

청각 스트레스가 3차원 시자극 유발전위에 미치는 영향 분석

박찬희 · *홍철운 · **김남균

전북대학교 대학원 의용생체공학과, *전북대학교 부설 복지공학연구소, **전북대학교 공과대학 생체정보공학부
(2002년 7월 11일 접수, 2002년 8월 30일 채택)

Audio Stress Effect on Visual ERP Stimulated by 3-dimensional Environment

Chan Hee Park, *Chul Un Hong, **Nam Gyun Kim

Dept. of Biomedical Engineering, Graduate School, Chonbuk National University,

*Institute for Welfare Engineering, Branch of Chonbuk National University,

**Dept. of Bioinformatics, Engineering College, Chonbuk National University

(Received July 11, 2002. Accepted August 30, 2002)

요약: 본 연구는 인간에게 3차원 공간상에서 시청각 통합 환경을 만든 후 정신적 스트레스가 시각 자극을 통해 ERPs에 어떠한 영향을 미치는지를 정량적으로 분석하기 위하여 수행되었다. 이를 위하여, 정상 상태와 정신적 스트레스를 제시 상태를 구분하여 ERPs를 측정하였다. 실험은 정상 상태의 남녀 10명의 피험자를 대상으로 하였고, 생체 신호는 Fp1, Fz, Cz, Pz, O1, O2의 영역에서 전자기적 영향을 받지 않는 차폐 공간에서 측정하였다. 그 결과 P300의 진폭은 스트레스를 제시한 경우에 좀더 커지고, 이때의 잠재기는 길어지는 결과를 얻었다. 본 연구에서는 인간의 지각, 인지, 행동의 과정을 담당하는 뇌의 활동을 전위 변동으로 기록하여 정신적 스트레스의 영향을 측정하였다. 이러한 기초적 연구 검토를 통하여 인간의 제반 과정에 관한 뇌 기능의 이상을 평가 할 수 있을 것이라 기대된다.

Abstract: This research was performed to analyze quantitatively how spiritual stress affects some ERPs on human through sight stimulus after the settlement of visual and auditory integration environment in three dimension space. We measured ERPs in the normal state and spiritual stress sessions separately. The subjects were 10 normal men and women and vital signs was recorded from Fp1, Fz, Cz, Pz, O1, O2's scalps. The experiment was done in isolated room where electro-magnetic effect do not affect. The result showed that P300's amplitude was a little higher under stress session and latent period in this resulted in longer time. We recorded through voltage variation the activity of brain which is in charge of human's perception, cognition, process of action and evaluated the effect of spiritual stress. We expected that the result of this research can be used to evaluate the malfunction of brain.

Key words: ERPs(Event related potentials), RTs(Reaction times), Visual stimulus, Stress

서 론

지금까지 인체의 감각 기관을 자극한 후, 선택적, 공간적 주의에 관하여 많은 실험이 선행되어 왔다[1]. 그중, 시각 정보 처리에 관한 연구는 반응시간(Reaction Times: RTs)을 위주로, 모니터 즉, 2차원 공간상에서 연구를 수행하고 있다[2]. 그

러나 인간의 실제 생활 공간은 3차원에서 지각, 인지, 행동 등과 같은 제반 과정이 이루어지는 점을 고려한다면, 3차원 공간상에서의 실험이 유효하다. 또한, 인간의 복합 감성을 단순 반응시간만을 측정하여 단정하기엔 너무 많은 위험이 따른다. 한편, 2차원 상에서의 반응시간의 경우, 목표 자극 제시 전 단서 제시 과제에서는 그렇지 않은 경우와 비교했을 때, 빠른 반응 시간을 나타내었다[3]. 위는 공간에서의 인간의 주의가 운동과 협응을 이루는데, 빠른 처리 과정을 거침을 의미한다. 그러나, 이를 증명하는 수단으로서의 반응시간은 시간 변화에 대한 정보는 알 수 없기 때문에 이전 연구자들은, 시간 분해능이 좋은 EEG(electroencephalogram)를 이용한 사건 관련 전위(Event-

<속보논문>

통신저자: 김남균, (561-756) 전라북도 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14
전북대학교 대학원 의용생체공학과

Tel. (063)270-2246, Fax. (063)270-2247

E-mail. ngkim@moak.chonbuk.ac.kr

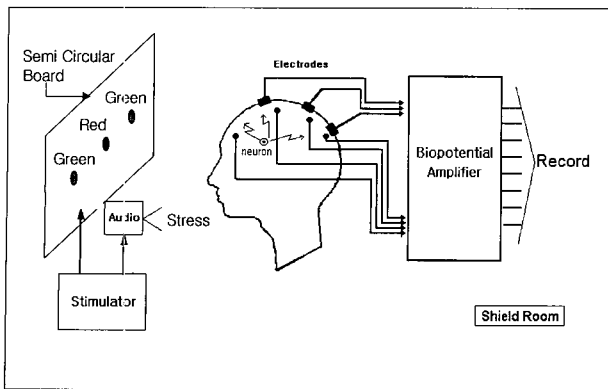


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. Overall system configuration

