

인간과오의 심리생리적 징후와 작업수행도

Psychophysiological Symptoms of Human Errors and Work Performance

임 현 교

충북대학교 공과대학 안전공학과

ABSTRACT

In order to catch the relationship between psychophysiological symptoms and human work performance, the ERP technique was adopted as a measure, and two different tasks — a counting task and an Odd-Ball task were conducted.

According to the results, the P300 amplitude during the counting task was not so high as that during the Odd Ball task, and correct response corresponded with stable ERP with high P300 amplitude whereas wrong response with unstable, fluctuating ERP with low P300 amplitude. Therefore it was concluded that it would be possible to grasp the symptoms of human errors with the help of psychophysiological technique.

Key Words : human error, Event Related Potential (ERP), psychophysiology

1. 서론

인간과오를 예방하고, 또 발생한다 하더라도 그 피해를 최소화하기 위해서는, 인간과오나 생산성저하의 징후를 객관적으로 파악하고 그것을 평가하는 것이 선결과제라 할 수 있다. 그러나 이제까지 인간과오는, 주관적이고 심리적이 라는 특성 때문에 일회성(一回性)이라고 간주되어 왔으며, 특히 인간의 정보 처리과정 중 어느 과정에서 과오가 발생하는지가 본인 이외에는 불분명하여 과오예방을 위한 대책의 수립과 시행에 별다른 효과를 보여주지 못하였다. 그러나 최근 대뇌생리학을 비롯한 심리생리학적 분석기법의 비약적 발달은 인간과오의 메카니즘을 파악하고 그 대책을 수립하는 데 이용될 수 있을 것이다.

2. 연구배경

입력자극에 대한 인간의 각성수준의 변화는, 서서히 변동하는 지속적(tonic) 변화와, 외적자극 등에 의해 급격히 발생하는 일과성(phasic) 변화로 나눌 수 있으며, 특히 최근에 들어서는 후자 중에서도 유발전위(Evoked Potential) 또는 사상관련전위(Event Related Potential)를 지표로 하는 주의연구가 급격히 증가

하고 있다.

Haider 등은 신호검출상황에서 신호를 검출하였을 때와 신호를 검출하지 못하였을 때 (miss) 의 유발전위가 다르고, 시간경과에 따라 유발전위의 진폭이 차차 저하한다는 사실을 보고하였다 [1].

자극이 주어지면 자극제시로부터 약 300 msec 후에 팔목할 만한 양 (+) 전위가 발생하는데 이를 P300 이라고 한다. 이 성분은 작업자의 주의수준이 높아짐에 따라 진폭이 증대하며, 잠재기 (latency) 는 제시자극의 난이도에 따라 증가하기 때문에 작업의 인지과정을 평가할 수 있는 중요한 단서를 제공한다고 알려져 있다 [2].

본 연구에서는, 이 P300 이라는 심리생리학적 현상을 중심으로, 계수작업과 Odd-Ball 직무시의 작업과오에 대한 심리생리학적인 징후를 찾고, 그것이 성공적인 작업수행과 어떠한 관계를 나타내는가에 대하여 평가하고자 하였다.

3. 실험 및 자료처리

실험 작업은, 컴퓨터 화면에 나타난 무작위의 문자행렬 중 특정 문자의 수를 헤아리는 계수작업과, Odd Ball 작업의 두 가지로 구성되었다.

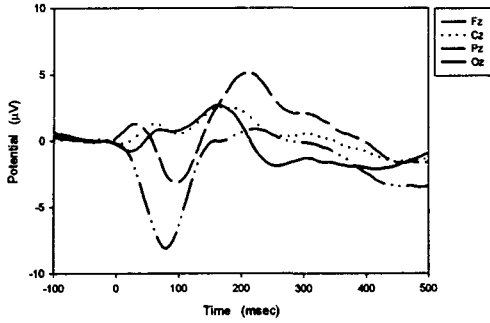
작업자의 심리생리학적 반응은 sampling rate 250 Hz 의 뇌전도 (EEG) 를 이용하였다. 모든 심리생리학적 신호들은 4~30 Hz 의 band pass filter 로 filtering 하고, 심전도 (ECG) 와 안전도 (EOG) 등의 artifact 를 제거하기 위하여 다시 $\pm 90 \mu V$ 이상의 신호를 제외한 후, 가산평균법 (summing average method) 에 의해 분석하였다.

