

# 아동의 정서 특정적 자율신경계 반응 분석

손진훈, 이정미, 이경화, 석지아, 방석원\*, 김경환\*, 이미희\*  
충남대학교 심리학과 및 뇌과학 연구소, \* 삼성종합기술원

## Emotion-Specific Autonomic Nervous System Responses and Patterns in Children

Jin-Hun Sohn, Jeong-Mi Lee, Kyung-Hwa Lee, Ji-A Suk  
Seok Won Bang\*, Kyung Hwan Kim\*, Mihee Lee\*

Dep. of Psychology, Brain Research Institute, Chungnam National  
University

\* Samsung Advanced Institute of Technology

### Abstract

그동안 정서의 실험적 유도 어려움과 많은 제약으로 인해 성인 위주로만 이루어져 오던 정서연구가 최근 수 년 간의 정서연구에 대한 방법론의 발달로 아동에게까지 그 범위가 확대되고 있다. 본 연구에서는 아동의 다섯 가지 정서 (기쁨, 분노, 슬픔, 스트레스, 놀람)에 의해 유발되는 아동의 자율신경계 반응 패턴을 확인하고자 한다. 놀람 정서를 추가한 "아동용 정서유발 프로토콜 (양경혜 등, 2000)"을 사용하여 아동에게 정서를 유발시키고, 정서가 유발되는 동안의 자율신경계 반응(SKT, ECG, EDA, PPG)을 측정하였다. 초등학교 1, 2 학년인 34명(남:18, 여:16)의 아동이 실험에 참여하였다. 실험 결과 다섯 가지 정서가 아동들에게 적절하고 효과적으로 유발되었으며, 정서에 따른 생리반응 변화가 관찰되었다. 분석에 사용된 12개 생리반응 변수 중 8개 변수에서 정서에 따른 차이가 발견되었으며, 정서에 따라 다른 자율신경계 반응 패턴을 얻을 있었다. 또한 동일한 방법으로 수행한 본 연구실의 선행 연구와도 일치하는 결과를 보였다. 이는 아동용 정서유발 프로토콜이 표준화된 아동정서 유발자극으로 사용될 수 있으며, 생리반응 주형(template)을 이용하여 아동정서를 구분할 수 있음을 제시한다.

Keywords: 아동 (children), 정서 특정적 반응 (emotion-specific response), 피부온도(skin temperature; SKT), 심전도(electrocardiogram; ECG), 피부전기활동 (electrodermal activity; EDA), 광혈량도(photoplethysmography; PPG),

## 서론

특정 정서들이 자율신경계 반응의 특정 변화와 관련되어 있다는 가장 분명한 증거는 Ekman 등 (1983, 1990)과 Sinha 등 (1992)에 의해 제공되었다. Ekman 등은 (1983) 정적 정서에서보다 부적 정서에서 심박률이 더 크게 증가하며, 부적 정서 내에서도 분노에서는 피부온도가 증가하고 공포에서는 피부온도가 감소하는 등 서로 다른 정서들이 서로 다른 자율신경계 반응 패턴을 수반함을 주장하였다. 이 두 연구는 후속연구를 통해 동일한 연구결과를 반복하고(Sinha et al., 1996) 다른 연령이나 문화에까지 확장시킴으로써(Ekman et al., 1991, 1992) 자율신경계의 정서특정적 반응에 대한 자신들의 주장을 더욱 확고히 하였다.

현재까지의 정서에 대한 이런 심리생리적 연구는 주로 성인 위주로만 진행되어 왔다. 아동정서의 실험적 유도에는 많은 제약과 어려움이 따르기 때문이다. 그러나 최근 수년 동안 표준화된 정서유발 자극재료의 개발과 정서유발 절차, 그리고 정서의 측정에 대한 연구가 활발히 진행되어 오면서(Cacioppo & Gardner, 1999), 아동정서에 대한 심리생리적 연구도 증가하고 있다.

McManis 등(2001)은 IAPS (International Affective Picture System; Center for the Study of Emotion and Attention [CSEA], 1999; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1999) 자극을 사용하여 아동의 생리적 반응과 자기보고, 그리고 관찰시간을 측정한 결과, 아동의 반응이 성인처럼 사진의 정서적인 내용을 반영한다는 결과를 얻었다. 아동은 쾌한 사진보다 불쾌한 사진을 볼 때 더 큰 추미근 활동과 피부전도, 그리고 심박률 감소 반응을 보였다.