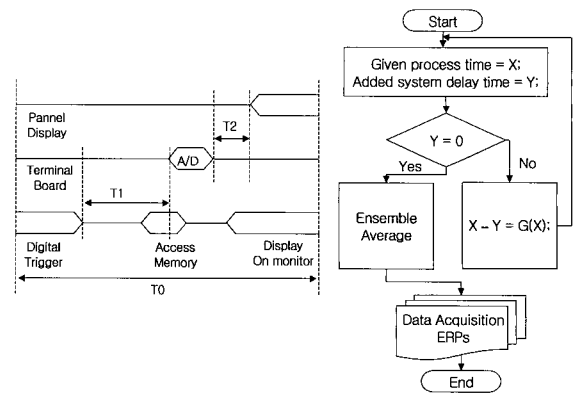


그림 2. 시스템 Timing Diagram 및 순서도
Fig. 2. System Timing Diagram and flowchart

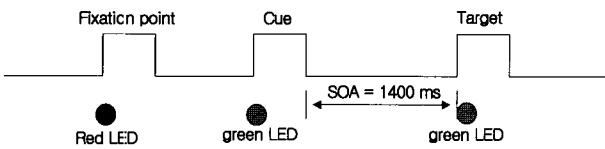


그림 3. 시간에 따른 자극의 제시 순서
Fig. 3. Presentation order of stimulus by time

Related Potentials: ERPs) 및 자발 전위(Evoked Potentials: EP)를 통하여 인간의 주의 과정을 연구하여 왔다[4]. Donchin 등은 같은 자극 제시 300 ms 정도에 나타나는 양전위를 띄는 정점, 즉 P300을 관찰하여 사전 자극(warning stimulus)이 목표 자극(target stimulus)에 대한 정보 제시 여부를 결정지을 수 있다고 하였다[5][6]. 하지만 위의 결과는 인간의 주의를 직접적으로 측정하기 어렵기 때문에 검증하기가 어렵다. 또한 Alho 등은 일탈자극과제인 oddball과제를 사용하여 주의 집중을 하지 않은 상태에서 얻어진 뇌파를 일탈 자극과 표준 자극으로 분리하여 평균한 후, 얻어진 파형에서 일탈 자극에서 표준자극을 뺀 값인 불일치부적과(MMN)가 자동적이라는 주장을 펼쳤다[7]. 그러나, 주의효과는 약 120 msec의 상당한 시간부터 나타나므로, 이 또한 설득력이 적다. 이처럼, 감각 정보로서 청각은 자극에 대한 뇌 전위의 반응율이 높은 편이므로 많은 연구가 활성화되어 있지만, 시각 자극에 관한 연구는 그에 미치지 못하고 있다[8].

한편, 지금까지의 연구는 정상 상태에서의 자극 제시 후, ERPs를 측정하는 연구가 대부분이었다. 대부분의 연구가 표준 자극과 일탈 자극을 분리하여 제시한 후 피험자의 진폭(amplitude)과 잠재기(latency)를 비교 분석하였다[9]. 그러나, 현대인은 과도한 스트레스 환경에서 생활하기 때문에, 이로 인한 정신적, 육체적 피해가 상당하다. 따라서, 본 연구는 실생활 환경과 가까운 환경에서의 ERPs의 관계를 밝히는 연구의 필요성을 느끼게 되었다. Felmingham, Attias 등은 정신적인 큰 충격으로 인하여 스트레스를 받고 있는 환자들(PTSD)의 덧셈 과제 수행에서 주의 과정을 반영하는 P300과 P200이 정상인과 비교했

을 때 감소하며, N200의 진폭(amplitude)은 증가하며, N200과 P300의 잠재기(latency)는 증가한다고 주장하였다[10][11].

본 연구는 감각 정보가 인간에게 어떤 영향을 미치는가를 반응시간과 ERPs를 통하여 보고자 하였으며, 인간에게 정신적 스트레스 제시 하에서 위와 동일한 감각 정보를 제시하였을 때 어떤 유의미한 변화를 보이는 지에 대해서도 검증 하고자 하였다. 스트레스의 영향이 시각 자극 후 나타난다면, 반응시간의 변화와 ERPs의 P300의 진폭(amplitude)과 잠재기(latency)로 나타날 것이다. 즉, 본 연구는 공간에서의 스트레스를 제시했을 때 시청각·운동과의 협응 후 나타나는 반응을 반응시간 및 ERPs실험을 통하여 정량적으로 분석하고자 한다.

실험 방법

ERPs란, 인체에 특정한 자극을 가한 후 뇌에서 전기 생리 학적인 반응을 측정된 것을 말하고, 이는 fMRI나 PET와 비교 하였을 때 시간 해상도가 우수하여 뇌 질환 등을 감시하는 방법으로 임상에 이용되고 있다[12]. 한편, 반응시간은 자극 제시 신호부터 피험자가 키스위치를 누르는 순간까지의 신호를 보드를 통하여 측정하여 그 사이의 시간을 계산하여 측정하였다.

1. 자극 제어 장치 및 데이터 획득

본 연구는 제품화된 기존의 ERPs 분석기 대신에 신속한 측정 및 분석을 위하여 직접 제작하였다. 먼저 방음 암실 내에 위치하고 있는 3차원 자극 제시 장치는 그림 1과 같이 반원 상태로 제작하였으며, 패널에 가로로 3줄, 그리고 각 라인을 따라서, 10도의 간격으로 LED가 부착되어 있다. 따라서, 본 연구에서 사용한 3차원 자극 제시 장치는 좌·우, 각 90도의 반원모양이므로, 피험자가 어느 위치에서도 동일한 거리를 느낄 수 있으며, 이로 인하여 완벽한 공간상태를 제공한다. LED는 휘도 20-30 cd/m²인 red, blue, green, orange 색상의 고휘도 LED(소비 전압 1.7-2.5 V)를 자극 지표로 사용 가능하도록 하였으나, 실제 실험에서는 인간에게 안정감을 느끼게 하는 green LED를 사용하였다[13].

