

P300-based concealed information test for identifying true or false statement*

Seul Ki Hwang¹, Seok Chan Kim², Young Youn Kim^{1†}

¹Department of Forensic Psychology, Kyonggi University

²Department of Forensic Science Investigation, Supreme Prosecutors' Office

The concealed information test (CIT) assesses the recognition of crime-relevant information, which is possible to conduct only when specific material evidence is seized. As an attempt to solve this problem, we examined whether the P300-based CIT using the suspect's statement is a potentially valid method to classify an individual as guilty or innocent. Therefore, we compared the event-related potentials in four conditions to imitate various situations at the scene of crime investigation: false statement($n=16$), confess($n=16$), deny($n=16$) and innocent($n=17$). Results showed that the difference in P300 amplitude between probe and irrelevant was significant in the false statement, confess and deny conditions, but not in the innocent condition. Moreover, false statement in the false statement condition elicited larger P300 amplitude than irrelevant, but probe elicited larger P300 amplitude than false statement. These results suggest that the P300-based CIT is possible to detect the actual criminal behavior from false statements and assess the veracity of confessions.

Keywords: event-related potentials, concealed information test, false statement, confess, P300

1차원고접수 22.04.12; 수정본접수: 22.07.18; 최종게재결정 22.07.24

수사절차에서 확보된 사건관계자들의 진술은 수사 진행 방향을 설정해 줄 뿐만 아니라 형사소송절차에서 실제적 진실을 판가름할 수 있는 증거로서 중요한 가치를 지닌다(Yang, 2013). 특히 범죄의 유형이 다양해지고 수법 또한 지능화됨에 따라 확실한 물적 증거를 확보하는데 어려움을 겪는 사건들의 경우 사건관계자의 진술에 의존하여 수사를 할 수 밖에 없다(Kim, Chang, Lee, Bang, Kim, & Kim, 2015). 하지만 용의자나 피해자 혹은 목격자이든 상관없이 범죄 사건이 그들과 직·간접적으로 이해관계가 결부되어 있을 때 진술자는 사실을 의도적으로 축소 또는 과장하거나 은폐 또는 조작해서 진술하려고 시도할 수 있고, 이는 수사의 진행 방향 설정 뿐만 아니라 사건 해결에 어려움을 초래하기도 한다(Lee, Ji, Jo, & Park, 2010). 따라서 사건의 실제적 진실을 밝혀 범죄

사건을 해결하고 형사사법 절차상의 오판 가능성을 줄이기 위해서는 진술의 진위여부를 가려내기 위한 탐지 기법의 개발과 신뢰성 및 타당성 확보가 필수적이다.

오늘날 전세계적으로 형사사법 현장에서 사건관계자의 진술에 대한 진위여부를 판단할 때 가장 일반적으로 사용되는 방법은 폴리그래프(polygraph)검사이다. 폴리그래프는 인간이 정상적인 심리상태에서 고의적이고 계획적인 거짓말을 하면 반드시 심리적 변화가 발생할 것이라는 전제하에 이에 수반되는 호흡, 혈압, 맥박 등의 다양한 생리적 변화를 측정하여 시각적으로 구현해내는 검사 방법이다(Bull, 1988). 국내에서는 1961년 국방부과학수사연구소에서 처음으로 폴리그래프 검사가 진행된 이후 검사 수요가 증가하면서 검찰, 경찰, 국립과학수사연구원 등으로 검사 기관이 확대되어왔다

* 본 연구는 2021년도 대검찰청의 지원을 받아 수행되었음(과제번호 2021030937D-00).

† 교신저자: 김영윤, 경기대학교 일반대학원 범죄심리학과, (16227) 경기도 수원시 영통구 광고산로 154-42, E-mail: youngy@kgu.ac.kr

(Park, 1999). 최근까지도 폴리그래프의 중요성과 비중은 계속 높아지고 있으며 검찰의 경우만 보더라도 매년 3,000건 이상의 폴리그래프 검사가 실시되고 있다(Kim et al., 2015).

폴리그래프 검사는 혈압 및 맥박의 증가, 피부 전도의 증가 등 여러 생리 반응의 변화를 통해 심리 상태를 추론하는 것이기 때문에 거짓말 자체를 탐지하는 것이 아니라 정서적 변화를 탐지한다고 볼 수 있다. 하지만 거짓말을 하지 않은 사람이라도 상대방이 자신의 말을 믿지 않을 수 있다는 두려움으로 인해 불안을 경험할 수 있고, 개인에 따라서는 평소 시 기저 반응과 기저 행동이 독특하여 거짓말 여부와 관계없이 생리적 변화를 보이는 사람들이 있다(Ekman, 1992). 따라서 개인의 특성에 따라 거짓말을 할 때 정서가 다르게 나타날 수 있기 때문에 거짓말을 한 사람을 결백한 사람으로 잘못 판단하는 허위부정(false negative)과 결백한 사람을 거짓말을 한 사람으로 잘못 판단하는 허위긍정(false positive)이 나타날 수 있다. 뿐만 아니라 폴리그래프 검사는 다양한 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있는데, 검사자의 경험이나 훈련 정도 등에 따른 검사관 요인(Raskin & Podlesny, 1979), 피검사자의 성격적 특성이나 개인차 등의 피검사자 요인 그리고 사건 종류나 검사 장비, 검사실 상황과 같은 맥락적 요인(Lee, 2007) 등이 있다. 따라서 이러한 폴리그래프의 한계점을 보완할 수 있는 진술의 진위여부 탐지 기법 개발의 필요성이 제기되어왔다.

폴리그래프의 한계를 보완하고자 검사 전 면담법(pre-test interview), 자극검사(stimulation test) 등의 방법이 사용되고 있으며(Kim, 2009), 이 밖에도 중추신경계의 변화를 탐지해 낼 수 있는 뇌파(electroencephalograph, EEG)를 이용한 숨김정보검사(concealed information test, CIT)가 대안으로 제시되고 있다(Mertens & Allen, 2008). 뇌파는 두피에 전극을 부착하여 두뇌 신경세포들의 시냅스후 전위(postsynaptic potentials)에 의한 전위의 변화를 측정하는 것으로, 뇌파 중에서도 특정한 사건이 일어난 데 반응하여 일정시간 동안 일어나는 뇌의 전기적 활동을 나타내는 사건관련전위(event-related potentials, ERP)를 숨김정보검사의 지표로 이용한다(Kim, 2009).