본 연구실에서도 심혈관계 반응과(이정미 등, 2001) 피부전기반응(장은혜 등, 2001)을 이용하여 다섯 가지 아동의 정서를 구분해보는 연구를 수행한 바가 있다.

본 연구는 이에 대한 확장 연구로서 기본정서인 놀람의 자극을 추가하였을 뿐만

아니라, 심혈관계 반응(심전도와 광혈량도)과 피부전기반응, 그리고 피부온도까지 4개 채널을 함께 다루고자 한다. 보다 많은 채널과 보다 많은 생리변수의 사용은 분명 몇 가지 변수들만으로는 추론보다 생리 반응 패턴에 대한 더 많은 정보를 이끌어 줄 것이기 때문이다(Stemmler et al., 2001).

따라서 본 연구에서는 기쁨, 분노, 슬픔, 스트레스, 놀람의 다섯 가지 정서에 따른 아동의 자율신경계 생리반응 패턴을 확인하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 실험참여자

초등학교 1, 2학년 아동 34명 (남:18, 여:16)이 실험에 참여하였다. 담당교사 및 부모님의 동의 하에 아동들의 지원서를 받아 아동의 참여가 이루어졌다.

### 2. 정서유발자극

본 연구실에서 개발한 “아동용 정서유발 프로토콜 (양경혜 등, 2000)”<sup>1)</sup>에 놀람 정서에 대한 자극을 추가시켜 기쁨, 분노, 슬픔, 스트레스, 놀람의 다섯 가지 정서를 유발시켰다. 정서별 자극세트의 구성은 다음과 같다.

<표 1> 정서별 자극세트의 구성

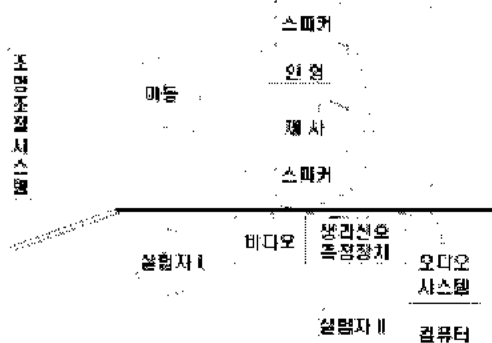
정서 자극	기쁨	슬픔	분노	스트레스	놀람
인형	움직이는 밝은 캐릭터	우울한 캐릭터	협상כות은 캐릭터	새침한 캐릭터	비제시
색채	회전조명 (주황+파랑+주황+빨강+녹색)	파란색 조명	빨간색 조명	감박이는 주황색 조명	주황색 조명
음악	만화주제곡	경음악	비제시	비제시	놀람교향곡
효과음					유리장 캐지는 소리, 버튼음
이야기	칭찬	동정 유발	누명	재촉/무시, 원한	비제시

1 기쁨, 분노, 슬픔, 스트레스, 무로함의 다섯 가지 정서에 대한 아동용 정서유발 프로토콜로, 인형, 색채(조명), 음악, 이야기가 어우러져 하나의 정서를 유발시키는 복합자극으로 구성되어 있다.

### 3. 실험 환경 및 실험장비

실험은 가로 12m, 세로 6m의 방음실(소음 35dB 이하)에서 이루어졌으며, 실험실 내부는 아동에게 친근한 분위기로 꾸며졌다.

아동의 약 1m 전방의 작은 탁자 위에 인형이 제시되었고, 탁자 밑에는 아동의 행동 관찰용 캠코더가 설치되었다. 지시문은 인터폰을 통해, 이야기 자극은 스피커를 통해 아동에게 전달되었다.



<그림 1> 실험 환경

생리신호의 측정과 기록에는 Biopac System Inc. (미국)의 AcqKnowledge III (V.3.5) 소프트웨어를 가진 BIOPAC MP100 하드웨어를 사용하였으며, 심전도 (Electrocardiogram; ECG), 광혈량도 (Photoplethysmography; PPG), 피부전기반응 (Electrodermal activity: EDA), 피부온도 (Skin temperature; SKT)를 측정하였다.

ECG 전극은 Lead I에 따라 왼쪽과 오른쪽 (reference) 상완에 부착하였고, PPG 센서는 아동의 오른손 엄지에, EDA 센서는 오른손 검지와 중지에 부착하였으며, SKT 센서는 오른손 약지에 부착하였다.

