

## 공포와 기쁨 정서 간 안면온도 반응의 차이\*

Difference of Facial Skin Temperature Responses between Fear and Joy

음영지\*\* · 엄진섭\*\* · 손진훈\*\*†

YeongJi Eum\*\* · Jin-Sup Eom\*\* · Jin-Hun Sohn\*\*†

충남대학교 심리학과/뇌과학 연구소\*\*

Department of Psychology, Brain Research Institute, Chungnam National University\*\*

### Abstract

There have been many emotion researches to investigate physiological responses on specific emotions with physiological parameters such as heart rate, blood volume flow, and skin conductance. Very few researches, however, exists by detecting them with facial skin temperature. The purpose of present study was to observe the differences of facial skin temperature by using thermal camera, when participants stimulated by monitor scenes which could evoke fear or joy. There were totally 98 of participants; undergraduate students who were in their adult age and middle, high school students who were in their adolescence. We measured their facial temperature, before and after presenting emotional stimulus to see changes between both times. Temperature values were extracted in these regions; forehead, inner corners of the eyes, bridge of the nose, end of the nose, and cheeks. Temperature values in bridge and end of the nose were significantly decreased in fear emotion stimulated. There was also significant temperature increase in the area of forehead and the inner corners of the eyes, while the temperature value in end of the nose decreased. It showed decrease in both stimulated fear and joy. These results might be described as follows: When arousal level going up, sympathetic nervous activity increases, and in turn it makes blood flow in peripheral vessels under the nose decrease. Facial temperature changes by fear or joy in this study were the same as the previous studies which measured temperature of finger tip, when participants experiencing emotions. Our results may help to develop emotion-measuring techniques and establish computer system bases which are to detect human emotions.

**Keywords** : emotion, fear, joy, facial skin temperature, infrared thermography

### 요약

많은 연구에서 정서 특정적 생리 반응을 밝히기 위하여 심박률, 혈류량, 피부전도 반응 등의 지표를 사용하였으나, 안면온도를 이용한 정서 연구는 많지 않다. 본 연구는 적외선 열화상을 통해 공포 및 기쁨 자극에 대한 안면온도 변화를 관찰하고자 한다. 98명의 대학생과 중고생을 대상으로 공포 또는 기쁨을 유발하는 자극을 제시하기 전과 후의 안면온도를 측정하였다. 온도값은 이마, 눈앞, 콧등, 코끝, 그리고 뺨에서 추출하였다. 공포자극을 제시한 조건에서는 콧등과 코끝의 온도가 유의하게 낮아졌다. 기쁨 자극을 제시한 조건에서는 이마, 눈앞의 온도 상승이 유의하였으며, 코끝에서 온도가 유의하게 낮아졌다. 두 조건에서 코의 온도가 유의하

\* 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011K000658).

† 교신저자 : 손진훈(충남대학교 사회과학대학 심리학과/뇌과학연구소)

E-mail : jhsohn@cnu.ac.kr

TEL : 042-821-6369

FAX : 042-821-8875

게 낮아졌는데, 이는 공포 또는 기쁨을 경험할 때 각성수준이 증가하여 코 혈관의 혈류량이 감소함으로써 온도가 낮아진 것으로 볼 수 있다. 공포나 기쁨을 경험할 때 나타나는 온도 변화는 정서를 경험할 때 손가락온도를 측정 한 선행 연구결과와 일치한다. 이런 연구결과는 정서 측정기법의 개발과, 인간의 정서를 탐지하는 컴퓨터 시스템의 기초를 확립하는 데 기여하는 바가 있을 것이다.

**주제어 :** 정서, 공포, 기쁨, 안면온도, 적외선 열화상

## 1. 서론

정서는 감정과 사고로 복합된 주관적 경험을 포함하고(Buck, 1985), 생리적 변화를 일으키며(Zajonc, 1985), 외현적으로 표현되는 태도나 안면운동을 포함한다(Darwin, 1872).

