Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.21, No.3, pp.35-46, October 2002

상상으로 유발된 감성 변화에 관한 연구

A Study on Changes in Human Sensibility Evoked by Imagination

정순철*, 민병찬*, 전광진, 이봉수, 이정한*, 김철중*

ABSTRACT

In this study, emotion changes were induced by four imaginations - pleasantness, unpleasantness, arousal, relaxation and it was examined using subjective evaluation and analysis of the physiological signals of the central and autonomic nerve systems whether the intended emotions were appropriately achieved, and whether these emotion changes could be distinguished from the analysis of physiological signals. Each of the four imaginations was implemented on 32 subjects for 30 seconds, while that Electroencephalogram (EEG), Eelectrocardiogram (ECG), Galvanic Skin Response (GSR), Skin Temperature (SKT) and Respiration (RSP) were measured, and a subjective evaluation was implemented following the completion of the measurement. The analysis of the subjective evaluation revealed that the subjects underwent the four clearly differentiated imaginations, and the pleasantness level was classified into four imagination stages, pleasantness〉relaxation〉arousal≈comfort〉unpleasantness, and arousal level was classified into four imagination stages in the order of arousal〉unpleasantness≈pleasantness〉comfort〉relaxation. The analysis of the EEG revealed that three stages of pleasantness level, pleasantness〉relaxation≈arousal≈comfort〉unpleasantness were classified from the values of $\alpha/\alpha+\beta$and $\beta/\alpha+\beta$, and about four distinguishable stages of arousal level were obtained from the autonomic nervous system responses following the order of arousal〉unpleasantness≈pleasantness〉 comfort〉relaxation.

It was found that intended emotion could be induced from the imagination, and these induced emotion changes could be differentiated using the physiological signals of the EEG and autonomic nervous system.

Keyword: Human emotion, imaginations, subjective evaluation, physiological signals

*(380-701) 충북 충주시 단월동 322번지
건국대학교 의과대학 의학공학부
한국표준과학연구원 인간공학연구실
E-mail: scchung@kku.ac.kr, Tel.(043)840-3759, Fax.(043)851-0620

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

인간의 내적 상태를 밝히기 위한 이론적 접근 방법은 크게 불연속 상태이론 (discrete state theory)과 차원이론 (dimensional theory) 두 가지로 구분된다. Ekman (1972)은 기쁨, 놀람, 공포, 분노, 혐오, 슬픔의 여섯 가지를 기본정서로 보았고 정서가 몇 개의 범주로 크게 분류될 수 있다고 가정한다. 차원모형에 의하면 내적 상태는 연속적이며 양극을 가진 (bipolar) 여러 개의 차원으로 이루어진 공간상에 위치할 수 있다. 즉, 내적 상태 기술 단어로 차원을 추출한 연구들은 내적 상태 공간이 3개 이내의 차원으로 구성된다는 연구 결과를 보고하고 있다. 예를 들어 Schlosberg (1952)는 정서가 두 개의 양극차원으로 구성되며 2차원 상에 원형으로 배열될 수 있다고 밝혔다. Russell (1980)은 내적 상태를 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. 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 (Russell, et al., 1989). 그러므로 이러한 이차원의 구조는 상당히 안정성이 있고 문화 보편적인 구조가 될 수 있다는 사실이 밝혀졌다. 또한 김진관 등 (1998)은 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.

이러한 감성구조의 이론을 바탕으로 여러 가지 감성자극을 감각자극을 통해 유발하고, 설문지를 이용한 주관적인 방법과 객관적인 생리신호 방법으로 유발된 감성을 평가 하고자 하는 여러 연구가 현재 시도되고 있다. 시각자극을 통한 감성 유발은 Lang (1997)이 개발한 국제정서사진체계 (International Affective Picture System: IAPS)를 주로 이용하고 있고 그 이외에도 후각, 촉각, 청각 등의 다양한 자극이 감성 유발 자료로 이용되고 있다 (김철중, 1998; 민병찬 등, 1999; 손진훈 등 1998; 이구형 등, 2001).