계수작업의 실험에는 남자 대학(원)생 5 명이 참가하였으며, Odd-Ball 직무에는 18 명이 참가하였다.

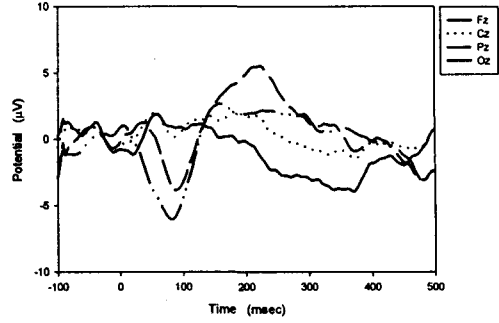
4. 결과 및 고찰

작업수행에 따른 정답률과 오답률의 변화는 통계적으로 유의하지 않았으므로 ($p < 0.05$), 실험조건의 변화에 관계없이 각각의 직무중 작업수행도는 같다고 판단되었다. 그러나, 각각의 반응에 있어서 심리생리학적인 반응에는 많은 차이를 보였다.

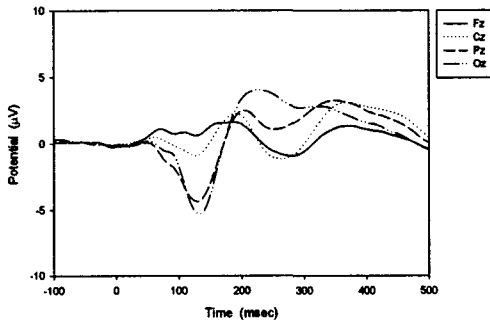
Fig.1 은 계수작업시 정 (正) 반응을 할 때, Fig.2 는 같은 조건 하에서 오 (誤) 반응을 할 때의 사상관련전위 (ERP) 를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 정반응의 경우에는 사상관련전위가 안정적이었지만, 오반응의 경우에는 매우 불안정하였다. 또한, P300 의 잠재기는 어떤 조명환경에서도 350 msec 내지 450 msec 의 경향을 나타냈으나 Fz 에서 상대적으로 짧았고, 반면 P300 진폭의 변화는 거의 볼 수 없었다.



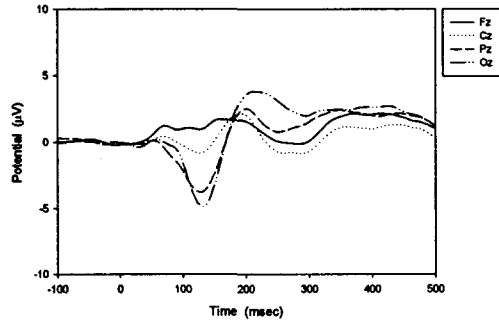
**Fig.1 ERP of Correct Response
(Counting Task)**



**Fig.2 ERP of Wrong Response
(Counting Task)**



**Fig. 3 ERP of Correct No-Go
(Odd-Ball Task)**



**Fig. 4 ERP of Correct Go
(Odd-Ball Task)**

그러나 Odd-Ball 직무의 경우에는 사상관련전위의 변화가 심하였다. 우선, Fig.3 과 Fig.4 에서 보는 바와 같이, 자극이 제시되고부터 최초 200 msec 사이에서는 특히 Fz 를 중심으로 안정적이지 못하여, 단순한 시각적 자극의 수용보다는 자극의 의미를 파악하는 전두엽의 활성화를 반영하는 것이 아닌가 판단되었다.