정서를 측정하는 방법에는 자기 보고식 척도를 사용하여 심리적 상태를 기술하는 형용사 어휘를 평정하는 방법, 표정과 제스처(gesture)를 토대로 내적 상태를 추론하는 방법, 계측기를 사용하여 생리적 반응을 기록하는 방법 등이 있다. 자기 보고식 척도를 사용하는 방법은 개인이 느끼는 정서를 주관적으로 보고하는 것으로, 신뢰도와 타당도가 높은 심리 측정도구를 사용하는 것이 정서 평가에 있어 중요하다. 생리 반응을 이용한 정서 측정은 자기 보고식 척도 및 표정과 제스처로 내적 상태를 추론하는 방법에 비해 몇 가지 장점이 있다. 첫째, 정서 경험에 따른 생리 반응의 변화를 측정하기 때문에, 정서 경험을 정량화할 수 있으며, 객관성과 신뢰성이 보장된다는 점에서 다른 측정방법보다 가치가 있다(Chung, 1998). 둘째, 시각적 또는 청각적 주의(attention)와 정서적 각성(arousal)은 생리 반응과 밀접한 관련이 있으므로, 피실험자에게 어떠한 명시적 요구 없이 주의와 각성의 정도를 측정할 수 있다(Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990). 마지막으로, 사회적 차폐(social masking) 또는 인위적인 정서 표현이 아닌 자연스럽게 실제 유발된 정서의 측정이 가능하다.

특정 정서가 특정 생리 반응과 연관된다는 James (1884)의 주장과 함께, 많은 연구자가 심박률(heart rate), 혈류량(blood volume flow), 피부전도(skin conductance), 피부온도(skin temperature) 등을 측정하여 정서-특정적인 생리 반응을 규명하기 위한 연구를 수행하였다(Alaoui-Ismaili, Rada, Dittmar, & Vernet-Maury, 1997; Ax, 1953; Boiten, 1996; Cacioppo, Berntson, Larsen, Poehlmann, & Ito, 1993; Ekaman, Levenson, & Friesen, 1983; Funkenstein, 1955; Shinha & Parsons, 1996;

Stemmler, 2004).

최근에는 안면온도를 이용하여 정서상태를 추론하고자 하는 연구들이 진행되고 있다(Jarlier et al., 2011; Jiang, Song, Zheng, Wang, & Omer, 2005; Khan, Ingleby, & Ward, 2006; Liu & Wang, 2011; Nhan & Chau, 2010). 안면온도는 적외선 열화상(infrared thermography)으로 측정할 수 있는데, 이 기법은 대상에서 방사되는 열에너지를 탐지하며, 그 에너지를 전기적 신호로 변환하여 화상으로 표현한다. 심박률이나 호흡, 피부전도수준 등의 생리 반응을 측정하여 정서를 추론하는 방식은 대상자에게 여러 가지 측정 센서(sensor)를 부착해야 한다는 단점이 있는 반면, 적외선 열화상은 비접촉(non-contact)으로 대상의 온도를 관찰할 수 있다는 장점이 있다.

안면온도와 정서 간의 관련성을 검증한 연구는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 한 가지는 얼굴표정과 안면온도의 분포 간 관련성을 보는 것이다(Jarlier et al., 2011; Jiang et al., 2005; Khan et al., 2006; Liu & Wang, 2011). 이 연구들은 얼굴표정을 인식하기 위해 시각영상 대신에 열화상을 이용하는 것으로, 열화상의 장점인 조명과 같은 빛에 의해 대상의 밝기와 명암의 변화가 거의 없다는 점을 활용한 것이다. 얼굴표정이 변화하면, 근육의 위치와 혈관의 위치, 입 모양 등이 변하고, 열화상에서 이를 탐지할 수 있다. 이 연구들은 대부분 인위적인 얼굴표정을 연출하여 열화상을 얻으며(Khan et al., 2006), 극소수의 연구만이 자극을 이용하여 정서를 유발시킨 후 얼굴표정에 대한 열화상을 얻는다(Liu & Wang, 2011).

다른 한 가지 연구는 내적인 정서상태와 안면온도 간의 관련성을 탐색한 것이다. 내적인 정서상태와 안면온도 간의 관계는 자율신경계 작용에 의한 혈관의 팽창과 수축(Pavlidis, Dowdall, Sun, Puri, Fei, & Garbey, 2007) 또는 땀샘의 작용 등에 의한 것으로 보인다. 이 연구는 다시 두 가지로 나눌 수 있는데, 한 가지 정서상태와 안면온도 간의 관련성을 검증하거나, 두 가지 이상의 정서상태와 특정 위치의 안면온도

간의 관련성을 연구한 것이다. 예를 들면, 거짓말을 할 때의 안면온도 변화를 관찰한 연구에서는 (Tsiamyrtzi, Dowdall, Shastri, Pavlidis, Frank, Ekman, 2007) 눈에서의 온도 변화를 관찰하였으며, 지적인 활동과 안면온도 간의 관련성을 검증한 연구에서는 (Sugimoto, Yoshitomi, & Tomita, 2000) 코와 입 주변에서의 온도 변화를 보였다. 원숭이에게 위협을 가했을 때에는(Kuraoka & Nakamura, 2011), 코 영역에서의 온도 하강이 나타났다. 이마의 한 지점에 온도 센서를 부착하여 긍정정서와 부정정서를 유발시켰을 때의 온도 변화를 살펴본 연구에 의하면, 부정정서가 유발되었을 때 온도가 하강함을 보고하였으며(Zajonc, Murphy, & Ingelhart, 1989), 공포 정서에서도 온도가 하강함을 보고하였다(Stemmler, 1989).