### 4. 실험 절차

#### 4-1. 라포형성과 정서변별훈련 및 실험설명

먼저 대기실에서 아동과의 라포를 형성하였다. 여러 가지 정서상황에 대한 예를 통해 정서변별훈련을 실시하였으며, 실험과

정을 ‘인형놀이’라는 맥락에 맞춰 설명해 줌으로써 아동이 실험이라는 부담감을 가지지 않도록 하였다.

#### 4-2. 환경적응 및 전극부착

실험실에서는 아동에게 실험실의 어두운 조명과 낮은 환경에 적응할 수 있는 시간을 준 뒤, 전극을 부착하였다.

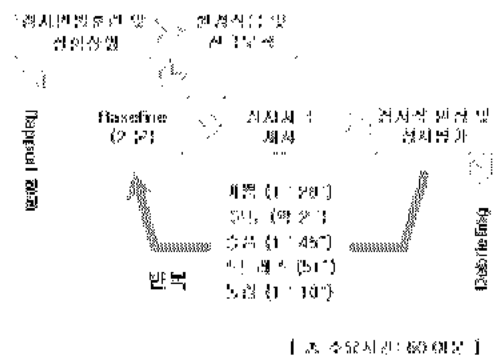
#### 4-3. 자극제시 및 생리신호 측정과 정서평가

각 실험참여자는 다섯 가지 정서유발 자극을 모두 제시받았으며, 자극의 제시는 부분 역균형법 (partial counterbalancing)에 의해 무선적으로 이루어졌다.

생리신호의 측정은 각 정서자극이 제시되기 전 2분(안정상태)과 정서자극이 제시되는 동안에 이루어졌다. 그리고 각 정서자극이 제시되고 난 이후에는 아동의 정서상태를 안정시키면서 아동의 자기보고를 통한 정서평가를 수행하였다.

#### 3-4. 디브리핑 (Debriefing)

모든 실험을 마친 후 실험자는 유발된 아동의 정서를 디브리핑하였다.



<그림 2> 실험 절차

### 5. 분석 방법

각 의도정서에 적합한 표현어로 자기보고한 아동의 데이터만을 분석하였다. 안정상태 동안과 정서자극이 주어지는 동안에 측정된 생리신호 데이터를 각각 1분씩 분석하되, 자극제시 동안에 대해서는 행동 관찰과의 비교를 통해 정서가 유발되는 시점을 중심으로 1분의 데이터를 분석하였다.

본 연구에 사용된 생리반응 변수들은 < 표 2>와 같다.

<표 2> 분석에 사용된 자율신경계 생리반응 변수들

측정 생리신호	사용 변수	설명
ECG (심전도)	심박률 (Heart Rate, HR)	분당 심장박동 수 (beat per minute, BPM)
	호흡주기 관련 심박률 변화 (Respiratory Sinus Arrhythmia, RSA)	심장에 대한 미주신경 활동의 영향을 측정
	호흡 수 (Respiration, RESP)	분당 호흡 수
	심박률 분산의 저주파수 성분 (Low Frequency of HRV, LF HRV)	R-R ECG에 대한 파워스펙트럼의 저주파수 성분(0.04 ~0.15 Hz) 교감신경의 활성화 지표
	심박률 분산의 고주파수 성분 (High Frequency of HRV, HF HRV)	R-R ECG에 대한 파워스펙트럼의 고주파수 성분(0.15 ~0.4 Hz) 미주신경의 활성화 지표
	LF/HF 비 (LF/HF ratio)	심장에 대한 교감신경과 부교감신경 영향의 상대적 균형 상태를 측정
PPG (광혈량도)	혈류량 (Finger Pulse Volume, FPV)	평균 말초 혈류량
EDA (피부전기 활동)	피부전도수준 (Skin Conductance Level, SCL)	피부의 평균 전도 수준
	피부전도반응 (Skin conductance response, SCR)	0.05uS 이상의 진폭을 가진 피부전도반응들의 평균
	피부전도반응 수 (Numbers of SCR, NSCR)	0.05uS 이상의 진폭을 가진 피부전도반응들의 수
	피부전도반응 크기 (Magnitude of SCR, SCRM)	0.05uS 이상의 진폭을 가진 피부전도반응들의 총합
SKT (피부온도)	피부온도 (Skin Temperature, SKT)	평균 피부온도

t-test를 통해 안정상태 동안의 생리반응과 정서유발 동안의 생리반응을 비교하고, 다섯 가지 정서에 따라 생리반응이 어떻게 달라지는지를 알아보기 위해 정서자극이 주어지는 동안과 안정상태 동안의 차이값을 이용하여 ANOVA와 사후검증 (Tukey test)을 수행하였다.