Davidson과 Fox (1982)는 10개월 된 유아들이 각각 슬픔과 기쁨을 연기하는 배우의 비디오 테이프를 보는 동안 뇌파를 측정하여 분석한 결과, 뇌파 편측성(EEG asymmetry)이 일어난다는 것을 발견하였다. 긍정 정서 (기쁨)는 전두엽에서 더 많은 좌반구 활성화를 일으키고, 두정엽 부위에서는 좌우반구의 차이를 볼 수 없었다. Hugdahl (1995)은 긍정적 정서가 주어질 때 α파는 상대적으로 증가하고 β파의 상대적 감소한다는 사실을 밝혔다. 그러므로 EEG 측정을 통해 인간의 쾌도 또는 긍정도를 변별할 수 있다는 사실을 알 수 있다 (Elul, 1972; Fox, 1991; Hinrichs, et al., 1992;

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

Kostiunina, et al., 1996). 본 연구에서는 α파 및 β파의 상대적 양의 증감 비교를 α/(α+β)와 β/(α+β)의 파라메터 값을 이용하였다. 또한 각성, 이완에 따른 인간감성의 변화를 측정하기 위하여 심전도, 피부 전도도, 피부 온도, 호흡수 등의 자율신경계 반응을 인간의 긴장도 또는 각성 수준의 지표로 이용하기도 하였다 (정순철 등, 2001a; Ekman, et al., 1983; Glenn, et al., 1986; Levenson, et al., 1990; Roel, et al., 1984).

그러나 감성은 개인적인 특성에 크게 좌우되므로 감성을 체험하게 되는 양과 양상이 개인마다 차이가 있는 것은 당연할 것이다 (정순철 등, 2001b). 즉, 목적된 어떤 감성을 유발시키고자 선정된 자극이 피험자마다 유발시키는 양에 차이가 있을 것이고, 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. 또한 이를 통해 시각, 청각, 후각, 촉각 등의 감성 유발 방법뿐만 아니라 상상에 의한 감성 유발 방법이 또 다른 하나의

일반적인 감성 유발 자료로 사용될 수 있음을 보이고자 하였다.

2. 실험 방법

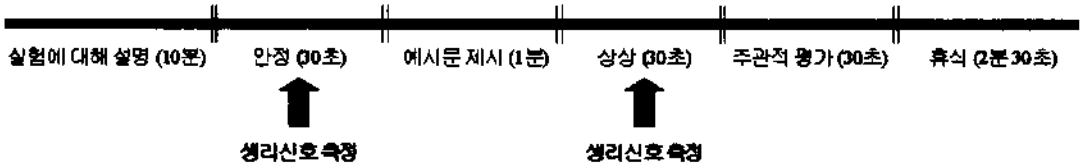
2.1 실험 대상 및 실험 환경

피험자는 과거에 심장질환 경험이 없는 건강한 20대(평균 23±4세) 성인 남·여 32명을 대상으로 하였으며, 실험 24시간 전부터 자율신경계와 중추신경계에 영향을 미칠 수 있는 담배, 카페인, 약물, 음주의 섭취를 금하였다. 실험이 진행되는 동안에는 불필요한 움직임을 하지 말 것, 편안한 마음가짐을 가질 것, 자신의 상상 자극에 집중하고 잡념을 버릴 것 등의 주의사항을 꼭 지키도록 하였다. 실험실 내부의 온도는 22±1℃, 습도는 45±5%로 유지하였고, 외부 환경으로부터의 영향을 최소화하기 위해 실험실 외부를 동판으로 절연하고 방음 장치를 설치하였다.

2.2 생리 신호 측정 및 주관적 평가

중추 신경계의 반응을 관찰하기 위해 Fz, Cz 부위에 뇌파 (Electroencephalogram: EEG)를 측정하였다. 오른쪽 귓불에 도출 전극을 부착하고, 왼쪽 귓볼에 기준전극을 붙였다. 심전도(Eelectrocardiogram: ECG)의 측정은 쇄골뼈 중간에 도출 전극을 부착하고, 왼쪽 갈비뼈와 오른쪽 갈비뼈에 전극을 부착하였다. 피부 온도 (Skin Temperature: SKT)는 왼손 소지, 피부 전도도 (Galvanic Skin Response: GSR)는 왼손 검지와 중지에 센서를 부착하여 반응을 측정하였다. 호흡

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.



(Respiration: RSP)은 측정용 밴드를 가슴에 착용하여 측정하였다. 측정 장비로는 Biopac system의 Biopac MP100을 사용하였고, 분석 소프트웨어는 Acqknwledge 3.5를 이용하였다. 모든 생리신호의 샘플링 주파수는 256Hz로 설정하였다.

감성의 이차원 구조는 매우 안정적이고 신뢰로운 틀이라는 사실을 바탕으로 본 연구팀에서 개발한 주관적 평가지를 이용하여 주관적 평가를 실시하였다
(Russell, 1980; Russell, et al., 1989; 김진관 등, 1998). 즉, 긴장, 이완, 쾌와 불쾌에 대한 네 가지 감성을 표시 할 수 있도록 이차원상에 9개의 셀 (3×3 block)이 그려져 있는 자체적인 평가서를 사용하였고, 이를 통해 각 피험자가 상상했던 내용이 어떤 감성 영역인가를 자신이 직접 기록하게 하였다 (정순철 등, 2001c; 민병찬 등, 2001).