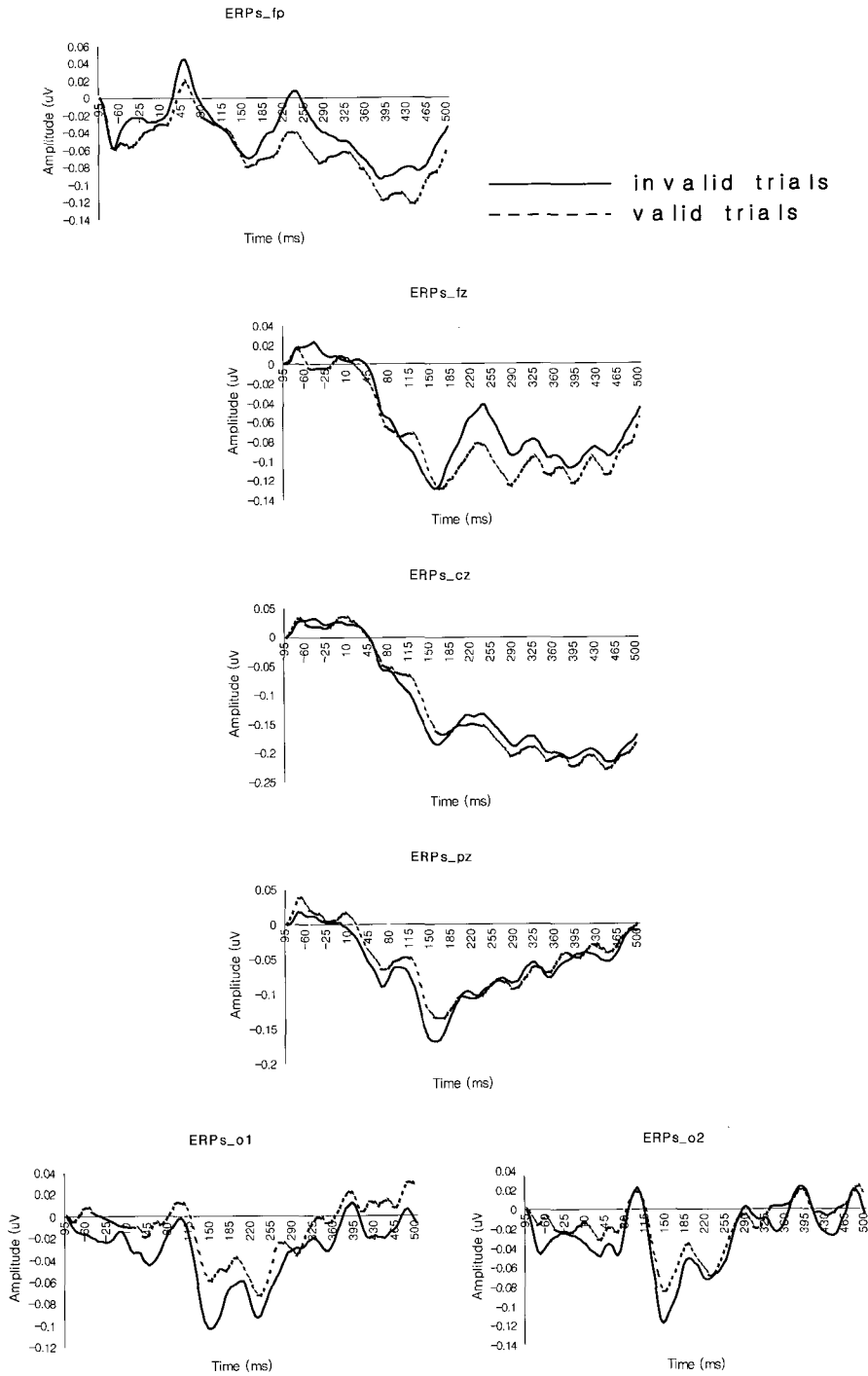


그림 4. 정상상태에서의 유효 및 무효 자극 시 전극 부착 위치에 따른 ERPs
 Fig. 4. ERPs stimulated by valid and invalid trials without stress at various electrode position.

한편, 생체 신호 측정 및 패널 제어 프로그램은 주컴퓨터에서 자체 제작한 제어 프로그램을 실행시키면, PCI 버스를 통하여 제어 신호를 출력하며, A/D 보드를 통하여 획득한 데이터를 하드디스크에 저장한다. 주로 A/D 보드 커넥터를 통해 3차원 자극 제시 장치를 제어하기 위한 디지털 신호의 출력, 그

리고 BIOPAC사의 MP-100모듈인 EEG100B를 통하여 얻은 신호를 아날로그 입력을 통하여 얻었다. 일단 프로그램이 실행 되면 모든 제어는 주컴퓨터를 통하여 이루어졌다.