## 결과

### 1. 주관적 반응 분석

의도한 다섯 가지 정서가 제대로 유발되었는지를 알아보기 위해 아동의 자기보고에 의한 정서평가를 분석하였다. 각 목표정서가 유발된 정도, 즉 유발정서의 적합성(빈도 %)과 적합한 반응의 정서강도, 즉 유발정서의 효과성(평균, 표준편차)이 <표 5>에 제시되어 있다. 모든 정서가 각각 전체아동의 91% 이상에게서 유발되었으며, 그 아동들이 경험한 정서강도가 평균 65점(별 3.25개) 이상으로 나타나, 모든 정서가 적절하고 효과적으로 유발되었다.

<표 3> 유발정서의 적합성 및 효과성

	기쁨	분노	슬픔	스트레스	놀람
적합성	97.06 %	94.12 %	94.12 %	91.18 %	100 %
효과성	89.09 (12.34)	78.13 (25.07)	66.88 (21.32)	65.16 (25.28)	79.41 (23.35)

### 2. 생리반응 분석

#### 2-1. 정서유발에 따른 생리반응의 변화

기쁨이 유발되는 동안 SCL과 RESP는 안정상태에 비해 증가하고 HR은 안정상태에 비해 감소하였다. 분노와 스트레스가 유발되는 동안은 SCL, SCRM, NSCR의 피부전기활동은 증가하고, SKT, FPV 반응은 감소하였다. 스트레스는 또한 HRV의 HF와 LF 성분들에서도 유의미한 감소를 나타내었다. 슬픔 동안은 HR 감소와 RSA 증가가 일어났으며, 놀람에서는 RESP와 네 가지 피부전기활동 변수 모두가 유의미하게 증가하고, FPV는 감소하였다.

<표 4> 정서유발 동안과 안정상태 동안  
간의 생리반응 비교 (t-value)

	기쁨	분노	슬픔	스트레스	놀람
SKT	0.147	-5.436***	-1.017	-4.429***	-0.695
SCL	4.068***	6.101***	-1.210	6.259***	8.888***
SCR	0.446	1.632	-0.079	1.497	4.381***
SCRM	0.154	4.070***	-1.405	4.298***	8.735***
NSCR	1.389	7.129***	-1.697	7.120***	5.728***
HR	-7.328**	0.434	-5.965**	0.645	-1.302
RSA	0.970	-0.672	2.729**	0.522	0.295
RESP	2.861**	-0.284	-0.996	0.382	3.293**
FPV	-1.420	-6.752***	1.098	-4.361***	-5.101***
HF	0.359	-1.849	-0.901	-2.065*	-0.225
LF	-1.881	-1.384	-1.446	-3.101**	-1.018
LF/HF	-1.613	0.956	-1.651	-0.383	-0.885

(\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001)

2-2. 생리반응 변수에 따른 정서의 구분

12개 생리반응 변수들 중 SKT, SCL, SCR, SCRM, NSCR, HR, RESP, FPV의 8개 변수에서 정서가 구분되는 것으로 나타났다.

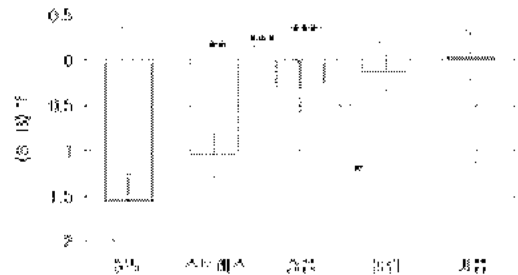
<표 5> 생리반응 변수들의 정서에 따른  
변량분석

생리 변수	df	F	Sig.
SKT	4, 147	7.037	.000
SCL	4, 156	17.694	.000
SCR	4, 156	10.129	.000
SCRM	4, 156	23.739	.000
NSCR	4, 156	17.841	.000
HR	4, 158	7.197	.000
RSA	4, 158	1.372	.246
RESP	4, 158	4.153	.003
FPV	4, 152	14.494	.000
HF	4, 158	.759	.553
LF	4, 158	.082	.986
LF/HF	4, 158	.912	.458

각 변수별로 정서에 따른 반응패턴을 살펴보면 다음과 같다 (각 그래프는 평균 변화량과 표준오차를 나타내고 있으며, 유의도는 다음과 같다; \*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001).