2.3 실험 과정

자세한 실험 프로토콜은 그림 1과 같다. 먼저 생리 신호 측정에 필요한 전극을 부착하고 10분여 동안 실험의 목적과 과정에 대해 자세히 설명하였고, 유의사항 등을 피험자에게 충분히 전달하였다. 피험자가 편안한 상태가 되었으면, 눈을 감게 한 후 안정 상태의 생리신호를 30초간 측정하였다. 그리고 상상할 감성에 대한 예시 문을 제시한 후, 이를 바탕으로 피험자 본인이 경험한 각 영역의 감성을 쉽게 상상 할 수 있도록 유도하였다. 30초간 피험자가 눈을 감고 각 감성 상황을 상상하는 동안 상상 자극에 의해 유발되는 생리신호의 변화를 측정하였다. 상상이 끝나면 자신이 상상한 내용에 대해 주관적 평가서를 작성하도록 하였다. 주관적 평가가 끝나면 피험자가 어떤 상상을 하였는지 질문하여 녹음한 후, 휴식을 취하도록 하였다. 휴식이 끝난 후 다음 상상 실험을 수행하였다.

그림 1. 실험 프로토콜

상상에 대한 예시문의 선정은 본 연구를 수행하기 전에 20대 남녀 대학생 30명을 대상으로 쾌, 불쾌, 긴장, 이완의 네 가지 감성 변화를 일으킨 상황에 대한 자신의 경험을 주관적 설문지에 간략히 작성하도록 하여 이중 공통적으로 답변 순위가 높은 다섯 가지를 아래 표1과 같이 선정하였다.

긴장, 이완, 쾌, 불쾌에 대한 네 가지 감성을 각각 상상하도록 하였으며 상상 순서는 실험자가 랜덤하기 피험자에게 제시하였다. 안정은 각각의 상상에 대해 모두 측정하였고, 안정과 네 가지 상상에 대한 생리신호를 측정할 때에는 피험자가 눈을 감도록 하였으며, 신체를 가능한 한 움직이지 않게 하였다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 1. 상상할 감성에 대한 예시 문

쾌	1.좋아하는 사람과 데이트 할 때 2.산 정상에 올라갔을 때 3.눈썰매를 타고 내려올 때 4.선물을 받았을 때 5.잃어버린 물건을 찾았을 때
불쾌	1.공중화장실의 변기 주위가 더러웠을 때 2.길거리에서 토한거나 가래침을 보았을 때 3.화장실 변기 주위에 생리대가 떨쳐져 있었을 때 4.처음 본 사람이 반말 할 때 5.음식물에서 머리카락이나 벌레를 보았을 때
긴장	1.20층 아파트 꼭대기에서 땅을 내려다 볼 때 2.놀이동산에서 청룡열차를 탔을 때 3.낭떠러지가 보이는 계곡과 계곡사이의 다리를 건널 때 4.남 앞에서 처음 발표할 때 5.밤에 누가 뒤에서 따라오는 것 같은 느낌을 받았을 때 6.예쁜여자나 잘생긴남자를 만났을 때
이완	1.샤워나 목욕한 후 따뜻한 곳에 앉아 TV나 비디오를 볼 때 2.따뜻한 봄볕 아래에서 앉아 쉴 때 3.추운 곳에 있다가 따뜻한 난로가 에 앉았을 때 4.마사지를 받았을 때 5.아늑한 침대에 누웠을 때

2.4 데이터 분석

EEG 신호의 데이터 처리는 A/D 변환 후 30Hz의 Cutoff frequency를 가지는 디지털 필터를 이용하여 low pass filtering을 하였다. FFT변환을 수행한 후 α는 8~13Hz, β는 13~30Hz, δ는 0.5~4Hz, θ는 4~8Hz으로 각 구간을 설정하여 주파수 분석을 수행하였고, α/(α+β)와 β/(α+β)를 각각 계산하여 안정에 대하여 각 상상 자극으로 유발된 각 파라메터들의 증감을 비교 분석하였다. ECG 분석을 위해 Acqknwledge 3.5에서 제공하는 find peak를 이용하여 R포인트를 검출하였고, 검출된 R포인트로부터 각 실험 상태에서 30초 동안의 평균 R-R 간격을 계산하였다. 각 상태에서의 SKT와 GSR의 생리 신호 분석을 위해서는 이들 신호의 가장 대표적인 파라메터인 신호 진폭의 평균을 계산하였다. RSP의 분석은 raw data에서 직접 피크 수를 카운터하여 분당 호흡수를 계산하였다.