암실 내에 위치한 패널을 제어하기 위한 보드는 직접 제작하였으며, MP-100모듈을 통한 후의 EEG를 컴퓨터에 저장하

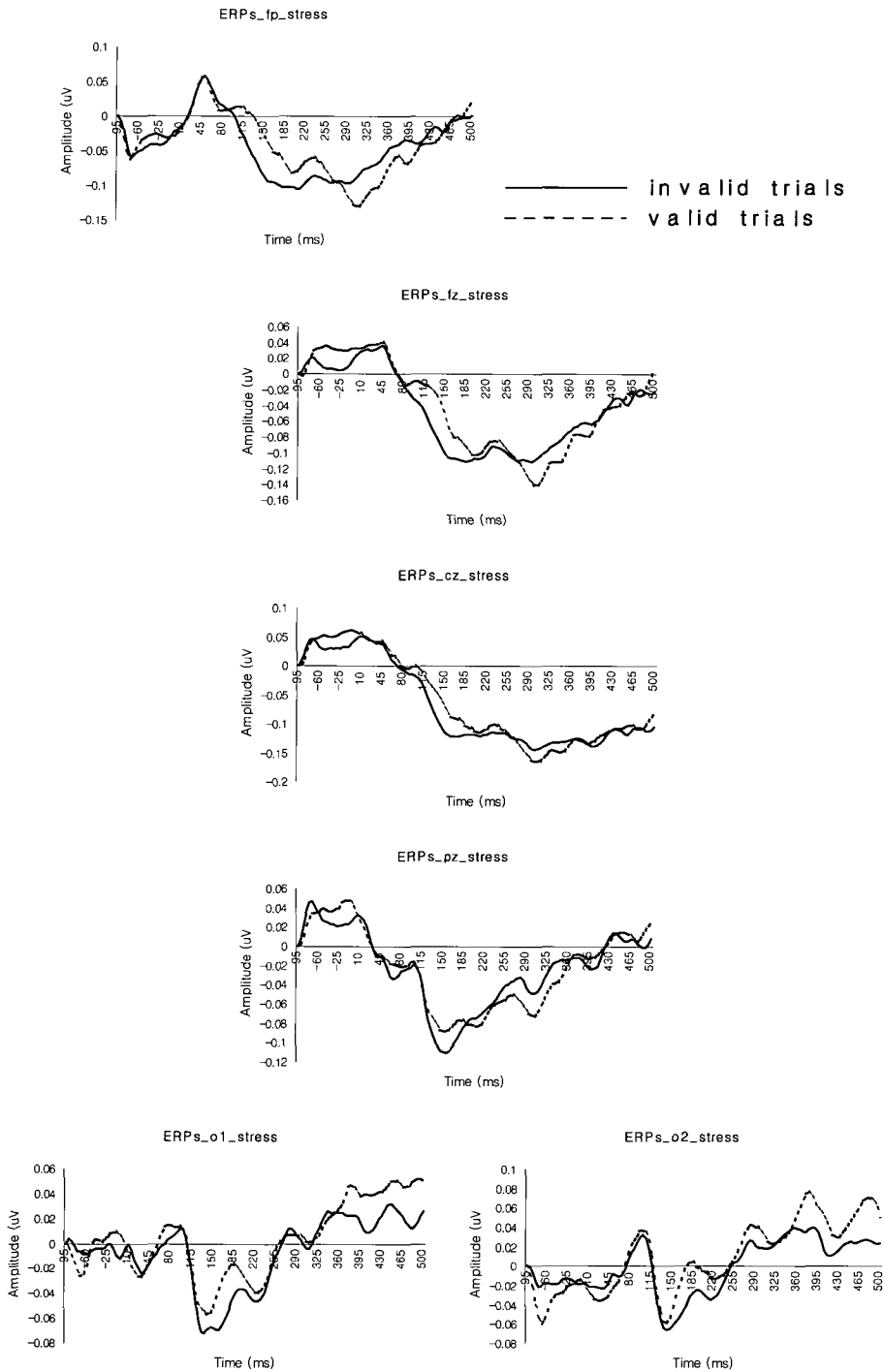


그림 5. 스트레스 제시 상태에서의 유효 및 무효 자극 시 전극 부착 위치에 따른 ERPs
 Fig. 5. ERPs stimulated by valid and invalid trials stress presentation at various electrode position

기 위한 터미널 보드는 아날로그 입력이 16채널이며, 디지털 트리거와 12 비트의 분해능을 가지는 NI 사의 A/D 보드를 사용하였다. 이는, LabVIEW 프로그램의 자극 제시 및 데이터 소켓 기능을 무리 없이 사용하기 위함이었다. 모든 데이터는 외부 전원 및 노이즈로부터 보호하기 위하여 차폐된 전선을

사용하였으며, 모든 전원 장치는 피험자의 영향을 고려하여 암실밖에 위치하도록 하였다.

본 연구에서 중점을 둔 부분은 연구의 목적에 맞는 ERPs를 분석하기 위하여 자극을 내보내는 시점을 동기화 하여야 한다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 터미널 보드의 일부 채널을

통하여 디지털 신호(5V)로 DAQ 보드를 통하여 동기화 신호를 얻었다.

한편, 실험 중 데이터 획득에 필요한 프로그램 또한 제작하였다. A/D 보드의 사양에 부합하면서 최대의 성능을 발휘하도록 하였으며, 데이터 저장 후 바로 자극 시점 및 ERPs의 파형을 볼 수 있도록 프로그래밍 하였다. 한편, 본 프로그램은 윈도우 환경에서 제작되었으며, 실행 시간 지연(run time delay)이 발생할 수 있으므로, 그림 2와 같은 방법으로 시스템의 타이밍 다이어그램을 맞추었다. 터미널 보드의 시간 지연 T1, 데이터 라인을 통한 지연 시간 T2로 인하여 전체적인 시스템의 시간 지연 $Y(Y = T1 + T2)$ 가 발생하면, 해당 루프에서의 데이터는 Y값만큼을 보상하여 처리하였으며, 다음 루프의 처리는 X-Y의 차를 전역변수로 하여 처리시간을 정하였다.