숨김정보검사는 거짓말과 관련된 사건관련전위 지표로 자극 제시 후 약 300ms 구간에 주로 두정 부위 전극에서 크게 나타나는 양전위인 P300 요인을 사용한다(Rosenfeld et al., 1988). P300-기반 숨김정보검사의 대표적인 모델로 알려진 Farwell과 Donchin(1991)의 패러다임은 전형적인 oddball 패러다임에서 변형된 형태인 3-자극 프로토콜을 사용한다. 따라서 그들은 세 가지 자극을 이용하여 숨김정보검

사를 진행했는데 첫 번째 자극은 탐침자극(probe)으로 피해자나 범인 혹은 수사관과 같이 사건관계자만 알고 있는 범죄와 관련된 자극을 말하며 낮은 빈도로 제시된다. 다음은 무관련자극(irrelevant)으로 탐침자극과 같은 범주에 속해있으며 범죄 사건과는 관련이 없는 자극으로 빈번하게 제시된다. 마지막으로 목표자극(target)은 범죄 사건과 관련이 없으며 드물게 제시되지만 검사 과정에서 다른 자극들과는 다른 특정한 반응을 수행하도록 지시한 자극을 말한다. 각 자극들은 피험자에게 무작위로 제시되며 목표자극, 탐침자극, 무관련자극을 각각 17%, 17%, 66% 확률로 구성했다.

Oddball 패러다임에서 빈번하게 제시되는 표준자극(standard) 사이에서 드물게 제시되는 목표자극에 의해 높은 P300이 유발되는데, P300은 정보처리의 지표로 간주되고 있다(Donchin & Coles, 1988). 또한 기억 연산(memory operations)을 수행하며 주어진 자극을 처리할 때의 주의 자원(attentional resources) 할당량을 나타내는 것으로 알려져 있으며(Polich & Martin, 1992), P300 진폭의 크기는 주관적 확률(subjective probability), 자극의 의미(stimulus meaning), 정보전달(information transmission) 3가지 측면에서 결정된다는 모델이 제시되고 있다(Johnson, 1986). 이 모델에 따르면 주관적 확률은 논리적 확률에 개인적 판단이 개입하는 것으로 주관적 확률과 P300 진폭은 반비례한다. 자극의 의미는 자극의 복잡성, 자극이 가지는 의미, 수행의 복잡성 등으로 표현되며 이러한 요소들이 진폭에 영향을 주는데, 예를 들면 자극이 복잡할수록, 피험자에게 더 의미 있는 자극일수록 P300 진폭이 커진다. 또한 정보전달에는 정보의 손실이 필연적이데 자극이 명확한 경우 P300 진폭이 증가한다. 따라서 P300-기반 숨김정보검사에서 목표자극은 희소성(rareness)과 함께 피험자의 과제 수행적 관점에서 개인에게 중요한 의미를 갖는 자극이기 때문에 높은 P300을 유발시킨다. 무죄 피험자의 경우 범죄와 관련된 정보를 보유하고 있지 않기 때문에 탐침자극과 무관련자극을 구별할 수 없어 정보처리과정이 동일하기 때문에 두 자극 간의 P300 진폭에 차이가 나타나지 않는다. 반면 범죄 관련 정보를 보유하고 있는 유죄 피험자의 경우 빈번하게 나타나는 무관련자극에 비해 낮은 빈도로 나타나는 탐침자극이 피험자에게 의미 있는 정보가 되어 무관련자극과는 다른 정보처리를 하기 때문에 탐침자극에서 무관련자극보다 높은 P300 진폭이 나타나게 된다(Labkovsky & Rosenfeld, 2014).

P300-기반 숨김정보검사 연구는 주로 범행 도구나 범행 방법과 같이 구체적인 물적 증거를 기반으로 범죄 관련 자극을 구성하여 실시되었기 때문에 구체적인 물적 증거 없이 진

술의 진위 여부를 가리기 위한 연구는 활발히 진행되지 않는 것으로 보인다. 진술과 관련이 있는 몇 가지 뇌파를 이용한 숨김정보검사에 관한 선행 연구들을 살펴보면 자백 혹은 자백과 비슷한 상황과 관련된 연구들을 확인할 수 있다. Matsuda와 Nittono(2018)는 실험 참가자들에게 모의 범죄와 관련이 있는 사진이 들어있는 봉투 다섯 개와 빈 봉투 한 개를 제시하고 그 중 하나를 뽑게 하여 봉투 안에 들어있는 조건에 따라 미션을 수행할 것을 지시했다. 하지만 사전에 연구자에 의해 범죄 관련 사진이 역균형화되어 여섯 개의 봉투에는 모두 같은 사진이 들어있도록 조작되었으며 모든 참가자는 네 가지 조건을 모두 차례로 수행해야 했다. 네 가지 조건은 각각 범죄 관련 정보를 알고 있는지 혹은 이를 숨기려는 의도가 있는지에 따라 숨김(conceal), 밝힘(reveal), 노출(exposed), 무죄(innocent)조건으로 나누어졌다. 숨김조건은 모의 범죄의 범인으로서 범죄 관련 정보를 알고 있지만 이를 검사자에게 들리지 않도록 해야하며 뇌파 검사가 진행되는 동안 침착함을 유지하고 범죄와 관련된 정보가 담긴 사진을 보더라도 다른 뇌의 활동을 보이지 않도록 노력해야 한다. 밝힘조건은 모의 범죄의 증인으로서 범죄 관련 정보를 알고 있고 이를 뇌파 검사가 진행되는 동안 검사자에게 알려줄 수 있도록 노력해야 하는 조건이다. 노출조건은 모의범죄의 범인이지만 자백을 함으로써 검사자에게 범죄 관련 정보를 솔직하게 이야기하고 이미 자백을 했으므로 뇌파 검사가 진행되는 동안 범죄 정보를 숨기거나 혹은 알려주기 위해 부가적인 노력을 하지 않아도 되는 조건이다. 마지막으로 무죄조건은 범죄와 아무 관련이 없으며 범죄 관련 정보를 가지고 있지 않고 뇌파 검사가 진행되는 동안 그저 사진을 주의 깊게 보기만 하면 되는 조건이다.