P300 의 잠재기는, 직무조건에 관계없이 반응하는 (Go) 경우보다 반응하지 않는 (No-Go) 경우에 대체적으로 더 짧았으며, Oz 에 가까울수록 그 차이는 심화되었다. 그러나 대체로 350 msec 부터 375 msec 내에 분포하고 있어 계수작업의 잠재기보다는 짧았다. 이러한 현상은 제시자극의 분류가 어려워질수록 P300 잠재기도 더 길어지며, 따라서 반응을 요구하는 자극을 식별하는 것이 그렇지 않은 자극에 비해 어려웠기 때문이라고 해석될 수 있다 [3,4].

한편, P300 진폭은 반응하지 않는 (No-Go) 경우보다 반응하는 (Go) 경우에 더 컸으며, 대체로 계수작업시의 진폭보다 컸다. P300 진폭이 피실험자의 주의수준

을 나타내는 지표로서, 제시자극이 어려울수록 또 발생확률이 낮은 희귀한 자극일수록 크다는 사실에 비추어 볼 때 계수작업보다는 제시자극이 순간 순간 지속적으로 변화하는 Odd Ball 직무쪽의 난이도가 높다는 사실이 증명된 셈이다. 더욱이 Odd-Ball 직무의 특성상, 반응해야 하는 (Go) 자극의 출현확률은 30 % 안팎으로 반응하지 않아야 하는 (No-Go) 자극에 비해 출현율이 낮았으므로 P300 진폭이 작았다는 사실 역시 선행연구들의 결과와 잘 일치하였다.

5. 결론

이상의 연구결과를 정리하면, 작업자의 반응이 안정적이고 신뢰도가 높을수록 뇌파의 형태도 안정적이라는 것을 알 수 있었으며, P300의 진폭이 클수록 작업에 대응하는 작업자의 주의수준이 높고, 잠재기가 짧을수록 자극의 식별이 쉽게 이루어진다고 판단되었다. 따라서 인간의 정보처리과정을 감지, 인식, 단기 기억, 반응선택, 반응제어, 발효 등의 과정으로 파악할 때 [5], P300은 인식(perception) 단계에서의 정보처리과정을 반영하는 것으로 판단되었다.

Rasmussen은 인간의 과오를 slip, lapse, mistake로 나누었으나 그것은 어디까지나 주관적인 분류일 뿐 인간의 정보처리과정에 근거한 분류로서는 불충분하였다. 그러나 본 연구에서 살펴 본 바와 같이 인적과오나 작업수행도 저하의 이면에는 객관적으로 파악할 수 있는 증거들이 존재한다는 것을 확인할 수 있었으며, 작업수행도와도 밀접한 관계를 보이고 있었다. 이런 점에서 사상관련 전위는 앞으로 작업의 성패예측, 숙련자와 초보자의 구분, 작업중 자극의 유용성의 판단 등을 파악하는 데 객관적이고도 매우 중요한 기법으로 활용될 수 있을 것이다.

6. 참고문헌

- [1] Haider,M., Spong,P., & Lindsley,D.B., Attention, Vigilance, and Cortical evoked-potentials in humans, *Science*, Vol.145, pp.180-182, 1964.
- [2] Cacioppo,J.T., & Tassinary,L.G., Principles of Psychophysiology: Physical, Social, and Inferential Elements, Cambridge University, 1990.
- [3] Donchin,E., Event Related Potentials: A Tool in the Study of Human Information Processing, in *Evoked Potentials and Behavior* edited by Begleiter,H., Plenum Press, pp.13-75, 1979.
- [4] Kutas,M., McCarthy,G., Donchin,E., Augmenting Mental Chronometry: The P300 as A Measure of Stimulus Evaluation Time, *Science*, Vol.197, pp.792-795, 1977.
- [5] Wickens,C.D., Engineering Psychology and Human Performance, Charles E.Meril, Columbus, 1984.