2. 자극 및 절차

피험자는 반원 패널 앞 1.15 m 거리에 앉은 후 턱 받침대(chin rest)에 자신의 턱을 고정하였다. 실험이 시작되면 피험자는 그림 3과 같이 반원의 중심인 고정점(Fixation)을 100 ms 동안 주시하게 된다. 고정점이 점멸 된 후 700 ms 후에 좌우 어느 한쪽 방향에서 사전 단서(cue)가 100 ms 동안 제시된다. 그 후 1400 ms 후에 목표 자극(target)이 100 ms 동안 제시된다. 사전 단서 및 목표 자극의 순서는 무작위로 제시 되도록 하였다. 즉, LED를 통한 자극율은 1.5Hz이다. 한편 스트레스 제시는 좌우 30°에 위치한 두 개의 스피커를 이용하여 동일한 영어 연설을 들려주었다. 이 스트레스 제시 방법은 실험에 들어가기 전 참가한 모든 피험자에게 미리 설문 조사를 통하여 검증을 하였다. 설문조사내용은 한자리수 덧셈과, 실험

전 공포감을 주는 소리 및 영상, 마지막으로 영어 연설을 듣고 이해하기의 3가지 항목이 있었으나, 10명중 6명이 영어 연설을 선택하여 채택하였다.

3. 뇌 전위 기록 및 분석

피험자는 20 - 29세의 정상 상태의 대학생 남자 5명, 여자 5명을 대상으로 하였으며, 실험 전 몸 상태를 검진하기 위하여 피로도 테스트, 즉 Flicker Test를 하였다. 본 연구에서 사용한 전극은 EEG용 홀컵(hall cup) 전극을 사용하였으며, 0.1-100Hz의 대역통과필터(bandpass filter), 이득(gain)=10000으로 조정하였다. 전극의 부착 위치는 국제 표준 규격인 10-20 법에 따라 6개의 전극을 부착하였다. 시각 자극에 대한 안구의 움직임에 의한 EEG의 변화 정도를 파악하기 위하여 Fp1, 연합 영역인 Fz, Cz, Pz와 시각 자극에 대한 영향을 보기 위하여 O1, O2를 선택하였다. EEG는 안구의 움직임에 민감하므로 EOG 또한 동시에 감시하였다. 즉, ERPs 분석 시, EOG를 기준으로 하여, 눈 깜빡임이 발견될 경우, 그 시간동안은 분석에서 제외하였다. EEG의 기준 전극은 단극법(unipolar method)에 의하여 각각의 컷볼에 부착하였다. 샘플링은 200Hz으로 하였으며, 0.1-35 Hz로 디지털 필터링 하였다. ERPs 실험에서는 총 8분 동안의 EEG raw 데이터를 평균하였다. 반응시간은 스트레스 제시 여부를, ERPs는 각 전극 부착 위치에서 스트레스 제시 여부 및 cue가 제시 된 후 동일한 방향에서 목표 자극(target stimulus)이 제시되는 과정인 valid trials 혹은 cue와 목표 자극(target stimulus)이 반대의 방향에서 제시되는 과정인 invalid trials를 요인으로 하여 Duncan method를 이용하여 ERPs 데이터의 진폭(amplitude)과 잠재기(latency)를 일원변량분석(one-

표 1. 스트레스 제시와 정상상태에서의 반응시간 분석

Table 1. RTs analysis under normal and stress presentation

	valid (ms)	invalid (ms)
정상상태	258	232
스트레스제시상태	267	245

*valid : cue와 target이 같은 방향

*invalid : cue와 target이 다른 방향

표 2. 스트레스제시와 정상상태에서의 F값과 유의수준

Table 2. F-value and P-value under normal and stress present

구 분		Fp1	Fz	Cz	Pz	O1	O2	
정상상태와 스트레스 상태 비교	Valid trials 경우	F	0.161	0.269	5.004	2.797	14.655	9.063
		P(sig)	0.198	0.604	0.026*	0.096	0.001*	0.008*
	Invalid trials 경우	F	1.495	0.684	13.832	1.888	8.407	0.116
		P(sig)	0.223	0.409	0.018	0.171	0.003*	0.734
Valid와 invalid trials 비교	정상상태의 경우	F	1.397	2.105	6.697	0.019	4.47	5.816
		P(sig)	0.238	0.148	0.010*	0.960	0.036*	0.017*
	정신적 스트레스 제시의 경우	F	0.611	5.102	4.401	5.470	8.257	12.012
		P(sig)	0.435	0.062	0.057	0.0038*	0.004*	0.001*

*P<0.05

way ANOVA)하였다. 또한 자극 제시 후 100 ms 후 양전위를 띠는 정점인 P100, 음전위를 띠는 정점인 N100과, 200 ms 후의 P200, N200, 그리고 300 ms 후의 P300, 마지막으로 후기 인지적 요인인 후영역(Late Positive Component: LPC), N400을 파라미터로 하여 분석하였다.

4. 시각자극 ERPs 획득

ERPs는 기존의 EEG, 즉 자발 전위를 평균하여 자발 전위 성분은 필터링 한 후 얻어진 파형을 말한다.