최종적으로 무자극의 안정 상태에 비해 각 자극(상상) 상태로 유발되는 생리 신호의 상대적인 변화를 관찰하기 위하여 아래 수식 (1)과 같이 Normalized Sensitivity (NS)를 정의하여 결과를 비교하였다 (황민철 등, 1998).

$$NS = (Pij - Pij\text{-}1) / Pij\text{-}1 \times 100 \quad \text{--- (1)}$$

P는 각 생리 신호의 분석 결과, i는 EEG의 α/(α+β)와 β/(α+β), ECG의 평균 R-R 간격, SKT와 GSR의 평균 신호 진폭, RSP의 분당 호흡수, j는 자극 상태, j-1은 자극 받기 직전의 무자극 안정 상태를 각각 의미한다. NS가 0이면 자극에 대한 반응이 없는 상태이고 100이면 자극에 대한 반응이 무자극 안정 상태의 2배에 해당하는 것을 의미한다 (황민철 등, 1998). 통계분석은 SPSS (ver 8.0)를 사용하였으며, t-test 분석을 실시하였다.

3. 실험 결과

3.1 주관적 평가 결과

피험자 32명의 값을 평균하여 네 가지 상상에 대한 주관적 결과를 그림 2와 같이 이차원상에 나타내었다. 각각의 네 가지 상상들 사이의 관계는 Chi-Square test로 계산하였다. 두 상상 사이에는 연관이 있다라는 가설을 세우고, 자유도는 8이며 α=0.005인 기각

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

치 x20.005=21.955를 찾았다. 표 2와 같이 검정통계량 값들이 모두 기각치 보다 크므로 가설은 기각되고, 각각의 두 상상들은 0.005의 유의수준으로 구별되었다. 그리고 각 차원의 감성 유발 양을 비교해 보면, 쾌도는 "쾌 〉 이완 〉 긴장≈안정 〉 불쾌" 상상 순서의 4 단계로, 긴장도는 "긴장 〉 불쾌≈쾌 〉 안정 〉 이완 상상 순서의 4 단계로 유의미하게 구별되었다 ($p<0.05$).

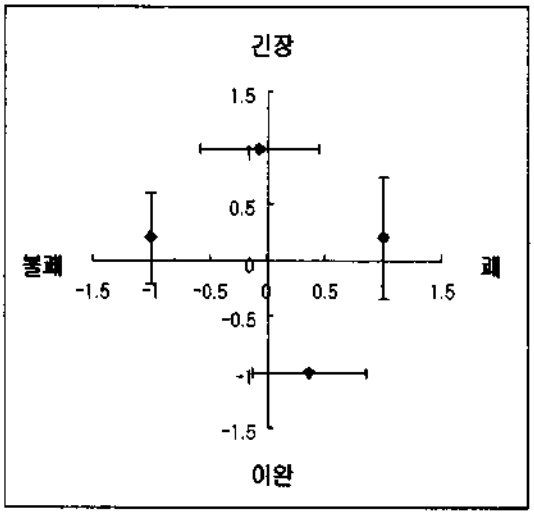


그림 2. 주관적 평가 결과

표 2. Chi-Square 통계량 검증

	검정통계량 값	유의수준
긴장/이완	64	0.005
긴장/불쾌	52.33333333	0.005
긴장/쾌	55	0.005
이완/불쾌	64	0.005
이완/쾌	57.23076923	0.005
불쾌/쾌	64	0.005

주관적 평가 결과 쾌 상상과 불쾌 상상은 약간의 긴장된 감성이 동반된 상상을 하였으며 이완 상상은 약간의 쾌한 감성이 함께 포함되었다. 이러한 이유는 본 연구팀에서 선정한 상상의 예시문과도 밀접한 관련이 있다고 판단된다. 즉, 표 1을 보면 쾌와 불쾌의 예시문은 긴장쪽으로, 이완의 예시문은 쾌쪽으로 치우쳐져 있고, 각 피험자의 녹음된 상상 내용을 확인해본 결과 많은 피험자가 예시문과 같거나 유사한 상상을 한 것으로 밝혀졌다. 향후 정확한 실험을 위해서는 예시문의 선정 작업이 보다 엄밀히 이루어져야 될 것으로 판단된다. 그러나 피험자는 실험 목적에 맞게 뚜렷이 구별되는 네 가지 상상을 한 것으로 나타났으므로 이러한 결과와 생리 신호의 변화 양상과의 비교는 의미가 있을 것으로 판단된다.