이들은 ERP 요인으로 P300 이외에도 N200과 frontal negative slow wave에 대해 분석을 실시했는데, N200은 자극 제시 후 약 200-300ms 후에 나타나는 음전위로 전두중심부위 전극에서 관찰되며 반응 모니터링(response monitoring) (Gamer & Berti, 2010)과 주의(attention) (Matsuda, Nittono, Hirota, Ogawa, & Takasawa, 2009)에 관련있는 것으로 보고되고 있다. 또한 frontal negative slow wave는 숨기려는 의도가 있을 때 자극 제시 후 약 500-1000ms에 후두부위 전극에서 나타나는 양전위인 late positive potential(LPP)와 동시에 전두부위 전극에서 나타나는 음전위를 말하며 특히 우반구 전전두영역에서 생성된다(Matsuda & Nittono, 2018). 먼저 P300에 대한 결과를 보면 두정 부위 전극에서 무죄조건을 제외한 나머지 숨김, 밝힘, 노출조건에서 무관련자극보다 범죄관련자극에서 더 큰 P300 진폭

이 나타났다. 특히 밝힘조건에서 가장 높은 P300 진폭이 나타났고, 숨김조건과 노출조건 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. N200은 전두 부위 전극에서 숨김조건과 밝힘조건에서만 무관련자극이 범죄관련자극보다 더 큰 진폭이 나타났고, 노출과 무죄조건에서는 범죄관련자극과 무관련자극 간 N200 진폭의 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 또한 frontal negative slow wave의 경우 우측 전두 부위 전극에서 숨김과 밝힘조건에 대해 범죄관련자극이 무관련자극보다 더 큰 진폭을 보였다. 특히 숨김조건에서의 좌측 전두 부위 전극에서는 이러한 차이가 나타나지 않았지만 밝힘조건에서는 오히려 우측 전두 부위 전극보다 좌측 전두 부위 전극에서 범죄관련자극과 무관련자극 간의 진폭 차이가 나타났다. 즉 숨김조건에서는 범죄관련자극에 대해 좌측 전두전극 부위가 더 크게 활성화되었고 밝힘조건에서는 범죄관련자극에 대해 우측 전두전극 부위가 더 크게 활성화되었다.

이와 같은 연구 결과는 카드 뽑기 과제를 진행하여 선택한 카드를 들리지 않도록 해야 하는 숨김(conceal), 선택한 카드를 연구자에게 알리기 위해 뇌의 활동을 증가시키는 노력을 해야 하는 알림(transmit), 뇌파 검사 전 선택한 카드를 연구자에게 보여주고 숨기려는 동기를 상쇄시키는 공개(no secret), 아무런 지시 없이 진행하는 통제(control) 조건으로 진행한 선행연구와도 어느정도 일치한다(Kubo & Nittono, 2009). 이 연구 결과에 따르면 숨김과 알림조건에서 선택한 카드에 대해 더 큰 P300 진폭이 나타났고 특히 알림조건에서 선택한 카드에 대한 P300 진폭이 다른 세 조건보다 크게 나타났다. 그들은 이러한 결과를 토대로 선택한 카드에서 P300 진폭이 더 크게 나타나는 것이 거짓말과 관련된 처리 과정을 반영하는 것이 아니라 보다 일반적이고 부가적인 처리에 의해 중요도가 증가하면서 나타나는 것이라고 주장했다.

P300 요인에 대한 두 연구 간의 차이는 연구자에게 자신의 정보를 공개함으로써 숨기려는 의도를 상쇄시킨다는 조건의 노출과 공개조건에서 나타났는데, Matsuda와 Nittono의 노출조건에서는 관련자극과 무관련자극 간의 P300 진폭 차이가 나타난 반면에 Kubo와 Nittono의 공개조건에서는 두 자극 간의 차이가 나타나지 않았다. 두 연구에서 밝힘 혹은 노출조건, 알림 혹은 공개조건들은 자백과 상황적으로 유사한 부분이 있으나 일관되지 않은 결과는 향후 추가적인 연구가 필요함을 보여준다.

P300-기반 숨김정보검사는 피험자가 범죄와 관련된 정보를 보유하고 있는가를 통해 유/무죄를 판별하기 때문에 구체적인 물적 증거가 확보되었을 때에만 검사가 가능하다는 한계점이 있다. 따라서 최근 범죄가 점차 지능화, 조직화, 첨단

화의 형태로 진화해가며 피의자들이 증거를 인멸하여 물적 증거의 확보가 어려운 사건들이 증가하고 있기 때문에 구체적인 물적 증거 없이도 피의자의 진술을 이용하여 검사할 수 있는 뇌파 분석 기법 개발이 필요하다. 구체적인 물적 증거가 없는 사건에서 스스로 범죄를 자백하는 경우도 있지만 특히 피의자가 고의로 증거를 인멸한 경우 대부분의 피의자들은 자신의 범죄 행위를 부인하거나 축소하기 위해 사고로 문제 행위가 발생하였다고 허위주장을 할 가능성이 높다. 따라서 이를 극복하기 위해 물적 증거 없이 피의자가 진술하는 내용과 실제 범죄와 관련 있을 것으로 예상되는 자극들로 구성된 숨김정보검사를 실시함과 동시에 허위 진술을 탐지해내고 자백의 신빙성을 확인하는 피의자 진술의 진위 여부를 구별할 수 있는지에 관한 연구가 진행될 필요가 있다.

이에 본 연구는 피의자의 진술 내용으로 자극을 구성하여 문장을 자극재료로 하는 P300-기반 숨김정보검사를 실시하고 핵심 범죄 정보를 담고 있는 자극의 P300 요인이 피의자 진술의 진위 여부를 구별할 수 있는지 알아보려고 하였다. 본 연구에서는 ‘무엇을’이 아닌 ‘누가’에 해당하는 주어를 핵심 범죄 정보로 사용하였으며 P300-기반 숨김정보검사에서 제시되는 문장은 목적어/주어/서술어 순서로 완성된 형태를 사용하였다. 또한 탐침자극에 대한 P300 진폭은 피험자에게 의미있는 정보이기 때문에 탐침자극이 제시되면 다른 자극보다 더 많은 주의를 주어 처리하기 때문에 높은 P300이 나타난다. 하지만 피험자가 허위주장을 하여 의도적으로 다른 자극을 스스로에게 중요한 정보로 만들고 주의를 주고자 한다면 마찬가지로 높은 P300이 나타날 가능성이 있다. 따라서 단순히 범죄 사실을 부인하는 조건 뿐만 아니라 부인과 동시에 다른 사람을 의심하도록 거짓말을 하게 하는 허위 주장 조건을 추가하여 숨김정보검사를 실시하였다. 피험자에게 진실, 자백, 부인, 허위주장 네 가지 조건 중 하나의 진술을 실시하도록 하고 숨기고자 하는 범죄정보에서 허위주장정보보다 P300 진폭이 크게 나타나는지 확인해보고 범죄 행위와 진술이 일치하는 자백 상황에서의 P300 진폭을 분석해보고자 한다.