2-2-1. 피부온도 (SKT)

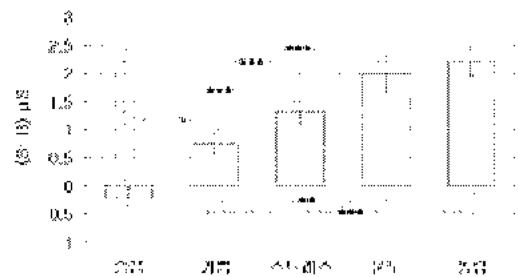
분노는 가장 큰 피부온도 변화를 보이면서 스트레스를 제외한 나머지 정서들과 구분이 되었고, 스트레스가 기쁨과 구분이 되었다.



<그림 3> 정서유발에 의한 피부온도의  
변화

2-2-2. 피부전도수준 (SCL)

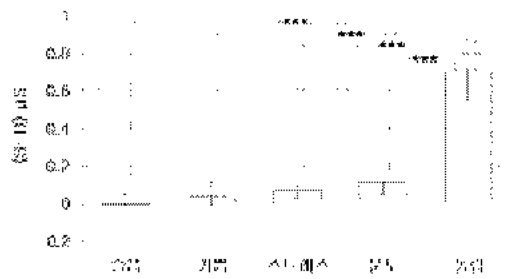
피부전도수준은 가장 작은 변화값을 보이면서, 슬픔을 다른 네 정서들과 구분하고, 기쁨을 스트레스를 제외한 나머지 정서들과 구분하였다.



<그림 4> 정서유발에 의한  
피부전도수준의 변화

2-2-3. 피부전도반응 (SCR)

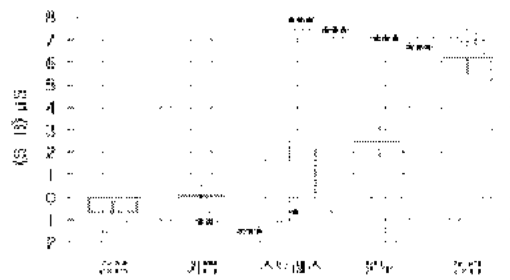
다른 정서들에 비해 놀람 정서에서 두드러지게 큰 피부전도반응 변화가 일어나, 놀람이 다른 정서들과 잘 구분되었다.



<그림 5> 정서유발에 의한 피부전도반응의 변화

2-2-4. 피부전도반응 크기 (SCRM)

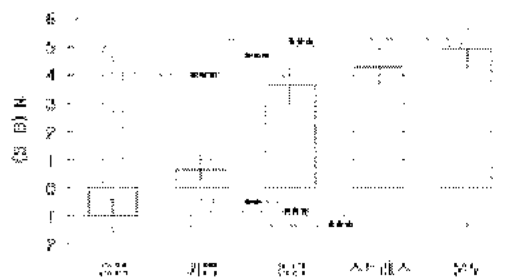
정서에 따른 변화의 양상이 피부전도수준이나 피부전도반응과 유사하였다. 놀람이 가장 큰 변화를 보이면서 다른 정서들과 구분이 되었고, 슬픔은 놀람 외에 스트레스, 분노와도 구분이 되었다. 또한 분노는 기쁨과도 구분이 되었다.



<그림 6> 정서유발에 의한 피부전도반응 크기의 변화

2-2-5. 피부전도반응 수 (NSCR)

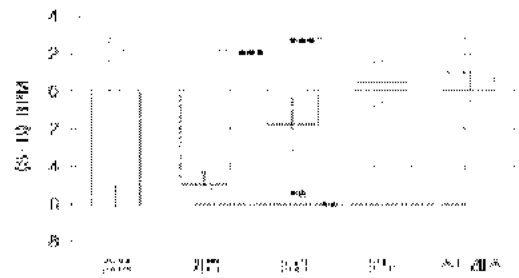
슬픔과 기쁨이 상대적으로 작은 변화를 보이면서 다른 정서들과 구분이 되었다. 그리고 다른 피부전기활동들과는 달리 스트레스와 분노가 놀람보다 더 큰 변화를 보였다.