3.2 생리 신호 분석 결과

표 3은 각 감성 상태에 대한 모든 생리 신호의 NS 결과를 정리한 것이다. 그림 3(a)은 EEG 분석 결과로서 Fz과 Cz 부위에서 안정과 각 상상에 대한 $\alpha/(\alpha+\beta)$값의 NS를 나타내었다. 쾌 상상 자극은 안정에 비해 증가하였고, 불쾌 상상 자극은 안정에 비해 감소하였으며 긴장과 이완 상상은 모두 안정과 차이가 없었다. 즉, "쾌 〉 이완≈긴장≈안정 〉 불쾌" 상상 순서의 3 단계로 $\alpha/(\alpha+\beta)$ 값이 증가하였다. 그러나 네 종류의 감성 상상에 대해 모두 유의미한 차이를 보인 것은 Cz 부위였다. 그림 3(b)은 Fz과 Cz 부위에서 안정과 각 상상에 대한 $\beta/(\alpha+\beta)$값의 NS를 나타내었다. 쾌 상상 자극은 안정에 비해 감소하였고, 불쾌 상상 자극은 안정에 비해

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

증가하였으며 긴장과 이완 상상은 모두 안정과 차이가 없었다. 즉, "불쾌 〉 이완≈긴장≈안정 〉 쾌" 상상 순서의 3 단계로 β/(α+β)값이 증가하였다. 네 종류의 감성 상상에 대해 모두 유의미한 차이를 보인 것은 Fz 부위였다. 이러한 결과는 상상만으로 쾌도의 감성 유발이 가능하며, Fz과 Cz 부위에서 α/(α+β)와 β/(α+β)값이 쾌도를 측정하는 신뢰로운 파라메터가 될 수 있음을 시사한다.

표 3. 각 감성 상태에 대한 모든 생리 신호의 NS 결과

생리신호 \ 감성상태		쾌	불쾌	긴장	이완
Fz	$\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$	4.27±4.77	-3.26±2.96	-0.71±3.74	0.21±2.82
	$\frac{\beta}{\alpha+\beta}$	-3.39±4.04	4.52±4.07	0.59±3.55	-0.91±2.98
Cz	$\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$	4.37±4.75	-4.33±5.06	-0.89±3.41	0.61±2.71
	$\frac{\beta}{\alpha+\beta}$	-3.70±4.41	2.35±4.70	0.66±3.41	-0.67±2.93
평균 R-R 간격		-3.45±2.42	-3.62±1.63	-7.09±2.56	0.64±2.25
RSP		9.03±10.87	7.18±7.46	19.4±14.8	-8.69±12.1
GSR		-0.99±8.77	-5.46±4.69	11.6±18.1	-12.1±5.90
SKT		-0.01±0.07	-0.03±0.09	-0.04±0.09	0.11±0.13

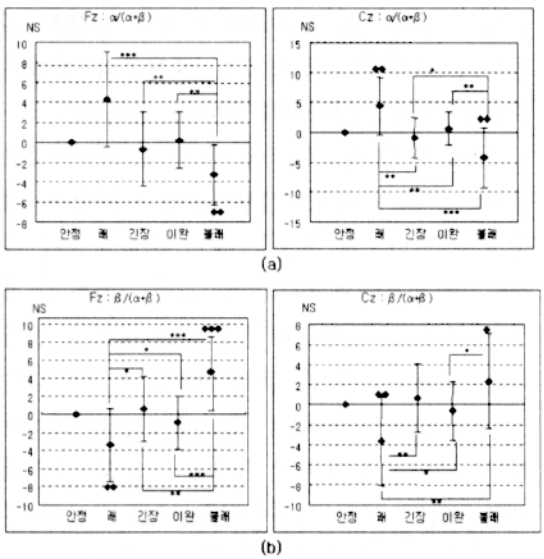


그림 3. Fz과 Cz 부위에서 각 감성의 상상에 대한 (a)α/(α+β) (b)β/(α+β)의 값
각 상상 자극과 안정에 대한 통계적 유의차
(◆p〈0.05, ◆◆p〈0.01, ◆◆◆p〈0.001)
두 상상 자극 사이의 통계적 유의차
(*p〈0.05, **p〈0.01, ***p〈0.001)