방 법

실험참가자

본 연구는 경기대학교 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board of the Kyonggi University)의 심의와 승인(IRB No: KGU-20210527-HR-071-03)을 거쳐 진행되었다. 실험참가자는 경기도 소재 대학교에서 심리학과 관련된

교양 강의를 수강하는 남녀 대학생으로 자발적으로 실험 참가를 희망하는 학생들을 모집하여 실험을 진행하였다. 참가자들은 뇌파 검사 전 온라인 설문 검사를 통해 신경학적 및 신체적 손상 여부와 정신적 상태를 확인하고 알코올이나 약물 남용으로 인한 병력이 없는 사람들로 구성되었다. 참가자들은 모두 오른손잡이였으며 정상 시력이거나 교정 시력이 정상이었다. 참가자들은 18-26세의 남자 37명, 여자 58명이 참여하였다. 95명의 참가자들은 실험 조건에 따라 무죄-진실집단(Innocent-True, I-T) 22명, 유죄-자백집단(Guilty-Confess, G-C) 24명, 유죄-부인집단(Guilty-Deny, G-D) 24명, 유죄-허위주장집단(Guilty-False statement, G-F) 25명으로 각 집단에 무선적으로 할당되었다.

또한 검사 결과에 영향을 줄 수 있는 참가자의 정신적인 상태 및 거짓말과 연관된 성격 요인을 측정하기 위해 자기 보고검사를 실시하였다. 자기보고검사는 우울을 평가하는 한국판 Beck Depression Inventory(BDI, Lee & Song, 1991), 불안을 평가하기 위한 한국판 Beck Anxiety Inventory(BAI, Kwon, 1997), 대인관계에서 외부 단서를 감시하고 그에 맞춰 반응하는 성격 요인을 측정하기 위한 자기-감시 척도(Self-monitoring Scale; SMS, Snyder, 1974), 본인의 이익을 위해 타인을 조종하는 냉담한 성격특성을 측정하는 마키아벨리즘 성격검사 (MACH-IV, Christie & Geis, 2013), 자신의 모범적인 모습을 부각시키려는 태도를 측정하는 미네소타 다면적 인성검사-2(Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2; MMPI-2)의 L척도(Kim et al., 1994)로 구성되었다.

모의범죄상황 연출

참가자는 사전에 정해진 일시에 지정된 강의실로 방문하도록 하였고, 날짜와 시간을 정하는 과정에서 본 실험은 여섯 명이 한 조로 이루어지며 두 명씩 진행된다고 미리 안내하여 또 다른 실험 참가자로 위장한 실험 도우미가 강의실에 대기하고 있었다. 이는 본 연구에서 실험 참가자들의 가상의 이름(알파벳)을 탐침 자극으로 사용하기 때문에 자극 구성을 위해서는 최소 여섯 명의 이름을 필요로 하여 이루어진 처치였다. 실험 진행자는 참가자에게 실험의 목적과 절차 및 실험 참가비에 대한 안내문을 읽게 하고 간략하게 내용을 설명한 뒤 참가자가 실험 내용을 이해하고 자발적으로 실험에 참여한다는 내용의 동의서에 서명하도록 하였다. 이 과정에서 뇌파 검사 결과에 따라 실험 참가비가 차등 지급될 수 있으며 본인의 미션 수행 내용에 대해 다른 사람에게 발설할 경우 불성실 참가자로 분류되어 불이익이 있을 수 있다는 점을

강조하였다. 이러한 처치는 실제 범죄 현장의 상황을 재현하기 위한 것으로 참가자가 자신의 미션에 좀 더 몰입하여 미션 내용을 성실히 수행하도록 하기 위함이었다. 하지만 실제로는 참가비를 차등적으로 지급하지는 않았으며 모든 과정에 참여한 참가자들은 동일한 참가비를 지급받았다. 실험 참가자는 연구 보상 차등 지급에 대한 설명을 들은 후 반드시 이에 동의하는 경우에만 동의서를 작성하도록 하였다.

먼저 실험 진행자는 실험 진행 안내문을 보여주면서 본 연구는 크게 1, 2차 미션과 뇌파 검사로 이루어져 있고 실험 순서는 1차 미션을 수행한 후 2차 미션을 뽑고 나서 면담과 뇌파 검사를 진행한다고 설명하였다. 이후 실험 참가자들의 이름으로 'A'부터 'F'까지의 알파벳이 적힌 이름표 중 한 개를 참가자가 임의로 뽑도록 하였는데, 사실 참가자의 알파벳 이름은 연구자에 의해 사전에 결정되어 있었으며 실제로는 실험 도우미가 뽑은 이름표 하나 이외에는 모두 동일한 알파벳이 적혀있었고 실험 도우미는 미리 지정된 이름표를 선택하여 참가자와 다른 알파벳을 뽑았다. 실험 참가자들의 실제 이름 대신 알파벳을 사용한 이유는 참가자들의 이름은 범죄와 관련이 없어도 그 자체로 본인에게 중요한 정보로 인식될 가능성이 있어 이를 배제하기 위함이었다. 이후 참가자와 실험 도우미는 자신이 뽑은 알파벳 이름표를 목에 건 채로 실험을 진행하였으며 실험 진행자는 두 참가자의 알파벳을 불러주며 본인의 알파벳 이름을 한 번 더 상기시켜 주었고, 이후부터는 참가자들의 이름을 주어진 알파벳으로만 부르도록 하였다.

본 실험의 참가자는 차례로 두 가지의 미션을 수행해야 했는데 첫 번째는 모의범죄미션으로 조건에 따라 유죄 혹은 무죄 미션을 수행해야 하며 어떤 미션을 하게 될지는 제비뽑기를 통해 결정되고 여섯 명의 참가자 중 단 한 명만 유죄 미션을 수행하게 된다고 설명하였다. 이후 실험 참가자에게 유죄 미션지와 무죄 미션지가 들어있는 봉투들 중 하나를 자발적으로 선택하도록 했지만 참가자의 미션 내용은 사전에 연구자에 의해 각 조건에 무선할당 되어있었고 모든 봉투에는 동일한 행동지시문이 들어있었다. 참가자는 실험 진행자와 다른 참가자가 보지 못하도록 혼자서 행동지시문을 읽고 진행자의 안내에 따라 차례대로 미션을 수행한 후 다시 되돌아오도록 했으며 실험이 모두 끝날 때까지 본인이 수행한 시나리오 내용에 대해 비밀을 유지하도록 하였다. 무죄 미션은 박스, 리본, 스티핑지, 카드, 펜, 쇼핑백 등 미리 준비된 선물 포장 재료들로 시계가 들어있는 선물 상자를 큰 상자에 담아 포장하는 미션이었다. 유죄 미션은 무죄 미션과 동일하게 진행되나 추가적으로 선물을 포장하는 과정에서 선물 상자를

열어 시계를 훔쳐야 했고 미션 진행 과정을 뇌파 검사자가 CCTV로 확인하고 있으니 CCTV에 훔치는 장면이 노출되지 않도록 주의해야 한다고 설명했다.

