는지 질문하여 녹음한 후, 휴식을 취하도록 하였다.

긴장, 이완, 쾌, 불쾌에 대한 4가지 감성을 상상하도록 하였으며, 안정은 각각의 상상에 대해 모두 측정하였다. 안정과 4가지 상상에 대한 생리신호를 측정 할 때에는 피험자가 눈을 감도록 하였으며, 신체를 가능한 한 움직이지 않게 하였다.

## 2.4 데이터 분석

EEG 신호의 데이터 처리는 A/D 변환 후 FFT 변환을 이용하여 주파수 대역별 relative power spectrum ( $\delta$ (0.5-4Hz),  $\theta$ (4-8Hz),  $\alpha$ (8-13Hz),  $\beta$ (13-30Hz))을 구하고, 또한  $\alpha/\alpha+\beta$ 와  $\beta/\alpha+\beta$ 를 각각 계산하여 안정에 대하여 각 상상 자극에 대한 증감을 비교 분석하였다. ECG 분석을 위해 R포인트를 1차 비분에 의한 zero-crossing 방법을 사용하여 검출하였다. 검출된 R포인트로부터 각 실험 상황에서 평균 R-R 간격을 계산하였다. SKT, GSR, PPG의 분석은 각 실험 상황에서 신호 진폭의 평균을 계산하였다. RSP는 분당 호흡수를 계산하였다. 최종적으로 안정에 비해 각 실험 상황으로 유발되는 생리 신호의 변화를 관찰하기 위하여 아래 수식을 이용하여 Normalized Sensitivity (NS)를 계산하여 결과를 비교하였다.

$NS = (\text{각 실험 상황} - \text{안정 상황}) / \text{안정 상황} \times 100 (\%)$   
 통계분석은 SPSS (ver 8.0)를 사용하였으며, T-test 분석을 실시하였다.

## 3. 실험 결과

### 3.1 주관적 평가 결과

피험자 20명의 값을 평균하여 4가지 상상의 주관적 결과를 그림 1과 같이 2차원상에 나타내었다. 그 결과 쾌상상과 불쾌상상은 약간의 긴장된 감성이 동반된 상상을 하였으며, 긴장상상과 이완상상은 약간의 쾌한 감성이 함께 포함되었다. 그리고 각각의 4가지 상상들 사이의 관계는 Chi-Square test로 계산하였다. 두 상상 사이에는 연관이 있다라는 가설을 세우고, 자유도는 8이며  $\alpha=0.05$ 인 기각치  $\chi^2_{0.05}=15.5073$ 를 찾았다. 여기서 표 1과 같이 검정통계량 값이 기각치보다 크므로 가설은 기각된다. 그러므로 피험자는 실험 목적에 맞게 구별되는 4가지 상상을 한 것으로 나타났다.

### 3.2 생리 신호 분석 결과

그림 2는 EEG 분석 결과로서 Fz 부위에서  $\alpha/\alpha+\beta$  값의 NS를 나타내었다. 쾌 상상 자극은 안정에 비해 증가하였고 불쾌 상상 자극은 안정에 비해 감소하였고 두 자극간의 통계적 유의차는  $p<0.05$ 로 나타났다. 또한 쾌 상상 자극과 이완 상상 자극 사이에도  $p<0.01$ 의 통계

적 유의차가 발생하였다.

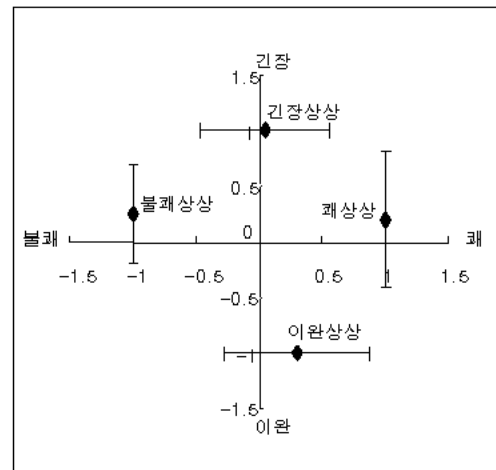


그림 1. 주관적 평가 결과

표 1. Chi-Square 통계량 검증

상상 주관평가	검정통계량 값	기준값
불쾌/긴장	34.28571429	15.5073
불쾌/쾌	40	
불쾌/이완	40	
긴장/쾌	32	
긴장/이완	40	
쾌/이완	33.6	

그림 3은 자율신경계 반응 중에서 평균 R-R 간격과 GSR의 진폭의 NS를 나타내었다. 평균 R-R 간격에서는 긴장 상상과 이완 상상 사이의 통계적 유의차는  $p<0.05$ 로 나타났다. GSR의 진폭 반응은 이완 상상과 긴장 상상 사이의 통계적 유의차는  $p<0.05$ , 이완 상상과 불쾌 상상 사이의 통계적 유의차는  $p<0.05$ , 이완 상상과 쾌 상상 사이의 통계적 유의차는  $p<0.01$ 로 나타났다.