평균 가산법은 신호 자체가 같은 자극에 의해 같은 반응이 나오는 안정 신호이며 잡음은 랜덤 잡음이란 가정 하에 적용된다. 일반적인 뇌 전위파형이 j번째 자극에 의해 측정된 ERPs의 응답의 이산 시간 모델은 식(1)과 같다[14].

$$k_j(x) = s_j(x) + n_j(x), \quad 0 \leq x \leq X \quad j = 1, 2, 3, \dots, N \quad (1)$$

X 는 자극에 따른 응답의 샘플 수

N 은 자극 횟수

$k_j(x)$ 는 j번째 자극에 의한 측정된 응답

$s_j(x)$ 는 ERPs 응답

$n_j(x)$ 는 부가된 잡음 성분

뇌 전위파형과 잡음이 비 상관관계이고, 연속적인 자극에 의하여 기록되는 잡음들이 서로 비 상관관계에 있다면, N 번 자극에 의하여 기록되는 ERPs의 조화평균은 다음과 같다.

$$\bar{s}_j(x) = s(x) + \frac{1}{N} \sum_{j=0}^N n_j \quad 0 \leq x \leq X \quad (2)$$

$$s_j(x) \cong s(x), \quad j = 1, 2, \dots, N$$

식(2)에 의한 신호 대 잡음비(SNR)는 가산 횟수를 N 으로 할 때 대체로 \sqrt{N} 에 비례하여 개선된다 즉, ERPs는 반복적으로 감각 자극을 제시하여, 각 응답들을 수집하고, 데이터의 합을 응답수로 나누어주는 과정으로, 이런 과정들은 노이즈를 0에 가깝게 감소시켜 순수한 본 신호만을 추출할 수 있는 효과가 있다[15].

본 연구는 LabVIEW의 데이터 소켓 기능을 이용하여 2대의 컴퓨터로 자극 제시 후 데이터 분석을 실시간으로 진행하도록 설계하였다. 주컴퓨터를 서버로 하고 여분의 컴퓨터는 클라이언트로 하여 서버에서의 데이터를 클라이언트로 전송하여 저장 및 처리 후 도시하였다. 한편, 최종 분석은 MATLAB 사용을 병행하였다. FFT 함수를 이용하여 신호의 주파수 성분을 관찰하였으며, ERPs의 인덱스 및 진폭(amplitude) 및 잠재기(latency)를 구하여 도시하였다.

결 과

1. ERPs 매개 변수 추출

본 연구는 이전 연구들을 개선하여 다음과 같은 조건하에서 인간의 감각 정보 처리 과정 및 인지의 정도를 정량화 하고자 하였다. 3차원 공간에서 감각 정보 제시로 LED를 이용하여 주의 조건에서 색을 지닌 감각 정보가 정상 상태와 스피커를 이용하여 정신적 스트레스 제시 하에서 인간에게 어떤 영향을 미치는지를 반응시간 및 ERPs를 통하여 분석하였다.

본 연구는 도시한 ERPs 파형으로부터 피험자의 정신적 스트레스 수준을 평가하기 위하여 시간 도메인 영역을 10구간으로 나누어 시간 대역을 나누는 후, 기준 좌표의 각 시간 영역에서 최대 진폭(amplitude), 즉 피크(peak)와 밸리(valley)를 구하여 극성을 구분하였으며, 각 진폭(amplitude) 값의 인덱스를 구하여, 잠재기(latency)를 도출하였다. 위의 과정은 고정점 자극이 주어지기 전, 0.5초간 획득한 EEG에서 평균값을 빼주는 방법으로 기저선 교정작업이 선행되었으므로 가능한 작업이다.

감각 정보가 valid trials 그리고 invalid trials의 경우와 스트레스를 제시하였을 때 각각 다른 ERPs의 결과가 나타났으며 반응시간의 결과는 표 1과 같다. 특히 invalid trials의 경우 인간의 인지적 특성인 회귀억제 즉 사전단서 자극 후 목표물을 인지하는 반응시간은 사전단서에 의하여 주의가 집중된 공간보다는 새로운 공간으로의 주의 이동이 빠르기 때문에 나타나는 현상이 일어나는데 이때 재미있는 ERPs의 결과가 얻어졌다. 얻어진 결과는 통계처리 상용 소프트웨어인 SPSS 10.0와 Excel 2000을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 통계분석 결과 모두 유의성을 확인하였다. 한편, 정상 상태의 전극 위치에서 두피상의 각 전극 부착 위치에 따른 ERPs 결과를 살펴보면 그림 4, 5와 같다.

2. valid trials 파라미터 분석

정상 상태와 스트레스 제시 상태를 요인으로 하여 valid trials 일 때의 진폭(amplitude)을 비교 분석하였고 본 연구의 통계 분석 값을 표 2에 제시하였다. Cz, O1, O2에서 정상상태와 스트레스 제시 상태와 비교했을 때 진폭(amplitude)이 유의미한 결과를 보였으며, 다른 전극 부착 위치 또한 통계적 유의성은 보이지 않았지만, 추이는 보였다.

한편, P100은 정상상태의 Fp1에서 큰 진폭(amplitude)을 보였을 뿐 두 조건에서 비슷한 결과를 보였으며, N200의 진폭(amplitude)은 정상상태의 O1과 O2에서 가장 컸다. 이 결과로 인하여 본 연구는 이전 연구에서 밝힌, 스트레스에 노출된 피험자의 ERPs중 N200의 진폭(amplitude)이 증가한다는 결과를 검증할 수 있었다[16]. 또한 인지 기능을 의미하는 ERPs 성분 중의 하나인 P300의 진폭(amplitude)은 정상상태의 O1에서 스

트래스를 제시한 경우에 좀더 커지고, 또한 이때의 잠재기(latency)는 15 ms가 길어짐을 볼 수 있었다. 한편, LPC인 N400의 진폭(amplitude)은 스트레스 제시 상태에서 크게 측정되었다.

3. invalid trials 파라미터 분석

invalid trials의 ERPs를 정상상태와 스트레스 제시 상태를 요인으로 하여 진폭(amplitude)을 통계 분석한 결과를 표2에 나타내었다. Cz 와 O1에서 유의미한 통계적 결과를 보였다. 그 외 전극 부착 위치 또한 유의 수준인 $p < 0.05$ 와 유사한 결과를 보임을 알 수 있다.