이후 실험 진행자는 2차 미션 실험 진행 안내문을 보여주면서 진술 미션에 대해 설명하였다. 진술 미션은 진실 진술, 거짓 진술, 허위주장 진술 조건으로 구성되며 역시 제비뽑기를 통해 결정되었다. 진실 진술 조건은 뇌파 검사 전 이뤄지는 면담 과정에서 자신이 수행한 모의범죄 미션 내용을 검사자에게 있는 그대로 진술하고 자신의 결백 혹은 자백 사실을 검사자가 인정할 수 있도록 노력해야 한다고 안내하였다. 거짓 진술 조건은 자신의 모의범죄 미션 내용을 사실과 반대로 진술하고 검사자에게 시계를 훔쳤다는 사실을 들리지 않도록 노력해야 한다고 설명하였다. 마지막 허위주장 진술 조건은 자신과 함께 실험을 진행한 다른 참가자가 시계를 훔쳤다고 포함하여 당신이 아닌 다른 참가자가 시계를 훔쳤다고 검사자가 믿을 수 있도록 노력해야 한다고 설명하였다. 실험 진행자는 참가자에게 각 조건에 대해 충분히 설명을 한 후 미션을 성공할 경우 참가비에 인센티브가 지급될 것이라고 설명하고 참가자가 미션 내용을 제대로 이해하고 있는지 확인한 후 실험 참가자를 뇌파 검사실로 안내했다.

뇌파 검사 전 면담에서는 피검사자의 일상적인 의사소통 능력, 약물 복용, 정신과 병력, 뇌 외상 여부, 신체적 이상 등을 확인하였으며, 구조화된 면담 형식으로 모든 참가자에게 동일한 방식으로 진행되었다. 이후 모든 실험 참가자에게 모의 범죄 상황에 대한 자유 진술을 하게 하였고 무죄-진실, 유죄-부인 집단에게는 시계를 훔치지 않았다는 확인을 받았으며 유죄-자백 집단에게는 시계를 본인이 훔쳤다는 확인을 받고 유죄-허위주장 집단에게는 시계를 다른 참가자가 훔친 것 같다는 확인을 받은 뒤 앞서 진술한 내용을 자필로 적은 진술서를 받았다. 이후 검사자는 참가자에게 숨김정보검사의 원리에 대해 간략히 설명하고 뇌파 검사를 진행하였다.

모든 실험이 끝난 후 참가자가 미션을 성실히 수행하고 알파벳 이름 및 미션 내용을 제대로 기억하고 있는지를 확인하기 위해 기억 검사를 실시하였고, 본인이 생각하기에 자신이 거짓말을 수행한 정도를 1부터 100까지의 숫자로 표시하도록 하였다. 모든 실험 절차가 끝난 후 참가자에게 본 실험의 목적에 대한 사후 설명을 실시하였고, 본 연구 내용에 대해 비밀을 유지해야 하며 이를 어길 시 불이익을 받을 수 있음을 재차 강조하였다.

자극 구성과 과제

본 연구에서는 자극으로 목적어-주어-서술어 형태로 이루어

진 문장을 사용하였으며 주어에 따라 5개의 유형(목표 문장, 탐침 문장, 무관련 문장, 허위 주장 문장, filler 문장)의 문장이 사용되었다. 그 중 서술어가 변경되는 filler 문장을 제외한 나머지 문장에서는 주어만 각각 다르게 제시되었다. 먼저 목표 문장은 목표 자극(알파벳 Z)이 주어로 나타나는 문장으로 검사 수행 전 미리 참가자에게 본 자극이 나올 경우에는 문장이 끝난 후 다른 버튼을 누르라고 안내하였다. 그 외에도 유죄 미션을 수행한 참가자의 알파벳이 포함되어 있는 탐침(probe) 문장, 참가자 자신을 제외한 다른 참가자들의 알파벳이 포함되어 있는 무관련(irrelevant) 문장, 함께 실험에 참가한 실험 도우미의 알파벳이 포함되어 있는 허위주장(false statement) 문장, 실험 참가자들의 뇌파 검사에 대한 집중도를 높이고 자극에 능동적인 반응을 유도하기 위해 서술어만 “훔쳤습니까?”를 “보았습니까?”로 변형하여 구성된 filler 문장이 사용되었다.

본 실험은 총 7개의 블록으로 구성되어 있으며 하나의 블록에는 자극 유형에 따라 목표문장, 탐침문장, 네 개의 무관련문장, 허위주장문장이 각각 10회씩 반복되었으며 각 자극 유형에 대해 서술어만 다른 filler문장은 1회씩 반복되었다. 모든 유형의 문장들은 블록 내에서 무작위로 배열되었으며 모든 참가자들에게 한 개의 블록에서 총 77개의 문장이 제시되었다. 자극 제시 시간은 목적어, 주어, 서술어가 모두 500ms이었으며 각 자극 간의 간격은 500-1500ms이었다. 또한 문장 간의 시간 간격은 2500ms이었다. 참가자에게는 한 문장이 끝나면 자극 유형에 따라 각각 다른 버튼을 누르도록 지시했는데 목표문장에서는 오른손 검지로 키보드의 ‘J’

버튼, 목표문장을 제외한 다른 문장에서는 왼손 검지로 키보드의 ‘F’버튼을 누르도록 하였고 filler 문장에서는 아무 버튼도 누르지 말 것을 지시하였다. 또한 뇌파 데이터를 보다 원활하게 획득하기 위해 사건관련전위 분석 구간인 이름 구간에서는 눈을 최대한 깜빡이지 않고 문장이 모두 끝난 뒤 버튼을 누르고 나서 눈을 깜빡일 것을 요청하였다. 자극은 컴퓨터 모니터를 통해 검은 배경에 흰색 글씨로 제시되었으며 모니터 화면과 참가자와의 거리를 1m 간격으로 유지하였다. 자극의 수평 시각도(horizontal visual angle)는 6.68° - 12.61° 이었고, 수직 시각도(vertical visual angle)는 2.29° 이었다. 또한 본 검사를 실시하기 전 연습시행을 실시하여 참가자로 하여금 충분히 과제를 이해하도록 하였다.