안면온도를 이용하여 인간의 정서를 인식하기 위해서는, 인위적인 표정에서의 안면온도가 아닌 정서가 유발되었을 때의 안면온도를 분석하는 것이 더 유용할 것이며, 다양한 정서에 대해 다양한 얼굴 영역에 대한 온도 분포를 살펴보는 것이 중요할 것으로 생각된다. 그러나 이 모두를 조합한 연구는 찾아보기 어려우며, 선행 연구들은 한 가지 정서만을 사용하거나, 얼굴의 한 곳만 측정하거나, 인위적인 표정을 사용한 연구는 대부분이다.

정서는 크게 긍정정서와 부정정서로 나눌 수 있다. Darwin(1872)은 그의 저서에서 정서는 인간의 진화과정에서 생존을 위한 적응 역할을 수행하는데, 특히 부정정서는 생존을 위한 기능을 한다는 점에서 인간에게 매우 중요한 정서인 것으로 설명한다. Plutchik (1970)은 부정정서가 도망, 회피, 숨기, 토하기, 울기 등의 ‘보호반응’과 공격 등의 ‘파괴반응’으로, 생존에 대한 기능을 한다고 설명한다. 부정정서는 공포(fear), 분노(anger), 혐오(disgust), 그리고 슬픔(sadness) 등으로 구분할 수 있다. 특히, 공포는 고통이나 고통의 예상, 혼자 있는 것, 위협에 대한 평가 등에서 유발하며 도망가기(flight)를 준비함으로써 생존을 위한 기능을 하는 정서이다(Izard, 1991). 이에 반해, 긍정정서는 ‘좋다’고 느끼는 감정으로, 인간에게 편안함과 안정감을 제공하며 사회적 상호작용을 원활하게 하고 의사소통을 풍부하게 하는 역할을 한다. 인간은 긍정정서를 느낄 때 자유로운 활동(free activation), 접근(approach)과 같은 행동 경향성을 보인다(Fredrickson, 2001). 긍정정서에는 일반적으로 기쁨(joy), 만족(contentment), 흥미(interest), 사랑(love)이 포함된다

(Izard, 1980).

본 연구에서는 선행 연구들을 확장하여, 긍정정서의 대표로 기쁨을, 부정정서의 대표로 공포를 선택하여, 기쁨 정서와 공포 정서를 유발하였을 때 얼굴의 여러 부위에서 온도가 변화하는지 관찰하고자 하였다.

선행 연구들을 종합하면, 이마, 눈, 코, 뺨, 인중 그리고 입 주변 등에서의 온도 변화와 정서상태 간에 관련성이 있을 가능성이 크다. 본 연구에서는 선행 연구에 근거하여, 정서가 유발되었을 때 이마, 눈, 코, 그리고 볼에서의 온도가 변화하는지 살펴보았다. 본 연구에서 인중과 입 주변을 제외한 이유는 인중과 입 주변의 온도는 정서 자체보다는 입의 움직임으로 인한 입 모양의 변화에 의해서 온도가 더 크게 변하기 때문이었다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 실험참가자

98명의 대학생(남 : 29명, 22±2.04세, 여 : 36명, 21.33±2.31세)과 중고등학생(남 : 12명, 16±1.00세, 여 : 21명, 15.67±1.59세)이 실험에 참가하였다. 이들은 모두 과거 신경과나 정신과 병력, 현재 감기 등의 질병이 없다고 보고하였다.