한편, 스트레스 제시 상태에서의 P100은, Cz를 제외한 모든 전극 부착 위치에서 정상상태 보다 큰 진폭(amplitude)을 보였으며, N200은 정상상태에서 진폭(amplitude)이 큰 값을 가졌다. 또한 P300과 N400은 스트레스 제시 상태의 O1, O2에서 큰 진폭(amplitude)을 나타내었으며, 이때의 잠재기(latency)는 유의미한 차이가 없었다.

4. 정상 상태와 스트레스 파라미터 분석

정상 상태와 스트레스 상태의 데이터를 valid와 invalid trials를 요인으로 하여 진폭(amplitude)을 분석한 데이터를 표 2에 도시하였다. Cz, Pz, O1, O2에서 확인한 유의성을 보였지만, 전체적으로 $p < 0.05$ 와 비슷한 결과를 보였다.

정상상태와 정신적 스트레스 제시 상태에서의 P100은 Fp1을 제외한 모든 전극 부착 위치에서 valid trials가 invalid trials 보다 진폭(amplitude)이 컸다. 그러나, N200은 두 상태에서 모두 invalid trials에서 더 큰 진폭(amplitude)을 보였다. 정상상태에서의 P300은 invalid trials의 Fp1에서 가장 컸으며 그 외 부착 위치에서는 유의성을 보이지 않았다. 한편, 스트레스 제시 상태에서의 P300은 O2에서 valid trials에서 큰 진폭(amplitude)을 보였다. LPC 영역의 N400은 O1, O2에서 가장 컸다. 잠재기(latency)는 정상상태와 스트레스 제시 상태 모두 valid-invalid trials에서 비슷하게 나타났다.

토의 및 결론

본 연구에서 얻은 ERPs 데이터를 비교 분석하였을 때, 정신적 스트레스를 제시한 후 측정된 ERPs가 진폭(amplitude)이 길어지는데, 이는 정상 상태에서 목표자극을 제시한 경우보다 스트레스를 제시 한 후에 목표자극을 제시 한 경우가 기억 탐색 및 뇌 정보 처리에 메커니즘이 더 필요하므로 ERPs의 성분이 늦게 나타난 것으로 해석 할 수 있다. 또한 실험 중 피험자는 연속된 시각 자극에 노출되어 있으므로, 정상 상태에서 시계열 데이터를 시간이 흐름에 따라서, 분석해 본 결과 약 20 ms 의 파형 전위가 일어났다.

한편, 정상 상태와 정신적 스트레스 제시 상태에서의 진폭(amplitude)의 차이가 나타나는데, 정상 상태에서는 전체적으로 잠재기(latency)와 진폭(amplitude)은 작아지며, 스트레스

상태에서는 이와 반대로 잠재기(latency)와 진폭(amplitude)은 커짐을 알 수 있었다. 위의 결과는 Felmingham등의 연구 결과와는 상반된 결과이다. 이는 예상하지 못한 특이한 결과였으며, 본 연구가 많은 환자와 정상인을 대상으로 다양한 자극 제시 환경에서 지속적인 임상 실험이 이루어진다면, 위의 결과의 원인을 밝힐 수 있을 것이다. 한편, 본 연구는 이전 연구와의 상반된 결과에 대해서 다음과 같은 가능성을 검토하였다. 이전 연구와 본 연구를 피험자 측면에서 보면, 이전 연구가 PTSD환자이고, 본 연구는 정상인에게 정신적 스트레스를 제시한 경우로 피험자가 서로 다를 수 있다. 즉, 이전 연구는 베트남 고참병들을 대상으로 약물 치료 및 임상 치료를 통한 환자이며, ERPs에 민감한 청각 자극을 이용한 점이 본 연구와는 상반된 결과가 도출 된 것으로 짐작 할 수 있다. 따라서, 인간의 감각 정보 처리는 주위 환경 및 상태에 따라서 처리 과정 및 영역이 구분된다는 설이 더 설득력이 있다[17].

한편, 본 연구가 시각 자극을 사용하였으므로 시각 영역인 O1, O2영역의 진폭(amplitude)과 잠재기(latency)를 밝히는 것이 중요하다. 정상상태의 O1보다 스트레스를 제시한 경우에 진폭(amplitude)이 좀더 커지고, 또한 이때의 잠재기(latency)는 15 ms가 커지는 것은 뇌에서의 감각 정보 처리가 스트레스로 인하여 전체적으로 늦어짐을 짐작 할 수 있다. 이는 뇌 신경 연구 중 fMRI와 같은 의학 영상이 병행된다면 좀더 정확한 분석 데이터를 얻을 수 있을 것이다.

목표 자극의 제시 방향에 따른 구분 중 valid trials 파라미터 분석에서 LPC인 N400의 진폭(amplitude) 또한 크게 측정되었는데, 이는 스트레스가 인간의 장기 기억 및 인지에도 영향을 미치고 있음을 암시한다.[18]. 그리고 invalid trials에서 잠재기(latency)가 커지는 현상은 인간의 인지 특성과 뇌에서의 정보처리가 회귀억제의 정의를 따름을 알 수 있는 결과이다. 이러한 경향은 시각 자극에 대한 뇌 정보처리 영역인 후두엽(Occipital lobe;O1, O2)에서 두드러진 경향을 보였다. 또한, 전체적으로 valid trials 보다 invalid trials에서의 ERPs의 잠재기(latency)가 빨라지는 현상을 보였는데, 이는 본 연구의 자극 제시 간격(Stimulus Onset Asynchrony; SOA)이 1400 ms이므로, 위의 결과 또한 회귀억제 현상으로 인한 결과라고 추측할 수 있다[19].

