

# P300에 기초한 숨긴정보검사에서 세 자극 방안과 두 자극 방안의 정확도 비교\*

## P300-based concealed information test in three-stimulus and two-stimulus paradigms

엄진섭\*\* 한유화\*\* 박광배\*\* 손진훈\*\*\*

\*\* 충북대학교 심리학과 \*\*\* 충남대학교 심리학과

### ABSTRACT

본 연구에서는 목표자극을 포함한 P300 숨긴 정보 검사와 목표자극을 제거한 P300 숨긴 정보 검사의 정확도를 비교하였다. 목표자극을 제거한 경우에는 피검사자의 주의를 검사상황에 집중하도록 하기 위하여, 1) 검사자극이 속한 범주에 대한 판단을 하도록 하거나, 2) 검사자극이 제시된 지 1.5초 후에 재인검사를 실시하였다. 16명의 피검사자에게 반복측정 설계를 이용하여 실험한 결과, 세조건 모두에서 관련자극의 P300이 무관련자극의 P300보다 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다. 부트스트랩 방법을 이용한 개인별 판단 결과, 세 자극 방안의 정확도가 81.3%로 가장 높은 것으로 나타났으며 재인검사를 이용한 두 자극 방안의 정확도는 62.5%였으며, 범주판단을 이용한 두 자극 방안의 정확도가 56.3%로 가장 낮았다.

주제어: P300, 숨긴정보검사, 유죄지식검사, 거짓말탐지

### 1. 서론

한국과 세계 여러 나라의 수사기관 등에서 조사 대상자가 거짓을 말하고 있는지의 여부를 판단하기 위하여 폴리그래프 검사(polygraph test)를 널리 이용하고 있다. 그러나 폴리그래프 검사의

정확도는 약 90% 정도이며, 약 10%의 오류긍정(false positive)과 오류부정(false negative)의 가능성이 있는 것으로 알려져 있다. 폴리그래프 검사의 불완전성을 보완하기 위하여 약 20년 전부터 ERP(event related potential)의 P300 성분을 이용한 숨긴정보검사 혹은 유죄지식검사(이하 P300 숨긴정보검사라고 함)에 관한 연구가 진행되어 왔으며 [3-6], 최근 한국에서도 P300 숨긴정보검사에 관한 연구가 진행되고 있다[1, 2].

\* 이 논문은 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (M10740030003-07N4003-00310)

전형적인 P300 숨긴정보검사[1, 3, 4, 5]는 세 종류의 자극(세 자극 방안)을 사용한다. 하나는 숨긴정보와 관련된 자극(관련자극)이고, 다른 하나는 숨긴정보와 무관한 자극(무관련자극)이고, 나머지 하나는 피검사자가 검사상황에 주의를 집중하도록 유도하기 위하여 사용하는 목표자극이다. 숨긴정보검사가 진행되는 중에 목표자극이 나타나면 특정 버튼(예; 왼쪽 마우스 버튼)을 누르도록 하며, 다른 자극이 나타나면 다른 버튼(예; 오른쪽 마우스 버튼)을 누르도록 한다.

목표자극을 이용한 검사절차는 숨긴정보의 탐지와 독립적인 목표자극에 대한 반응을 요구하기 때문에 검사의 효율성을 낮출 가능성이 있으며, 최근에 목표자극을 제거한 새로운 검사절차에 대한 연구가 수행되었다[5, 6]. 그러나 이 연구들은 피검사자가 검사상황에 주의를 집중하도록 하는 방법으로 ‘검사가 진행되는 도중 예고 없이 방금 전에 제시되었던 자극을 질문할 것이므로, 검사자극에 주의를 기울여야 한다’는 지시를 사용하므로 피검사자가 전체 실험에 주의를 집중하였는지를 알 수 없었으며, 피험자간 설계를 사용하였기 때문에 세 자극 방안과 두 자극 방안의 정확도를 엄밀하게 비교하기 어려웠다.

본 연구에서는 기존연구의 단점을 보완하여 목표자극을 제거한 새로운 두 자극 방안과 기존의 세 자극 방안간 정확도를 반복측정 설계를 사용하여 비교하였다.

## 2. 방법

### 2.1. 피험자

C대학교에 재학중인 대학생 및 대학원생 16명이 실험에 자원하여 참가하였으며, 성별은 남자 4명, 여자 12명이었고, 평균연령은 28.4세(범위 23-41세)였다.

### 2.2. 실험절차

모든 피험자는 세가지 실험조건(세 자극 방안, 두 자극 방안1, 두 자극 방안2)에 모두 참여하였다. 피험자의 부모 이름을 숨긴정보(관련자극)로 사용하였으며, 피검사자가 부모 이름을 알지 못한다고 주장하는 실험적 상황에서 P300 숨긴정보 검사를 실시하였다.