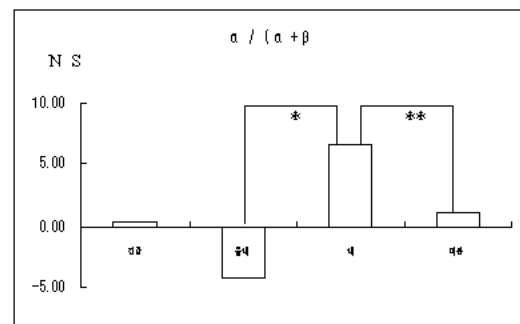


그림 2. Fz 부위에서  $\alpha/\alpha+\beta$  값의 NS  
 \* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$

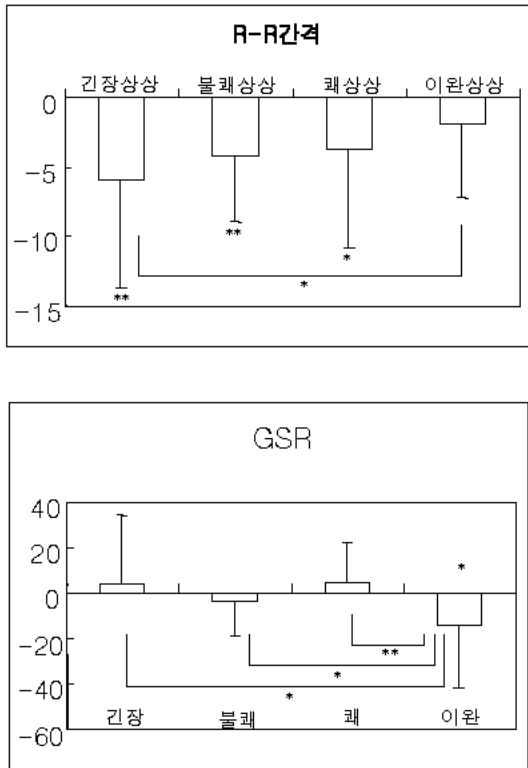


그림 3. 평균 R-R 간격과 GSR 진폭의 NS  
\* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$

#### 4. 결론 및 토의

본 논문에서는 감성의 각 차원 (쾌/불쾌, 긴장/이완)에 해당하는 상상을 피험자마다 자유롭게 하게 하여 감성 변화를 유도하였고, 이를 생리 신호 분석을 통해 객관적으로 감성을 변별할 수 있는지에 대해 연구하였다.

EEG의  $a/\alpha + \beta$  값은 쾌 감성일 때 안정에 비해 증가하였고, 불쾌 감성일 때는 감소하였다. 즉,  $a/\alpha + \beta$  값은 2차원의 감성 영역의 한 축인 쾌/불쾌 축의 감성을 변별하는 신뢰로운 평가 파라미터가 될 수 있을 것이다. 그러나 주관적 평가에서는 “쾌 > 이완, 긴장 > 불쾌 상상” 순으로 3단계의 쾌도 감성이 뚜렷이 구별되어 유발된 것으로 나타났지만, EEG 분석 결과에서는 쾌와 불쾌, 쾌와 이완 상상 사이에서만 통계적 유의차가 발생하여 약 2.5 단계의 쾌도 감성 변별이 가능하였고, 정확하게 3단계의 쾌도 구분에는 어려움이 있었다. 자율 신경계 반응 역시 정확한 3단계의 긴장도 구분에는 어려움이 있었지만 2차원의 감성 영역의 한 축인 긴장/이완 축의 감성을 변별하는 신뢰로운 평가 파라미터가 될 수 있을 것으로 판단된다. 즉,

평균 R-R 간격에서는 긴장 상상과 이완 상상 사이의 2단계의 긴장도 감성 구분이 가능하였고, GSR의 진폭 반응에서는 이완과 긴장, 이완과 불쾌, 이완과 쾌 상상 사이의 약 2.5 단계의 긴장도 감성 구분이 가능하였다.

본 연구 결과로부터 3단계의 감성 자극에 대해서 생리 신호의 변별 능력은 대략 2.5 단계인 것으로 나타났다. 그러나 이러한 결과는 1차적인 선형 분석법을 통한 결과이므로 향후 비선형 분석법을 적용하고 피험자 수의 증가를 통해 감성 변별 민감도를 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] 이경화 등, “정서의 심리적 생리적 측정 및 지표개발: 기본정서 구분 모델” 한국감성과학회지, 2(2), 43-52, 1999.
- [2] Ekman, P., “Universal and cultural differences in facial expressions of emotion.” In J. K. Cole (Ed), Nebraska symposium on motivation, Lincoln, University of Nebraska Press, 1972.
- [3] Schlosberg, H., “The descriptions of facial expressions in terms of two dimensions.” Journal of Experimental Psychology, 44, 229-237, 1952.
- [4] Russell, J.A., “A circumplex model of affect.” Journal of Personality and Social Psychology, 39(6), 1161-1178, 1980.
- [5] Russell, J.A. et al., “A cross-cultural study of a circumplex model of affect.” Journal of Personality and Social Psychology, 57, 848-856, 1989.
- [6] 김진관 등, “감성 개념 이차원 구조의 안정성.” 한국감성과학회지, 2(1), 43-52, 1998.
- [7] Lang, P.J., “International Affective Picture System (IAPS): Technical manual and affective ratings”. NIMH center for the Study of Emotion and Attention, Gainesville, 1997.
- [8] 김철중, “종합적 생리신호 측정, 해석 시스템 개발 최종 보고서”, 한국표준과학연구원, 1998.
- [9] 손진훈 등, “정서시각자극에 의해 유발된 자율신경계 반응 패턴: 유발정서에 따른 피부전도 반응, 심박률 및 호흡률 변화”, 한국감성과학회지, 1(1), 79-91, 1998.
- [10] 정순철 등, “시각자극에 대한 실시간 및 비실시간 주관적평가와 생리반응과의 상관관계”, 대한인간공학회지, 18(3), 27-39, 1999.
- [11] 정순철 등, “이차원구조의 감성 평가를 위한 IAPS 사진 선정”, 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, 76-79, 2001.