그림 4는 안정과 각 상상에 대한 평균 R-R 간격, RSP, GSR, SKT의 NS를 나타내었다. 이완 상상에서는 안정 상태에 비해 피부 온도와 평균 R-R 간격이 증가하였고, 분당 호흡수와 피부 전도도는 감소하여 부교감 신경계가 활성화되었음을 보였다. 이와는 반대로 긴장 상상에서는 안정 상태에 비해 피부 온도와 평균 R-R 간격은 감소하였고, 분당 호흡수와 피부 전도도는 증가하여 교감 신경계가 활성화되었음을 보였다. 쾌와 불쾌 상상은 평균 R-R 간격과 분당 호흡수에서는 안정에 비해 유의미한 차이가 있었지만, 피부 전도도와 피부 온도는 안정에 비해 큰 차이를 보이지 않아 약간의 교감 신경계가 활성화되었음을 보였다. 즉, 이러한 결과는 "긴장 〉 불쾌≈쾌 〉 안정 〉 이완 상상 순서의 약 4 단계로 교감 신경계 활성화 차이를 보여주는 결과이고 이는 주관적 결과와 일치한다. 네 종류의 감성 상상에 대해 모두 유의미한 차이를 보인 것은 평균 R-R 간격과 분당 호흡수의 변화였다. 본 결과로부터 상상만으로 긴장도의 감성 유발이 가능하며, 여러 자율신경계의 측정 생리 신호들 중에서 특히 평균 R-R 간격과 분당 호흡수의 변화가 긴장도를 측정하는 신뢰로운 파라메터가 될 수 있음을 시사한다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

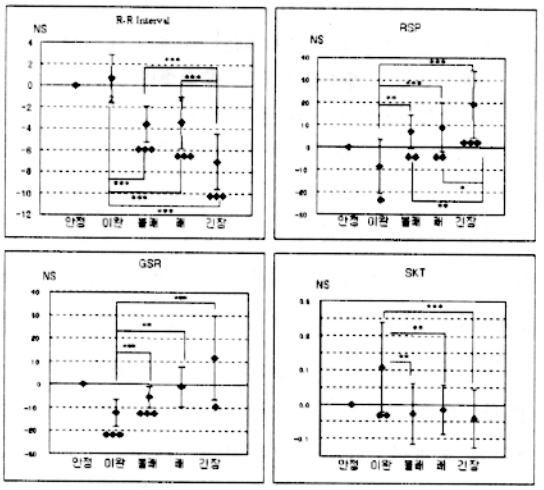


그림 4. 각 감성의 상상에 대한 평균 R-R 간격, RSP, GSR, SKT의 NS각 상상 자극과 안정에 대한 통계적 유의차 (◆p<0.05, ◆◆p<0.01, ◆◆◆p<0.001) 두 상상 자극 사이의 통계적 유의차 (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001)

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 쾌, 불쾌, 긴장, 이완의 네 가지 상상을 통해 감성의 변화를 유도하였고, 주관적 평가와 중추 및 자율 신경계의 생리 신호 분석을 통해 목적된 감성이 제대로 유발되었는지 그리고 이러한 감성 변화를 생리 신호 분석으로부터 변별 가능한지를 검증하고자 하였다. 32명의 피험자를 대상으로 네 가지 상상을 각각 30초씩 수행하게 하면서 뇌파, 심전도, 피부 전도도, 피부 온도, 호흡수를 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≈안정 〉 불쾌" 상상 순서의 4 단계로, 긴장도는 "긴장 〉 불쾌≈쾌 〉 안정 〉 이완 상상 순서의 4 단계로 구별되었다. 그러나 쾌 상상과 불쾌 상상은 약간의 긴장된 감성이 동반된 상상을 한 것으로, 이완 상상은 약간의 쾌한 감성이 포함된 것으로 나타나 정확하게 목적된 감성 유발은 이루어지지 않았다. 이러한 사실은 실험자가 제시한 예시 문 내용에 의한 영향으로 판단되어, 피험자가 어떤 상상을 하였는지에 대한 녹음된 내용을 분석한 결과, 대부분의 피험자는 실험자가 제시한 예시문과 유사한 내용을 상상한 것으로 나타났다. 즉, 본 연구에서 제시된 예시문의 내용들을 자세히 살펴보면 이완 상상의 예시 문들은 쾌한 감성이 포함된 이완 자극이었고, 쾌와 불쾌 상상의 예시 문들은 약간의 긴장된 감성이 동반되어 있으므로 이러한 결과는 당연하다고 판단된다. 그러므로 상상만으로 정확하게 목적된 감성을 유발하기 위해서는 실험자는 예시문의 선정에 각별한 주의를 기울여야 한다고 판단된다.