### 2.2. 실험자극

본 연구에 사용된 정서자극은 시청각을 조합한 자극으로, 기쁨을 유발하는 자극은 1분 30초였으며, 공포를 유발하는 자극은 2분으로 구성되었고, 각 정서자극의 예시는 Fig. 1과 같다. 기쁨 자극은 실험참가자가 게임에 참여하여 얻은 성과에 따라 보상을 주어 기쁨을 유발하였다. 공포자극은 영화 ‘장화홍련’의 장면 중 일부를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 기쁨 자극과 공포 자극은 Park, Kim과 Sohn(2011)의 연구에서 적합성(의도한 정서와 유발 정서의 일치도) 80% 이상의 자극이었다. 기쁨 자극의 적합성은 82%였으며, 공포 자극의 적합성은 88%였다. 그리고 이들의 연구에서 기쁨 자극의 효과성(실험참가자가 보고한 정서 강도, 7점 만점)은 5.36점이었고, 공포자극의 효과성은 5.95였다.

<Fear>



<Joy>

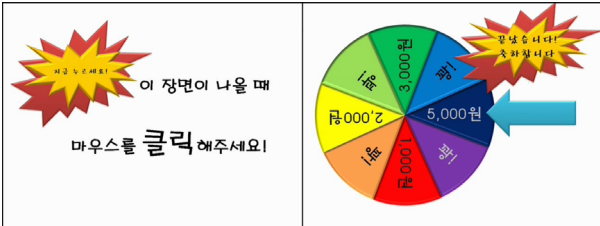


Figure 1. The scenes of emotional stimuli

### 2.3. 실험절차

98명의 실험참가자 중 49명이 공포조건에, 다른 49명은 기쁨조건에 할당되었다. 실험참가자는 참가동의서를 작성한 후 실험자가 주는 실험복으로 갈아입고 실험에 임하였다. 모든 실험참가자가 동일한 실험복을 입도록 지시한 이유는 실험참가자 개인 의복의 보온성과 쾌적성의 차이를 통제하기 위함이다. 중앙에 놓인 의자에 앉아 실험을 수행하였다. 정서유발 자극은 '+' 모양의 자극을 1분 응시하는 동안 안정상태를 측정한 후 제시하였다. 자극이 끝난 후, 실험참가자는 정서 평가설문지를 작성하였다. 설문지는 경험한 정서와 그 강도를 보고하는 7점 척도(1점 : 매우 약함, 4점 : 보통, 7점 : 매우 강함), 경험한 각성수준과 정서가 (valence)를 보고하는 9점 양극척도(-4점 : 안정 또는 불쾌, 0점 : 중립(neutral), +4점 : 각성 또는 쾌), 그리고 해당 정서를 가장 강하게 경험한 장면(또는 순간)을 기술하는 주관식 질문으로 구성되었다.

### 2.4. 실험실환경 및 측정장비

측정도구로 사용된 열화상 카메라(thermal infrared camera)는 H2640(NEC-Sanei, Japan)이며, 사양은 측정 범위 20~60°C, 640×480pixel, 측정 파장 8-14 $\mu$ m, 온도 분해능 0.06°C이다.

측정실은 가로 5m, 세로 3m의 크기로, 외부에서 발생하는 artifact와 소음이 30dB 이하인 방음실이며, 온도는 24 ± 1°C를 유지하였다. 실험실 중앙에는 자극

제시 모니터를 시청할 수 있도록 앉을 수 있는 의자가 있었다. 해상도가 1280×960인 LCD 모니터로, 모니터는 피험자로부터 1m 앞에 놓였다. 2m 앞의 좌우에 놓인 스피커(BR 1800, Britz, USA)를 통해 소리를 제시하였다. 적외선 열화상 카메라는 실험참가자로부터 1.1m 앞에 두었다.

### 2.5. 분석

분석에는 각 데이터의 안정상태 10초와 정서유발상태 10초를 사용하였다. 정서유발상태 분석 구간의 선정은 실험참가자가 정서를 가장 강하게 경험하였다고 보고한 부분을 선정하였다. 온도를 측정할 관심 영역(region of interest)은 이마, 눈앞, 콧등, 코끝, 뺨이었으며(Fig. 2), 16×16pixel 내의 모든 온도값을 평균하여 얻은 값을 분석에 사용하였다.

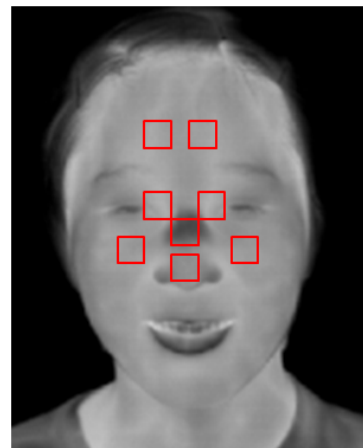


Figure 2. The regions of interest on face(forehead, inner corner of eyes, bridge of nose, end of nose, and cheeks)

각 정서에서 안정상태와 정서상태간 온도 차이를 검증하기 위하여 상관표본 평균 차이 검증(paired-samples t-test)을 실시하였다. 기쁨과 공포 정서 간 안면온도 차이 비교는 자극을 제시받은 집단이 상이하므로 독립표본 평균 차이 검증(independent-samples t-test)을 실시하였다.