<그림 7> 정서유발에 의한 피부전도반응 수의 변화

2-2-6. 심박률 (HR)

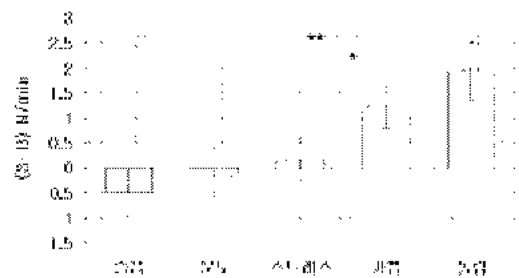
심박률의 변화값은 슬픔에서 가장 낮았고 스트레스에서 가장 높았다. 슬픔과 기쁨 모두가 분노, 스트레스와 구분이 되었다.



<그림 8> 정서유발에 의한 심박률의 변화

2-2-7. 호흡수 (RESP)

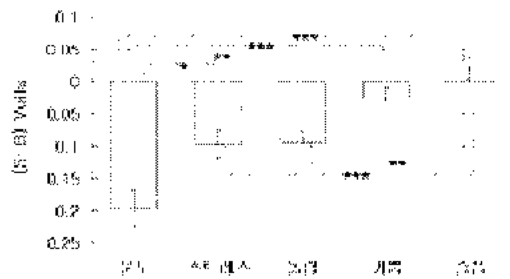
호흡수에 의해서는 슬픔과 놀람, 분노와 놀람의 두 개 정서쌍을 구분할 수 있었다.



<그림 9> 정서유발에 의한 호흡수의 변화

2-2-8. 혈류량 (FPV)

혈류량은 분노를 다른 정서들과 가장 잘 구분해주는 지표였다. 다른 정서에 비해 분노에서의 혈류량이 가장 낮은 변화값을 보이면서 나머지 정서들과 구분이 되었다. 가장 높은 변화값을 보인 슬픔 또한 혈류량에 의해 기쁨을 제외한 나머지 정서들과 구분이 되었다.



<그림 10> 정서유발에 의한 혈류량의 변화

### 2-3. 다섯 가지 정서에 따른 아동의 자율신경계 생리반응 주형 (template)

기쁨과 슬픔 모두에서 심박률이 감소하였지만, 기쁨은 심박률의 감소와 함께 호흡수가 증가하면서 다른 정서들과 구분이 되었고, 슬픔은 심박률에서만 유의미한 감소를 보이면서 다른 정서들과는 다른 반응패턴을 보였다.

한편 분노와 스트레스는 피부전도수준, 피부전도반응의 크기, 피부전도반응의 수가 모두 증가하는 등 생리반응 패턴이 일치하여 서로 간에는 구분이 되지 않았으나, 피부온도가 다른 정서들에 비해 크게 감소하면서 나머지 정서들과는 구분이 되었다.

놀람은 다른 정서들과는 달리 피부전기반응에서 큰 증가를 나타내 다른 정서들과 구분할 수 있었다.

<표 6> 다섯 가지 정서에 따른 아동의 자율신경계 생리반응 주형 (template)

	SKT	SCL	SCR	SCRM	NSCR	HR	RESP	FPV
기쁨		↑				↓	↑	
분노	↓	↑		↑	↑			↓
슬픔						↓		
스트레스	↓	↑		↑	↑			↓
놀람		↑	↑	↑	↑		↑	↓

## 결론 및 논의

본 연구 결과, 의도 정서들이 자극에 의해 적절하고 효과적으로 유발되었으며, 그에 따른 생리반응의 변화도 일어났다. 총 12가지 생리반응 변수 중 8가지가 아동의 정서를 구분해 주었다. 호흡수는 2개 정서쌍을, 피부온도와 피부전도반응, 심박률은 각각 네 개 정서쌍을, 그리고 피부전도수준과 피부전도반응 수, 혈류량은 각각 여섯 개 정서쌍을 구분하였으며, 피부전도반응의 크기는 7개 정서쌍을 구분하였다. 여기서 피부전도수준/ 피부전도반응과 피부전도반응 크기/ 혈류량은 각각 슬픔/ 놀람/ 분노를 다른 네 가지 정서들과 잘 구분해주는 변수였으며, 특히 피부전도반응은 놀람을 다른 정서들을 확연히 구분해 주는 변수였다.