뇌파측정절차

뇌파는 Quick-cap system(Neuroscan, Charlotte, NC, USA)과 Scan version 4.3.1(Neurosoft Inc., USA)를 사용하여 64개의 채널을 통해 측정하였다. 뇌파를 측정하는 동안 실험실은 소음을 최소화하고 절연을 최대한으로 유지하였다. 기준전극(reference electrode)은 좌, 우 귀 뒤의 유돌기(mastoid process)에 부착하였다. 눈 깜빡거림은 먼저 눈의 수직적인 움직임을 관찰하기 위해 왼쪽 눈썹 약 2mm 위에 (+) 전극을 붙이고 눈 아래 약 10mm 위치에 (-) 전극을 부착하여 전위(vertical electrooculogram, vEOG)를 측정하였다. 또한 눈 양옆 약 10mm 위치에 전극을 붙여 전위(horizontal electrooculogram, hEOG)를 측정해 눈의 수평

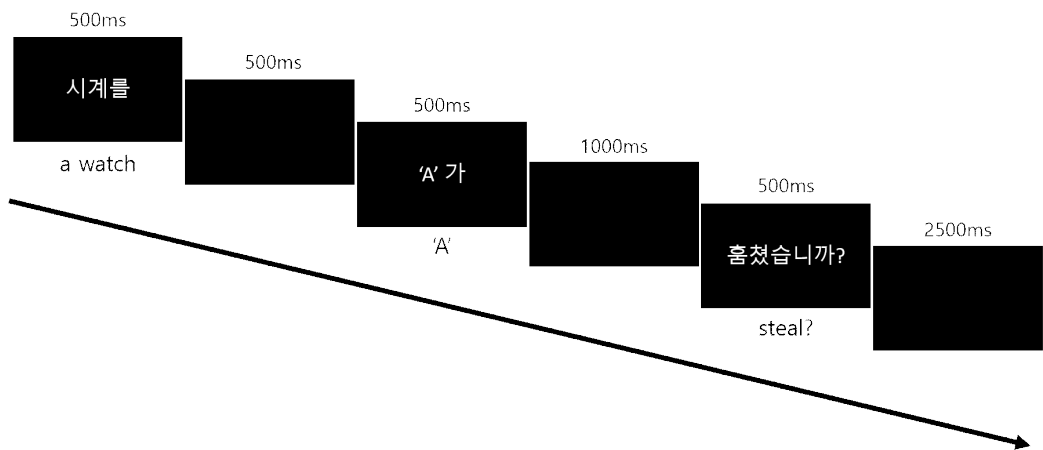


Figure 1. The structure of each trial. Each sentence element was presented separately in Korean. In the task, the first element (“a watch”) was shown for 500ms. Then, the second element was varied across stimuli (“A”, “B”, “C”, “D”, “E”, “F”, “Z”). And that was randomly shown for 500ms after 500ms blank. The last element (“steal?”) was shown for 500ms after 1000ms blank, and the sentence meant “Did ‘A’ steal a watch?” in English. All participants were instructed to press the ‘J’ button in response to a target sentence and the ‘F’ button in response to all other sentences except filler sentence as soon as the last word presented on the screen.

적인 움직임에 관찰하였다. 전극저항은 10k Ω 이하를 유지하였고 실험 시 0.05-100Hz에서 연속적으로 뇌파를 측정하였으며 표본율은 1000Hz였다. 뇌파 측정이 끝난 후 뇌파 데이터의 전처리에는 CURRY 7(Compumedics USA, Charlotte, NC, USA)를 사용하여 실시하였다. 뇌파는 0.1-100Hz band-pass 필터를 적용하여 여과되었으며 필터 종류에는 Hann FIR 필터가 사용되었고, 필터 전이영역(transition zone)의 기울기는 high-pass cutoff(0.1Hz)는 0.2Hz, low-pass cutoff(100Hz)는 20Hz였다. 몸의 움직임 등으로 인한 큰 잡음은 육안으로 확인하여 모두 제거하였고, vEOG와 hEOG에서 눈의 움직임으로 인한 잡음은 전처리 프로그램의 standard correction 알고리즘을 사용하여 공분산(covariance)를 이용한 보정법으로 교정하였다(Semlitsch, Anderer, Schuster, & Presslich, 1986). 이후 뇌파는 자극 제시 전 200ms에서 자극 제시 후 1500ms까지의 구간으로 나누어졌으며 자극 제시 전 200ms 구간은 기저선(baseline) 보정에 사용되었다. 잡음(artifact)이 포함되어 진폭이 $\pm 75\mu V$ 를 넘는 시행을 제외한 후에 자극 제시 조건에 따라 모든 시행을 평균하여 사건관련전위를 구하였다. 이 후 데이터 시각화와 추가 분석을 위해 뇌파 데이터는 250Hz로 재표집되었다.

이름(주어) 자극의 P300 진폭은 Soskins 등(2001)이 추천한 Peak to Peak 방법을 통해 구하였다. 먼저 두정중심부위 전극(Pz)에서 측정된 개인별 평균 사건 관련 전위를 4ms씩 이동하며 100ms 구간마다 진폭의 평균을 구하였다. 그리고 자극 제시 후 350~800ms에서의 최고값을 구하고, 최고값이 나타난 지점 이후부터 1500ms에서의 최저값을 찾은 후 이 두 개의 정점의 차이 값의 진폭을 P300 진폭값으로 사용하였다.

자료 분석

네 집단의 인구통계학적인 특성과 자기보고검사에 대한 결과를 통계적으로 비교하기 위해 성별에 대해서는 카이제곱 검증을 실시하고 성별 이외의 척도들에 대해서는 정규성 검정을 실시한 후 정규분포를 따르지 않아 비모수 검정인 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다. 실험 시 눈 깜빡임, 소음, 몸 움직임 등으로 인한 잡음이 발생해 전체 시행(sweep) 수 중 약 55% 정도가 잡음으로 충분한 시행 수가 확보되지 않은 23명의 데이터는 분석에서 제외하였다. 또한 4명의 행동 데이터에서 오류가 발생하여 분석에서 제외되었다. 최종적으로 65명(무죄-진실집단: 17명, 유죄-자백집단: 16명, 유죄-부인집단: 16명, 유죄-허위주장집단: 16명)의 데이터가

분석에 사용되었다. 또한 최종 분석에 사용된 데이터의 개인별 평균 시행수는 목표자극: 60.3 (SD=11.67), 탐침자극: 61.3 (SD=10.99), 허위주장자극: 60.8 (SD=10.85), 무관련자극: 243.7 (SD=40.61)이었다.