## 3. 결과

### 3.1. 자극에 대한 주관적 평가

각 정서가 효과적으로 유발이 되었는지를 검증하기

위하여 실험참가자의 정서 평가설문지상에 평정한 점수를 활용하여 Table 1과 같이 각 자극의 효과성(7점 만점), 각성수준과 정서가의 기술 통계치를 산출하였다. 모든 실험참가자가 기쁨 자극에서는 기쁨 정서가, 공포자극에서는 공포 정서가 유발되었다고 보고하였다. 두 자극의 효과성은 5점 이상으로, 효과적으로 정서가 유발되었음을 나타낸다. 각성수준은 공포 및 기쁨 자극에서 2점 이상의 각성수준을 보고하였다. 경험한 공포에 대한 정서가는 -3점 이상의 불쾌를 보고하였으며, 경험한 기쁨에 대한 정서가는 2점 이상의 쾌를 보고하였다. 공포와 기쁨 정서 간에 효과성과 각성수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(각각  $t = 5.54, p < .001$ ;  $t = 3.50, p < .001$ ), 정서가에서는 공포와 기쁨 정서 간에 큰 차이가 나타났다( $t = -25.00, p < .001$ ).

Table 1. Descriptive statistics for emotional efficiency and two dimensions.

	Fear	Joy	<i>t</i>
Efficiency	6.37±0.79	5.73±0.76	5.54***
Arousal	3.39±0.72	2.23±1.43	3.60***
Valence	-3.41±0.80	2.62±2.05	-25.00***

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

### 3.2. 안정상태-정서유발상태 간 안면온도 차이

안정상태보다 정서유발상태 동안에 공포, 기쁨에 의한 안면온도 반응의 변화가 나타났는지를 밝히기 위하여, Table 2와 같이 안정상태와 정서상태에서의 평균온도를 산출한 후, 두 상태 간의 상관집단 *t* 검증을 실시하였다. 그 결과, 공포유발상태에서는 콧등과 코끝에서 온도의 감소가 유의미한 것으로 나타났다(각각  $t = 3.64, p < .01$ ;  $t = 6.00, p < .001$ ).

Table 2. The result on differences between baseline and emotion in fear

	Baseline	Emotion	<i>t</i>
Forehead	34.98±0.46	34.87±0.53	1.96
Inner corner of eyes	35.16±0.48	35.12±0.49	0.90
Bridge of nose	33.80±1.56	33.48±1.40	3.64**
End of the nose	34.43±1.19	33.74±1.15	6.00***
Cheeks	34.34±0.95	34.39±0.91	0.86

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

Table 3과 같이, 기쁨유발상태에서는 이마, 눈앞의 온도가 유의하게 상승하였으며(각각  $t = 2.15, p < .05$ ;  $t = 2.03, p < .05$ ), 코끝의 온도는 유의하게 낮아졌다( $t = 2.20, p < .05$ ).

Table 3. The result on differences between baseline and emotion in joy

	Baseline	Emotion	<i>t</i>
Forehead	34.92±0.47	35.01±0.52	2.147*
Inner corner of eyes	35.15±0.46	35.23±0.50	2.033*
Bridge of nose	33.81±1.50	33.61±1.38	1.986
End of the nose	34.47±1.04	34.20±0.91	2.203*
Cheeks	34.44±0.93	34.51±0.87	1.330

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

### 3.3. 정서 간 안면온도 반응의 차이

정서 간 안면온도 반응의 차이를 확인하기 위하여 정서유발상태에서 안정상태를 뺀 값을 이용하여 독립집단 *t* 검증을 실시하였다. 그 결과, Fig. 3과 같이 이마와 코끝에서 공포 기쁨 정서 간 온도 차이가 유의한 것으로 나타났다(각각  $t = 2.85, p < .01$ ;  $t = 2.55, p < .05$ ).