정서에 따른 생리반응 패턴을 살펴보면, 기쁨은 심박률 감소와 함께 호흡수의 증가를 보이면서 다른 정서들과 구분이 되었고, 슬픔은 특징적으로 심박률 감소 반응만이 유의미하였다. 놀람은 생리반응 변수에 따른 구분에서도 밝혔듯이 피부전도반응 증가에 의해 다른 정서들과의 구분이 가능하였다. 분노와 스트레스는 서로 구분이 되지 않았다.

McManis 등(2001)의 아동정서 연구에서, 아동이 쾌한 사진보다 불쾌한 사진을 볼 때 피부전도크기가 더 컸으며 심박률은 감소했다. 본 연구에서도 분노, 스트레스, 놀람 자극에서 피부전도반응 크기가 유의미하게 증가하였으며, 슬픔에서는 심박률이 유의미하게 감소하는 반응을 보였다.

또한 34명의 아동에게서 얻어진 본 연구의 결과는 심혈관계 반응 (이정미 등, 2001)과 피부전기반응 (장은혜 등, 2001)으로 132명의 아동의 정서를 구분했던 본 실험실의 선행 연구와도 그 결과가 일치한다. 심혈관계 반응 연구 결과에 따르면, 기쁨과 슬픔에서 심박률이 감소하였고, 스트레스는 경향성이긴 하지만, 스트레스와 분노에서 모두 혈류량이 감소하였다. 또한 피부전기반응 연구결과에 따르면, 경향성을

포함하여 기쁨, 분노, 스트레스에서는 피부 전기반응들이 모두 증가하고 슬픔에서만 감소하였다.

종합하면, 본 연구는 동일한 자극을 사용한 선행연구와 동일한 결과를 나타냄으로써, 자율신경계 반응으로 아동의 정서를 구분할 수 있음을 밝히고, 아동용 정서유발 프로토콜이 표준화된 아동정서 유발자극으로 사용 가능함과 본 연구를 통해 얻어진 자율신경계 생리반응 주형이 아동의 정서를 구분하는 신뢰로운 지표가 될 수 있음을 시사한다.

### 감사의 글

본 연구는 삼성종합기술원의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

### 참고논문

양경혜 등 (2000) 아동용 정서유발 프로토콜의 개발. 한국감성과학회 2000추계학술대회 발표논문집, pp. 20-25

이정미 등 (2001) 심혈관계 생리반응을 이용한 아동정서 구분. 한국감성과학회 2001 춘계 학술대회 논문집, pp. 162-168

장은혜 등 (2001) 피부전기반응을 이용한 아동의 정서 구분. 한국감성과학회 2001 춘계 학술대회 논문집. pp. 169-174.

Cacioppo JT, Gardner WL (1999) Emotion. Annual Review of Psychology, 50, pp. 191-214.

Levenson RW, Carsensen LL, Friesen WV, Ekman P (1991) Emotion. physiology and expression in old age. Psychol Aging, 6, pp. 28-35.

Levenson RW, Ekman P, Friesen WV (1990) Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. Psychophysiology, 27, pp. 363-384.

Levenson RW, Ekman P, Heider K, Friesen WV (1992) Emotion and autonomic nervous system activity in the Ninangkabau of West Sumatra. J

Pers Soc Psychol, 62, pp. 972-988.

McManis MH, Bradley MM, Berg WK, Cuthbert BN, Lang PJ (2001) Emotional reactions in children: Verbal, physiological, and behavioral responses to affective pictures. Psychophysiology, 38, pp. 222-231.

Prkachin KM, Williams-avery RM, Zwaal C. Mills DE (1999) Cardiovascular changes during induced emotion: An application of Lang's theory of emotional imagery. Journal of Psychosomatic Research, 47(3), pp. 255-267.

Ekman P, Levenson RW, Friesen WV (1983) Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions, Science, 221, pp. 128-1210.

Sinha R, Lovallo WR, Parsons OA (1992) Cardiovascular differentiation of emotions. Psychosom Med, 54, pp. 422-435.

Sinha R, Parsons OA (1996) Multivariate response patterning of fear and anger. Cogn Emot, 10, pp. 173-193.

Stemmler G, Heldmann M, Pauls CA, Scherer T (2001) Constraints for emotion specificity in fear and anger: The context counts. Psychophysiology, 38, 275-291.