세 자극 방안에서 목표자극은 남자 이름 1개와 여자 이름 1개로 구성하였고, 관련자극은 피험자의 아버지 이름과 어머니 이름으로 구성하였으며, 무관련자극은 남자이름 4개와 여자이름 4개로 구성하였다. 목표자극이 화면에 제시되면 ‘예’ 버튼을, 목표자극 이외의 자극이 제시되면 ‘아니오’ 버튼을 누르도록 지시하였다. 목표자극과 관련자극, 무관련자극은 1:1:4의 비율로 제시되었다. 자극은 피험자로부터 1m 떨어져 있는 모니터 중앙에 제시하였고, 자극간 제시간격은 3초였으며, 자극은 375ms 동안만 화면에 제시되었다.

두 자극 방안은 세 자극 방안과 동일한 관련자극과 무관련자극으로 구성하였으며, 목표자극은 없었다. 두 자극 방안1에서는 제시된 자극의 범주(즉, 성별)를 판단하게 하였으며, 남자 이름이 제시되면 ‘예’ 버튼을, 여자 이름이 제시되면 ‘아니오’ 버튼을 누르게 하였다. 관련자극과 무관련자극의 제시비율은 1:4였다.

두 자극 방안2에서는 실험자극이 제시되면 무조건 ‘예’ 버튼을 누르도록 지시 하였으며, 실험자극이 제시된 지 1.5초 후에 실험자극에 대한 재인검사를 실시하였다. 재인검사에서 실험자극과 동일한 이름이 제시되면 ‘예’ 버튼을, 실험자극과 다른 이름이 제시되면 ‘아니오’ 버튼을 누르게 하였다. 관련자극과 무관련자극의 제시비율은 1:4였으며, 재인검사에서 ‘예’ 반응과 ‘아니오’ 반응의 비율은 1:1이었다. 실험자극간 제시간격은 3.5초였다.

### 2.3. 뇌파 기록과 분석

뇌파는 PolyG-I(LAXTHA Inc.)를 사용하여

Fz와 Cz, Pz 영역에서 측정하였다. 선행 연구[3, 5]를 참고하여, Pz 영역에서 측정된 뇌파의 0.7Hz ~ 25.6Hz 대역의 신호만 분석에 이용하였다.

Pz 영역에서 P300의 크기를 평가하기 위하여 peak-peak 방법을 사용하였다[5]. Peak-peak 방법은 P300의 값과 P300 이후에 나타나는 가장 부적인 값 간의 차이 값을 P300의 크기로 사용한다. P300의 값은 자극 제시 후 300ms에서 700ms 사이에 100ms 구간의 평균값이 가장 큰 값으로 정의하였으며, P300 이후 가장 부적인 peak 값은 P300이 나타난 후부터 1000ms 사이에 100ms 구간의 평균값이 가장 작은 값으로 정의하였다.

## 2.4. 개인별 평가

관련자극의 P300과 무관련자극의 P300간 크기차이에 대한 집단수준의 분석에 더불어, 개인별 진단(유죄/무죄)을 위한 분석을 실시하였다.

개인 내에서 관련자극에 의해 유발된 P300의 크기가 무관련자극에 의해 유발된 P300의 크기보다 유의하게 더 큰지를 검증하기 위하여, 부트스트랩(bootstrap) 방법을 이용하였다[7]. 부트스트랩 방법은 N개의 표본자료에서 N개의 표본을 복원추출하는 과정을 여러 번 수행하는 것을 말한다. 예를 들어, 한 명의 피험자가 200번의 시행을 하면, 200개의 표본자료가 만들어진다. 200개의 표본자료에서 무작위로 200개의 자료를 복원추출하면(부트스트랩 표본이라고 함) 어떤 시행의 자료는 한번 이상 뽑히고 어떤 시행의 자료는 한번도 안 뽑히는 경우가 발생하므로, 부트스트랩 표본자료는 원래의 표본자료와 약간의 차이를 가지게 된다. 이러한 부트스트랩 표본을 1000개 만든 후, 1000개의 부트스트랩 표본 각각에서 관련자극의 P300 크기와 무관련자극의 P300 크기를 비교한다. 본 연구에서는 1000개의 부트스트랩 표본 중 관련자극의 P300 크기가 무관련자극의

P300크기보다 더 큰 경우의 수를 개인별 평가에 활용하였다.

## 3. 결과 및 결론

세가지 실험조건 모두에서 관련자극에 대한 반응시간과 무관련자극에 대한 반응시간은 유의하게 다르지 않다(모두  $p > .10$ ). 세가지 실험조건에서 관련자극의 P300 크기와 무관련자극의 P300 크기를 비교한 결과가 표1과 그림 1에 제시되어 있다. 세 자극 방안과 두 자극방안1, 2 모두에서 관련자극의 P300이 무관련자극의 P300보다 유의하게 큰 것으로 나타났으며(각각  $t_{(15)}=7.007$ ,  $p < .001$ ;  $t_{(15)}=3.096$ ,  $p < .01$ ;  $t_{(15)}=5.306$ ,  $p < .001$ ).