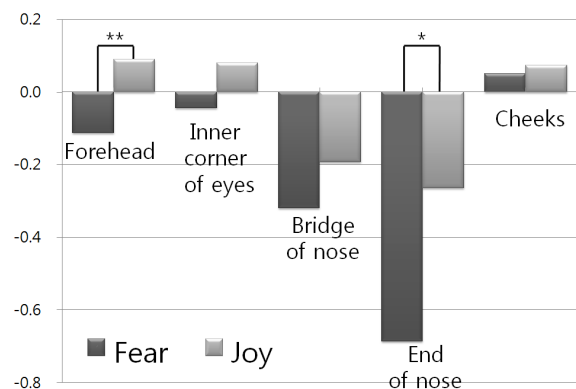


Figure 3. The differences between fear and joy

## 4. 논의

본 연구에서는 공포와 기쁨 정서에 의해 유발되는 정서 특정적 안면온도 반응의 차이를 확인하였다. 공포상태에서는 콧등과 코끝의 온도가 유의하게 낮아졌다. 공포는 교감신경계의 활성화와 미주신경의 비활성화를 특징으로 한다. 공포와 같은 부정정서는 말초

의 대사반응을 유발하며, 주로 교감신경계에 의해 증가가 된다. 혈관수축은 교감신경계가 활성화할 때 발생하는데, 말초모세혈관에서 혈류량이 감소하여 결과적으로 피부온도가 감소한다(Kreibig, 2010). 손가락의 온도를 관찰한 연구에서도 이와 비슷한 결과가 나왔다. 공포를 경험할 때 손가락 피부온도를 측정된 Ekaman 등(1983)은 온도가 낮아졌다고 보고하였다. 또한 공포사건에 대한 상상은 손가락과 이마의 온도를 낮아지게 한다(Hirota & Hirai, 1990; Stemmler, 1989).

기쁨유발상태에서는 이마, 눈앞의 온도가 유의미하게 상승하였다. Zajonc 등(1989)은 행복감을 경험하였을 때 안면온도가 증가하는 것을 관찰하였으며, van Reekum 등(2004)은 기쁨을 경험할 때 손가락의 온도가 상승한다고 보고하였다. 기쁨은  $\alpha$ -아드레날린성(adrenergic) 영향의 감소,  $\beta$ -아드레날린성 영향의 증가, 그리고 콜린성(cholinergic) 영향의 증가로 인한 교감신경계 활성화 상태로 보았다. 이런 특성은 다른 긍정정서는  $\beta$ -아드레날린성 영향이 감소하는 것이 특징인 반면에, 기쁨은  $\beta$ -아드레날린성 영향의 활성화가 특징이라고 보고하였다. 이는 기쁨의 경우, 미주신경의 조절에 의해 심혈관계 활동이 증가하게 되어 혈류량이 증가하여 피부온도가 상승한다(Kreibig, 2010).

공포유발상태와 기쁨유발상태에서 동일하게 콧등의 온도가 유의미하게 감소하였는데, 이는 선행 연구와 일치하는 결과이다. Nakamura와 그의 동료들(Kuraoka & Nakamura, 2011; Nakayama, et al., 2005)은 원숭이에게 공포를 유발하였을 때 코의 온도가 유의미하게 하강하는 것을 관찰하였다. Nakanishi와 Imai-Matsumura(2008)는 생후 2~10개월 된 유아를 대상으로 한 연구에서 기쁨을 경험할 때 이마, 코, 그리고 뺨에서 온도를 측정하였다. 그 결과, 생후 2~3개월인 유아는 기쁨 얼굴표정을 지을 때 안면온도의 변화가 없었으나, 생후 8~10개월인 유아는 기쁨 표정을 지을 때 코의 온도가 감소하였다. 이들은 기쁨은 교감신경계 반응과 관련이 있으며, 교감신경계의 활성화로 인한 혈류량의 감소가 코의 온도를 감소하게 한다고 설명한다. 각성수준과 코의 온도 변화에 대한 상관연구를 수행한 Nozawa와 Tacano(2009)는 각성수준이 증가하면 교감신경계가 활성화되어 코에 위치하는 말초혈관의 혈류량이 감소함으로써 온도가 낮아지기 때문에, 코의 온도가 낮아지는 것은 각성수준의 중요한 지표가 된다고 제안하였다. 본 연구에서 유발한 공포와 기쁨은 2점 이상으로 높은 각성수준의 정서이다. 그러므