과제 수행의 반응 정확도와 반응 시간에 대해서 자극 유형(목표자극, 탐침자극, 허위주장자극, 무관련자극)을 집단 내 요인(within subject factor)으로 하고, 진술 조건(진실, 자백, 부인, 허위주장)을 집단 간 요인(between subject factor)으로 하는 반복측정 변량분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 주어의 사건관련전위 데이터에 대해 자극 유형(탐침자극, 허위주장자극, 무관련자극)을 집단 내 요인으로, 진술 조건(진실, 자백, 부인, 허위주장)을 집단 간 요인으로 하는 3(자극 유형) x 4(진술 조건) 반복측정 변량분석을 실시하였다. 통계분석 결과의 자유도는 구형성이 가정된 자유도로 기술하고 유의도는 반복측정으로 의한 1종 오류를 감소시키기 위해 Greenhouse-Geisser correction(Greenhouse & Geisser, 1959)으로 교정된 p 값을 적용하였다. 목표자극은 뇌파 검사가 진행되는 동안 피험자가 특정한 반응을 하게 하여 주의를 집중시키기 때문에 높은 P300을 유발시키게 되고 이를 통해 피험자의 범피관전자극에 대한 예상 반응 수준을 예측할 수 있게 한다(Farwell & Donchin, 1991). 따라서 목표자극은 유죄지식을 탐지하는데 전형적으로 사용되지 않기 때문에 본 연구에서는 목표자극에 대한 P300 여부를 살펴본 후 사건관련전위에 대한 통계분석에서는 제외하였다.

결 과

인구통계학적 자료

무죄-진실집단, 유죄-자백집단, 유죄-부인집단, 유죄-허위주장집단의 인구통계학적 특성과 본 연구에서 실시한 자기보고 심리검사의 분석 결과는 다음과 같다(표 1). 먼저 네 집단의 성별에 대해 카이제곱 검증을 실시한 결과 집단간 성별 비율에서 차이가 나타났다($\chi^2=.735, p<.05$). 네 집단의 연령, 교육년수, 사회·경제적 지위, 부모의 사회·경제적 지위의 인구통계학적 특성에 대해 정규성 검정을 실시한 결과 정규 분포를 따르지 않는 것을 확인하였다. 따라서 비모수 검정인 Kruskal-Wallis 검정을 실시한 결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 또한 본 연구에서 실시한 심리 검사 결과에 대해 정규성 검정을 실시하고 정규 분포를 따르지 않음을 확인하여 Kruskal-Wallis 검정을 실시한 결과 Beck의 우울 척도, Beck의 불안 척도, 마키아벨리즘 성격검사, 자기 감시 척도에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지

Table 1. Demographic information in innocent-true, guilty-confess, guilty-deny, guilty-false statement group

	Innocent-True (n=17)	Guilty-Confess (n=16)	Guilty-Deny (n=16)	Guilty-False statement (n=16)
Gender (male / female)	10 / 7	5 / 11	4 / 12	2 / 14
Age	19.12 (1.58)	19.25 (1.34)	18.50 (0.52)	19.56 (1.55)
Education level	13.12 (0.60)	13.19 (0.66)	13.06 (0.25)	13.63 (1.03)
SES	2.53 (0.63)	2.75 (0.58)	2.63 (0.81)	2.69 (0.48)
Parental SES	2.12 (0.70)	2.63 (0.72)	2.19 (0.54)	2.44 (1.15)
BAI	3.94 (4.21)	4.06 (3.45)	5.06 (4.71)	3.19 (2.90)
BDI	4.47 (3.57)	3.94 (3.99)	6.06 (3.64)	4.69 (4.39)
MMPI-2_L	4.82 (1.98)	4.31 (1.78)	3.13 (2.25)	3.88 (1.36)
MACH-IV	66.00 (6.96)	67.31 (9.07)	72.56 (7.56)	67.81 (7.16)
SMS	12.18 (3.11)	11.19 (2.76)	13.44 (2.39)	11.94 (2.35)

Standard deviations in parentheses; SES: Social-economic Score; BAI: Beck Anxiety Inventory; BDI: Beck Depression Inventory; MMPI-2_L: Lie scale of Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2; MACH-IV: Machiavellianism IVscale; SMS: Self-monitoring Scale.

않았다. 하지만 다면적 인성검사의 Lie 척도에서는 차이가 나타났고($p < .05$), 사후검정을 실시한 결과 유죄-부인집단이 무죄-진실집단보다 다면적 인성검사의 Lie 척도 점수가 다소 낮게 나타났다($p < .01$). 하지만 다면적 인성검사의 Lie 척도 점수가 네 집단 모두 비정상적인 수준을 보이지는 않았다. 따라서 네 집단에서 성별과 다면적 인성검사의 Lie척도를 제외한 인구통계학적 특성과 심리적 요인에 큰 차이가 나타나지 않았다.

행동반응결과

그림 2는 무죄-진실집단, 유죄-자백집단, 유죄-부인집단, 유죄-허위주장집단의 자극 유형에 대한 반응 정확도와 평균 정반응시간을 제시한 것이다. 네 집단의 자극 유형에 대한 반응 정확도와 평균 정반응시간을 반복측정 변량분석을 이용해 분석한 결과, 반응 정확도와 평균 정반응시간에서 자극 유형에 대한 주효과가 나타났다 [$F(3,183)=15.92, p < .001$; $F(3,183)=13.78, p < .001$]. 반응 정확도에 대한 사후분석 결과 목표문장(97.93%)이 다른 세 유형의 문장들(탐침: 99.43%, 허위주장: 99.36%, 무관련: 99.51%)보다 정확도가 낮은 것으로 나타났고(all $p < .001$), 평균 정반응시간에 대한 사후분석 결과에서 목표문장(555ms)이 다른 세 유형의 문장들(탐침: 571ms, 허위주장: 585ms, 무관련: 579ms)보다 반응 시간이 더 빠른 것으로 나타났다($p < .05$; $p < .001$; $p < .001$). 또한 탐침문장이 허위주장문장과 무관련문장보다 반응 시간이 더 빠른 것으로 나타났다($p < .001$; $p < .05$). 이는

자극-반응 갈등으로 인해 목표자극의 정확도가 다른 자극들보다 낮고 반응시간이 더 느린 선행연구들과는 다른 결과인데(Eom, 2021), 이는 패러다임의 차이에 의한 것으로 보인다. 선행연구들에서는 대부분 사진이나 단어를 자극으로 사용하는 반면에 본 연구에서는 문장을 자극으로 제시하여 문장이 모두 끝난 후에 반응을 하도록 지시한다. 문장을 사용한 P300-기반 숨김정보검사에 대한 선행연구들에서 본 연구와 비슷하게 목표문장에서 더 낮은 정확도와 빠른 반응속도를 보인 것으로 보아 선행 연구들과의 반응 패턴 차이는 패러다임의 차이에서 기인한 결과로 보이며 추후 이에 대한 후속 연구가 실시되어야 할 것으로 보인다(Kang & Kim, 2010; Hwang & Kim, 2021). 또한 반응 정확도와 반응 시간에 있어 집단 간 유의미한 차이는 나타나지 않았으며, 이는 네 집단이 큰 차이 없이 과제 수행력을 유지했다는 것을 의미한다.