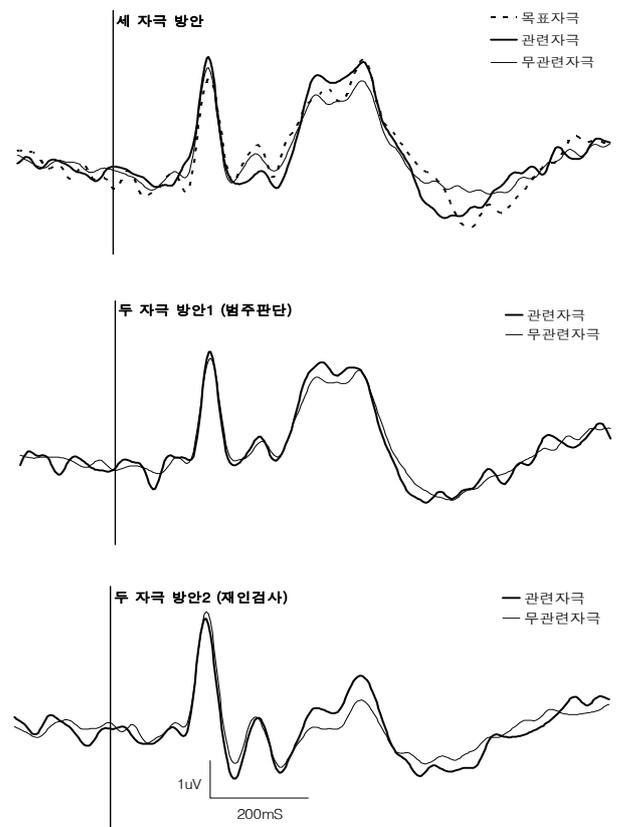


그림 1. 세 실험조건에서 Pz 영역의 평균 ERP

## 참고문헌

표 1. 세 실험조건에서 관련자극과 무관련자극간 P300  
의 크기 차이( $\mu V$ )

	P300 차이	t
세 자극 방안	2.43	7.007***
두 자극 방안1	1.94	3.096**
두 자극 방안2	2.80	5.306***

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

표 2. 세 실험조건에서 개인별 진단 결과

	유죄판결수/전체수
세 자극 방안	13/16
두 자극 방안1	9/16
두 자극 방안2	10/16

1) 유죄판정 피검사자 수 / 전체 피검사자 수

표2에 개인별 평가를 수행한 결과가 제시되어 있다. 부트스트랩 표본 1000개 중 900번(90%) 이상에서 관련자극의 P300 크기가 무관련자극의 P300 크기보다 큰 경우를 유죄로 판단한 것이다 [3] [4]. 세 자극 방안의 정확도가 81.3%로 가장 높았고, 재인검사를 이용한 두 자극 방안은 62.5%, 범주판단을 이용한 두 자극 방안은 56.3%였다.

한 가지 주목할 사실은 개인별 평가에서 유죄판정을 받지 못한 3명 중 2명이 재인검사를 이용한 두 자극 방안에서는 99% 이상의 매우 높은 신뢰 수준에서 유죄판정을 받은 점이다. 따라서, 세 자극 방안의 장점과 두 자극 방안의 장점을 조합하여, 높은 수준의 정확도를 가지는 새로운 검사 방안을 만들어낼 수 있는 가능성이 있음을 보였다.

- [1] 함지선, 이장한 (2007). 가상의 범죄환경과 뇌파를 이용한 거짓말 탐지 연구, 2007 한국 심리학회 연차학술대회 논문집, 524-525.
- [2] 김혁, 박판규, 이강희, 김현택 (2008). 관련자극과 무관련자극에서 사건관련전위 비교분석 연구, 2008 한국심리학회 연차학술대회 논문집, 122-123.
- [3] Farwell, L. A. and Donchin, E. (1991). The truth will out: Interrogative polygraphy ("lie detection") with event-related Potentials. *Psychophysiology*. Vol. 28, 531-547.
- [4] Rosenfeld, J. P., Cantwell, G., Nasman, V. T., Wojdacz, V., Ivanov, S., and Mazzeri, L. (1988). A modified, event-related potential-based guilty knowledge test. *International Journal of Neuroscience*. Vol. 24, 157-161.
- [5] Rosenfeld, J. P., Biroschak, J. R., and Furedy, J. J. (2006). P300-based detection of concealed autobiographical versus incidentally acquired information in target and non-target paradigms. *International Journal of Psychophysiology*. Vol. 60, 251-259.
- [6] Rosenfeld, J. P., Labkovsky, E., Winograd M., Lui, M. A., Vandenboom, C., and Chedid, E. (2008). The Complex Trial Protocol (CPT): A New, countermeasure-resistant, accurate P300-based method for detection of concealed information. *Psychophysiology*. In Press.
- [7] Wasserman, S. and Bockenholt, U. (1989). Bootstrapping: applications to psychophysiology. *Psychophysiology*. Vol. 26, 208-221.