EEG 분석 결과는α/(α+β)와 β/(α+β)값으로부터 "쾌 〉 이완≈긴장≈안정 〉 불쾌" 상상 순서의 3 단계의 쾌도 구분이 가능하였기 때문에, α/(α+β)와 β/(α+β) 값은 2차원의 감성 영역의 한 축인 쾌/불쾌 축의 감성을 변별하는 신뢰로운 평가 파라메터가 될 수 있을 것이다. 그러나 주관적 평가에서는 4 단계의 쾌도 감성이 구별되어 유발된 것으로 나타났지만, EEG 분석 결과에서는 이완 상상이 긴장과 안정에 대해 통계적 유의차가 발생하지 않아 정확하게 4 단계의 쾌도 구분에는 어려

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

움이 있었다. 그러나 이러한 결과는 일차적인 선형 분석법을 통한 결과이므로 향후 비선형 분석법을 적용하고 피험자 수의 증가를 통해 감성 변별 민감도를 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

4 단계의 긴장 상상에 대해 모두 유의미한 차이를 보인 것은 평균 R-R 간격과 분당 호흡수의 변화였고, 이러한 결과는 "긴장 〉 불쾌≈쾌 〉 안정 〉 이완 상상 순서의 4 단계의 긴장도 차이를 자율신경계 반응으로부터 변별할 수 있다는 사실을 보여주는 것이고 이것은 주관적 결과와 일치한다. 그러나 GSR의 반응은 쾌 상상이 안정과 구별되지 않았고, SKT의 반응은 불쾌, 쾌, 긴장 모두가 안정과 구별되지 않아 4 단계의 감성 변별에 어려움이 있었다. 그러나 본 결과로부터 상상만으로 긴장도의 감성 유발이 가능하며, 여러 자율신경계의 측정 생리 신호들 중에서 특히 평균 R-R 간격과 분당 호흡수의 변화가 긴장도를 측정하는 신뢰로운 파라메터가 될 수 있음을 시사한다.

결론적으로 본 연구의 결과는 상상에 의해 목적된 감성을 유발 할 수 있다는 것을 보였고, 유발된 감성 변화를 EEG와 자율신경계의 생리 신호를 통해 변별할 수 있다는 사실을 검증하였다.

참고 문헌

김진관, 문혜신, 오경자, "감성 개념 이차원 구조의 안정성", 한국감성과학회지, 2(1), 43-52, 1998.

김철중, "종합적 생리신호 측정 해석 시스템 개발 최종 보고서", 한국표준과학연구원, 1998.

민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 김혜주, 김수진, 김유나, 신정상, 민병운, 김철중, 박세진, "뇌파와 자율신경계 반응을 이용한 향의 영향 평가", 한국감성과학회지, 2(2), 1-10, 1999.

민병찬, 정순철, 민병운, 신미경, 정학기, 김철중, "실시간 주관적 감성 평가시스템을 이용한 긍정 및 부정 시각자극에 대한 연구", 대한인간공학회지, 20(1), 31-43, 2001.

손진훈, Estate M. Sokhadze, 이임갑, 이경화, 최상섭, "정서시각자극에 의해 유발된 자율신경계 반응 패턴: 유발정서에 따른 피부전도반응, 심박률 및 호흡률 변화", 한국감성과학회지, 1(1), 79-91, 1998.

이구형, 김병주, 정일석, "시청각 복합자극에 대한 인간감성의 변화", 한국감성과학회지, 4(1), 43-51, 2001

정순철, 민병찬, 김유나, 신미경, 김철중, "동적 시뮬레이터에서 속도와 운전 형태 변화에 따른 운전자의 감성 평가", 한국산업경영시스템학회지,24(65), 51-63, 2001a.

정순철, 민병찬, 전광진, 김유나, 성은정, 신미경, 김철중, "심상 자극에 의해 유발된 감성변화의 평가", 한국감성과학회 춘계학술대회 논문집,182-185, 2001b.

정순철, 민병찬, 민병운, 김유나, 신미경, 김철중, "디지타이저를 이용한 실시간 주

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

관적 평가 시스템". 대한인간공학회지, 20(1), 1-13, 2001c.

황민철, 류은경, 김철중, "시각 감성평가를 위한 뇌파의 민감성에 대한 연구", 대한인간공학회지, 17(1), 1-9, 1998.

Davidson, R.J., Fox, N.A., "Asymmetrical brain activity discriminates between positive and negative stimuli in human infants", Science, 218, 1235-1237, 1982.

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.

Ekman, P., Levenson, R.W., Friesen, W.V., "Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions", Science, 22, 1208-1210, 1983.

Elul, M.R., "The genesis of the EEG", International Review of Neurobiology, 15, 227-272, 1972.

Fox, N.A., "If its not left. Its right, Electroencephalograph asymmetry and the development of emotion", American Psychologist, 46, 863-872, 1991.

Glenn, A., Myers, Martin, G.J., "Power spectral Analysis of heart rate variability in sudden cardiac depth: Comprison to other methods", IEEE Trans, BME, 33(12), 1149-1156, 1986.