로 높은 각성수준이 교감신경계 반응을 증가시켜 말초혈류량의 변화를 초래하여 코의 온도가 낮아진 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 공포, 기쁨 정서에 의해 유발된 안면 온도 반응의 차이를 확인하고자 하였다. 본 연구의 결과는 정서를 경험할 때 변화하는 안면온도를 적외선 열화상을 사용하여 측정하고, 정서에 따른 정서 특정적 안면온도 반응이 나타난 것을 시사한다. 본 연구에서는 공포와 기쁨 두 정서 간 안면온도 차이를 구분하였지만, 향후 연구에서는 더 많은 정서 간 안면온도 반응의 차이가 있는지를 검증할 필요성이 있다. 또한 본 연구는 HCI 분야에서 안면온도를 이용하여 정서를 인식하는 연구에 심리 생리적 근거를 제공하는 것에 의의가 있다. 그러나 적외선 열화상을 사용하여 정서를 측정하는 연구는 표준화된 측정방법이 부재하므로 이를 표준화하는 연구가 필요하다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 한 가지는 공포를 유발하는 자극(동영상)과 기쁨을 유발하는 자극(게임)의 유형이 다르다는 점이다. 본 연구에서 두 가지 정서를 유발하는 방법을 다르게 사용한 이유는 정서 유발에서의 타당성을 높이기 위해서였다. 공포 정서는 동영상 자극에 의해 피실험자가 공포를 경험할 가능성이 큰 것으로 판단하였다. 기쁨 정서의 경우는 피실험자와 아무런 관련이 없는 타인이 기뻐하는 동영상 자극에 의해 피실험자가 기쁨을 경험하기는 쉽지 않을 것이며, 피실험자에게 직접 금전적 이득을 제공하는 것이 기쁨을 경험하도록 하는 데 더 유용할 것으로 생각하였다. 두 번째는 본 연구에서 나타난 공포와 기쁨 정서 간의 안면온도 차이가 자극이 가진 각성(arousal)이나 정서가(valence)의 차이일 수 있다는 점이다. 특히, 두 정서 간에 각성의 차이(Cohen's  $d = .83$ )보다는 정서의 차이(Cohen's  $d = 4.23$ )가 현저하게 크며, 이마는 두 정서에서 온도 변화가 반대로 나타난 점을 고려하면, 본 연구의 결과는 정서의 차이라고 해석할 수도 있다. 이런 단점을 극복하기 위해서는 추후에 다양한 긍정정서와 부정정서를 포함한 실험이 수행되어야 할 것이다. 세 번째는 본 연구에서 나타난 결과의 일반화 가능성을 검증할 필요가 있다는 점이다. 즉, 본 연구결과가 본 연구에서 사용한 특정 자극에만 국한될 가능성이 있다. 추후 다양한 공포 자극과 기쁨 자극을 이용한 연구가 수행되어야 할 것이다.

## REFERENCES

- Alaoui-Ismaili, O., Robin, O., Rada, H., Dittmar, A., & Vernet-Maury, E. (1997). Basic emotions evoked by odorants: comparison between autonomic responses and self-evaluation. *Physiology and Behavior*, *62*, 713-720.
- Ax, A. F. (1953). The physiological differentiation between fear and anger in humans. *Psychosomatic Medicine*, *15*, 433-442.
- Boiten, F. A. (1996). Autonomic response patterns during voluntary facial action. *Psychophysiology*, *33*, 123-131.
- Buck, R. (1985). Prime theory: an integrated view of motivation and emotion. *Psychological Review*, *92*(3), 389-413.
- Cacioppo, J. T., Berntson, G. G., Larsen, J. T., Poehlmann, K. M., & Ito, T. A. (1993). The psychophysiology of emotion. In M. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 119-142). New York: Guilford Press.
- Chung, C. S. (1998). Psychological aspects of the science of sensibility. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, *1*(1), 19-24.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray.
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, *221*(4616), 1208-1210.
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: *The broaden-and-build theory of positive emotions*. *American psychologist*, *56*(3), 218-226.
- Funkenstein, D. H. (1955). The psychology of fear and anger. *Scientific American*, *192*, 74-80.
- Hirota, A. & Hirai, H. (1990). Effects of relaxation response or arousal response oriented training on psychophysiological responses during fear imagery. *Japanese psychological research*, *32*(1), 26-35.
- Izard, C. E. (1980). The emergence of emotions and the development of consciousness in infancy, In J. M. Davidson & R. J. Davidson (Eds.), *The psychobiology of consciousness*, (pp.193-216). New York: Plenum.
- Izard, C. E. (1991). *The psychology of emotions*. New York: Plenum.
- James, W. (1884). What is an Emotion? *Mind*, *9*(34), 188-205.
- Jarlier, S., Grandjean, D., Delplanque, S., N'Diaye, K., Cayeux, L., Velazco, M. L., Sander, D., Vuilleumier, P., & Scherer, K. R. (2011). Thermal analysis of facial muscles contractions. *IEEE Transactions on Affective Computing*, *2*, 2-9.
- Jiang, G., Song, X., Zheng, F., Wang, P., & Omer, A. M. (2005). Facial expression recognition using thermal image. In *Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, Shanghai, China, 1-4.
- Khan, M. M., Ward, R. D., & Ingleby, M. (2006). Infrared Thermal Sensing of Positive and Negative Affective States. In *Proceedings of the 2006 IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics*, Bangkok, Thailand, 1-6.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological psychology*, *84*(3), 394-421.
- Kuraoka, K. & Nakamura, K. (2011). The use of nasal skin temperature measurements in studying emotion in macaque monkeys. *Physiology & behavior*, *102*(3-4), 347-355.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, *97*, 377-395.
- Liu, Z. & Wang, S. (2011). Emotion recognition using hidden markov models from facial temperature sequence. *Affective Computing and Intelligent Interaction, Lecture Notes in Computer Science*, *6975*, 240-247.
- Nakanishi, R. & Imai-Matsumura, K. (2008). Facial skin temperature decreases in infants with joyful expression. *Infant Behavior and Development*, *31*(1), 137-144.
- Nakayama, K., Goto, S., Kuraoka, K., & Nakamura, K. (2005). Decrease in nasal temperature of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in negative emotional state. *Physiology & Behavior*, *84*(5), 783-790.
- Nhan, B. R. & Chau, T. (2010). Classifying affective states using thermal infrared imaging of the human face. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*,