본 연구는, 목표자극의 좌우 구분되어 제시 되게 하여, 감각 정보의 처리 과정을 감시하고자 하였으며, 좌우 구분 상태에서의 반응시간과 ERPs에서의 잠재기(latency)는 통계적 유의성을 보였다. 그러나, 반응시간을 측정한 실험 데이터는 동일한 환경 제시 조건이 아닌, 실험 후반부에 스트레스를 제시한 결과이므로, 논란의 여지가 있다. 본 연구의 결과는 뇌의 실제적인 정보 처리 과정을 행동적 반응시간으로 유추하는 것보다 ERPs로 측정하는 것이 더 정확할 수 있다는 이전의 연구를 반영한다[20]. 본 연구에서는 두피의 Fp1, Fz, Cz, Pz, O1, O2의 부위에서 측정을 실시하였지만, 자극에 대한 대뇌의 좌, 우 반구의 차이뿐만 아니라, 대뇌의 여러 활동 부위를 밝혀 내기 위해서는 각 부위별 연구가 요구되어 진다. 또한, 앞으로의 연

구는 EP와 ERPs 분석과 함께 대뇌의 각성 수준 및 의식을 반영하는 생리 신호인 SPL(Skim potential level)과 CNV 분석 등을 병행한다면, 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Posner, M., & Cohen, Y. "Component of visual orienting", In h. bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), Attention and Performance, X Hillsdale, NJ:Erlbaum., pp.531-556, 1984
2. Mondor, T.A. & Amirault. K. J., "Effect of same-and different-modality spital cues on auditory and visual target identification", J. Exp. Psychology:Human Perception and Performance, vol. 24, pp. 745-755, 1998
3. Possamal, C.-A. "Relationship between inhibition and facilitation following a visual cue". Acta Psychologica, vol. 61, pp. 243-258, 1986
4. Jinhe Wei, Lun Zhao, Gongdong Yan, Wenjuan Chen, Wei Ren, Ran Duan.. "Dynamic change of ERPs related to selective attention to signals from left and right visual filed during head-down tilt". Acta Astronautica. vol. 42, pp. 323-33, 1998
5. Rainer Spehlmann. "Evoked Potential Primer-visual, auditory and somatosensory evoked potnetials in clinical diagnosis", Butterworth publishers, 1998
6. Donchin, E., "Event-Related potentials: a tool in the study of human information processing". In: Begleiter, H. (Ed), Evoked Brain Potentials and Behavior. Plenum, New York, pp. 13-88. 1977.
7. Alho, K., "Selective attention in auditory processing as reflected by event-related brain potentials.", Psychophysiology, vol. 29, pp. 247-263, 1992
8. Shihui Han, Xun He, E. William Yund, David L. Woods, "Attentional selection in the processing of hierarchical patterns:an ERP study", Biological Psychology, vol. 56, pp. 113-130, 2001
9. Wood, D. L., Alho, K., & Algazi A., "Stages of auditory feature conjunction:An event-related brain potential study", Journal of Experimental Psychology: human perception and performance, vol. 20, pp. 81-94, 1994
10. Kim L. Felmingham, R.A.Bryant, C.Kendall, "Event-related potential dysfunction in posttraumatic stress disorder: the role of numbing", Psychiatry research, vol. 109, pp. 171-179, 2002
11. Joseph Attias, A. Bleich, V. Furman, Y. Zinger, "Event-related potentials in post-traumatic stress Disorder of Combat origin", Society of Biological Psychiatry, vol. 40, pp. 373-381, 1996
12. Tim Curran, A. Hills, M.B. Patterson, M.E. Strauss, "Effects of aging on visuospatial attention:an ERP study", Neuropsychologia, vol. 39, pp. 288-301, 2001
13. R.F. Dougherty, W.A. Press and B.A. Wandell, "Perceived Speed of Colored Stimuli", Neuron, vol. 24, pp. 893-899, 1999
14. John G. Proakis, Charles M. Rader, Fuyun Ling, Chrysostomos L. Nikias, "Advanced digital signal processing", pp. 239 - 251, 1998
15. Edward Bernat, Scott Bunce, Howard Shevrin, "Event-related brain potentials differentiate positive and negative mood adjectives during both supraliminal and subliminal visual processing", International Journal of Psychophysiology, vol. 42, pp. 11-34, 2001
16. Matthew S. Stanford, J.J. Vasterling, C.W. Mathias, etc, "Impact of threat relevance on P3 event-related potentials in combat-related post-traumatic stress disorder", Psychiatry Research, vol. 102, pp. 125-137, 2001
17. Smith, M.E., "Neurophysiological manifestations of recollective experience during recognition memory judgement", Journal of Cognitive Neuroscience, vol. 5, pp. 1-13, 1993
18. Abrams, R.A., & Dobkin, R.S. "Inhibition of return: Effects of attentional cuing on eye movement latencies." Journal of Experimental Psychology:Human Perception and Performance, vol. 20, pp. 467-477. 1994
19. Robert J.S., James T.M., Warren S.B., et al., "Continuous-processing-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder", Biopsychiatry. vol. 40, pp. 964-980, 1996
20. S.H.Kim, H.T.Kim, "선택적 주의 과제에서 과제 난이도에 따른 청각 사건관련전위의 변화", Korean Journal of biological and Physiological Psychology, Vol 8, pp. 61-73, 1996