Hinrichs, H., Machleidt, W., "Basic emotions reflected in EEG-coherences", International Journal of Psychophysiology, 13(3), 225-232, 1992.

Hugdahl, K., Psychophysiology: Harvard Univ. Press, Cambridge, 1995.

Kostiunina, M.B., Kulikov, M.A., "The frequency characteristics of EEG spectra in the emotions", Neuroscience Behavioral Physiology, 26(4), 340-343, 1996.

Lang, P.J., "International Affective Picture System (IAPS): Technical manual and affective ratings", NIMH center for the Study of Emotion and Attention, Gainsville, 1997.

Levenson, R.W., Ekman, P., Friesen, W.V., "Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity", Psychophysiology, 27, 363-384, 1990.

Roel, W., DeBoer, Karemaker, J.M., Strackee, J., "Comparing spectra of a series of point events particularly for heart rate variability data", IEEE Trans,

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

BME, 31(4), 384-387, 1984.

Russell, J.A., "A circumplex model of affect." Journal of Personality and Social Psychology, 39(6), 1161-1178, 1980.

Russell, J.A., Lewicka, M., Nitt, T., "A cross-cultural study of a circumplex model of affect", Journal of Personality and Social Psychology, 57, 848-856, 1989.

Schlosberg, H., "The descriptions of facial expressions in terms of two dimensions." Journal of Experimental Psychology, 44, 229-237, 1952.

저자 소개

◈ 정순철

한국과학기술대학 전기 및 전자공학과를 졸업했으며, 한국과학기술원 전기 및 전자공학과에서 공학 박사를 취득하였다. 현재 건국대학교 의과대학 의학공학부에서 조교수로 재직중이다. 주요관심분야는 fMRI, 의공학, 감성공학, 인간공학 등이다.

Soon-Cheol Chung,

Tel: 043-840-3759, 주소:충북 충주시 단월동 322번지 건국대학교 의과대학 의학공학부,

E-mail: scchung@kku.ac.kr

◈ 민병철

일본 중앙대학 이공학연구과에서 인간공학전공과정을 수료했으며 일본 국립전기통신대학에서 인간공학전공 공학 박사를 취득하였다. 현재 한국표준과학연구원 인간공학실 선임연구원으로서 재직중이다. 주요관심분야는 생체신호 디지털 신호처리, 감성공학, 관능평가, 후/미각에 관한 메커니즘 규명 등이다.

Byung-Chan Min,

Tel: 042-868-5449, 주소:대전시 유성구 도룡동 1번지 한국표준과학연구원 인간공학그룹,

E-mail: bcmin@kriss.re.kr

◈ 전광진

한국표준과학연구원 인간공학그룹에 재직중이며, 주요관심분야는 생체신호처리이다.

Kwang-Jin Jun,

Tel: 042-868-5648, 주소:대전시 유성구 도룡동 1번지 한국표준과학연구원 인간공학그룹,

E-mail: granet@kriss.re.kr

◈ 이봉수

서울대학교 원자핵공학과를 졸업했으며, University of Florida에서 의학물리 박사 학위를 취득하였다. 현재 건국대학교 의과대학 의학공학부에서 조교수로 재직중이다. 주요관심분야는 의광학, 방사선 의용공학, 인간공학 등이다.

Bong-Soo Lee, Tel: 043-840-3755,

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

주소:충북 충주시 단월동 322번지 건국대학교 의과대학 의학공학부,
E-mail: bslee@kku.ac.kr

◈ 이정한

서울시립대학교 전자공학과를 졸업했고, 한국과학기술원 전기 및 전자공학과에서 공학 박사 학위를 취득하였다. 현재 건국대학교 의과대학 의학공학부에서 조교수로 재직중이다. 주요 관심 분야는 MRI, 의용계측, 기능적 전기자극 등이다.
Jeong-Han Yi, Tel: 043-840-3763,
주소:충북 충주시 단월동 322번지 건국대학교 의과대학 의학공학부,
E-mail: jeong2yi@kku.ac.kr

◈ 김철중

현재 한국표준과학연구원 인간공학실 책임연구원으로서 재직중이다. 서울대학교 금속공학과를 졸업했으며, 미국 Northwestern University에서 재료공학전공 공학 박사를 취득하였다. 주요관심분야는 인간공학, 감성공학 등이다.
Chul-Jung Kim, Tel: 042-868-5045,
주소:대전시 유성구 도룡동 1번지 한국표준과학연구원 인간공학그룹,
E-mail: cjkim@kriss.re.kr

논문접수일 (Date Received): 2002/3/2
논문게재승인일(Date Accepted): 2002/8/12

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.