- 57, 979-987.
- Nozawa, A. & Tacano, M. (2009). Correlation analysis on alpha attenuation and nasal skin temperature. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2009(1), 1-10.
- Park, M. S., Kim, H. E., & Sohn, J. H. (2011). Development of emotion-evoking stimuli to provoke spontaneous emotions. In *Proceedings of the 2011 Spring Conference of Korean Society for Emotion & Sensibility, Daejeon, Korea*, 41-42.
- Pavlidis, I., Dowdall, J., Sun, N., Puri, C., Fei, J., & Garbey, M. (2007). Interacting with human physiology. *Computer Vision and Image Understanding*, 108(1-2), 150-170.
- Plutchik, R. (1970). Emotions, evolution, and adaptive processes. In M. B. Arnold (Ed.), *Feelings and emotions* (pp. 3-22). New York: Academic Press.
- Sinha, R. & Parsons, O. A. (1996). Multivariate response patterning of fear and anger. *Cognition and Emotion*, 10, 173-198.
- Stemmler, G. (1989). The autonomic differentiation of emotions revisited: convergent and discriminant validation. *Psychophysiology*, 26(6), 617-632.
- Stemmler, G. (2004). Physiological processes during emotion. In: Phillippot, P., Feldman, R. S. (Eds.), *The Regulation of Emotion*. Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 33-70.
- Sugimoto, Y., Yoshitomi, Y., & Tomita, S. (2000). A method for detecting transitions of emotional states using a thermal facial image based on a synthesis of facial expressions. *Robotics and Autonomous Systems*, 31, 147-160.
- Tsiamyrtzi, P., Dowdall, J., Shastri, D., Pavlidis, I. T., Frank, M. G., & Ekman, P. (2007). Imaging facial physiology for the detection of Deceit. *International Journal of Computer Vision*, 71, 197-214.
- van Reekum, C., Johnstone, T., Banse, R., Etter, A., Wehrle, T., & Scherer, K. (2004). Psychophysiological responses to appraisal dimensions in a computer game. *Cognition and Emotion*, 18(5), 663-688.
- Yoshitomi, Y., Kim, SI., Kawano, T., & Kilazoe, T. (2000). Effect of sensor fusion for recognition of emotional states using voice, face image and thermal image of face. In *Proceedings of the 9th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, Osaka, Japan, 178-183.
- Zajonc, R. B. (1985). Emotion and facial efference: A theory reclaimed. *Science*, 228(4695), 15-21.
- Zajonc, R. B., Murphy, S. T., & Inglehart, M. (1989). Feeling and facial efference: Implications of the vascular theory of emotion. *Psychological Review*, 96(3), 395-416.

원고접수 : 2011.08.31

수정접수 : 2012.01.12

게재확정 : 2012.01.31