사건관련전위결과: 주어 자극의 P300 분석 결과

먼저 진술조건 집단에 따른 모든 자극 유형에 대한 주어 성분의 전체 평균 사건관련전위를 두정중심부위(Pz) 전극에서 측정했을 때, 집단에 상관없이 목표자극의 P300 진폭이 다른 세 자극의 P300 진폭보다 크게 나타났다. 이는 Farwell과 Donchin(1991)이 보고한 목표자극의 효과에 대한 결과와 일치하는 것으로 피험자가 목표자극에서 검사자가 지시한 특정 과제를 수행하면서 주의가 집중됨에 따라 높은 P300이 발생한 것을 의미한다.

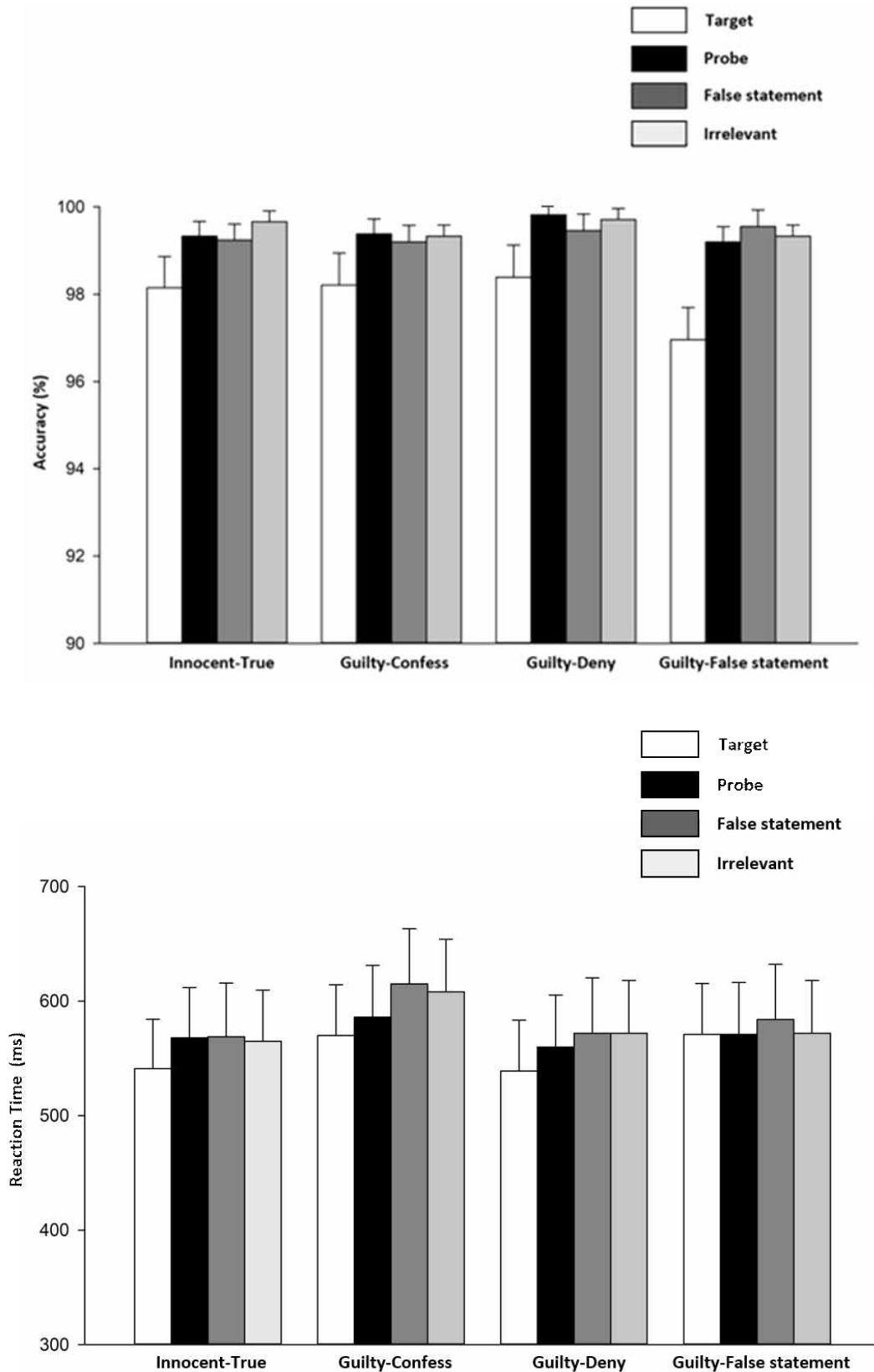


Figure 2. Means and standard errors of the accuracy (top) and reaction time for correct trials (bottom) of 4 stimuli (target, probe, false statement, irrelevant) in innocent-true, guilty-confess, guilty-deny and guilty-false statement group

그림 3은 집단별 주어 성분의 P300 전체 평균 사건관련전위를 두정중심부위 전극에서 측정한 것이다. 무죄-진실집단은 탐침자극, 무관련자극, 허위주장자극 간의 P300 진폭 차이가 나타나지 않았으며 유죄-진실, 유죄-부인, 유죄-허위주장집단에서는 모두 탐침자극이 무관련자극보다 높은 P300 진폭이 나타났다. 유죄-허위주장집단에서는 허위주장자극의 P300 진폭이 무관련자극보다 다소 높게 나타났으나 탐침자극이 허위주장자극보다도 더 높은 P300 진폭을 보였다.

표 2는 이에 대해 진술조건을 집단 간 변인(between subject factor)으로, 자극 유형을 집단 내 변인(within

subject factor)으로 하는 4(진술조건: 진실, 자백, 부인, 허위주장) x 3(자극유형: 탐침자극, 허위주장자극, 무관련자극) 반복측정변량분석(repeated measure ANOVA)을 실시한 결과를 제시하였다. 먼저, 자극 유형에서 주효과 [$F(2,122)=33.20, p<.001$]가 나타났고 이는 자극 유형에 따라 진폭의 크기가 다르게 나타난 것을 반영한다. 자극 유형별 P300 크기를 사후 분석한 결과 탐침자극의 P300 진폭 ($M=9.70, SD=4.71$)은 무관련자극($M=6.93, SD=2.91$)과 허위주장자극($M=7.65, SD=3.03$)에 비해 높게 나타났으며(all $p<.001$), 허위주장자극의 진폭도 무관련자극의 진폭보다 크

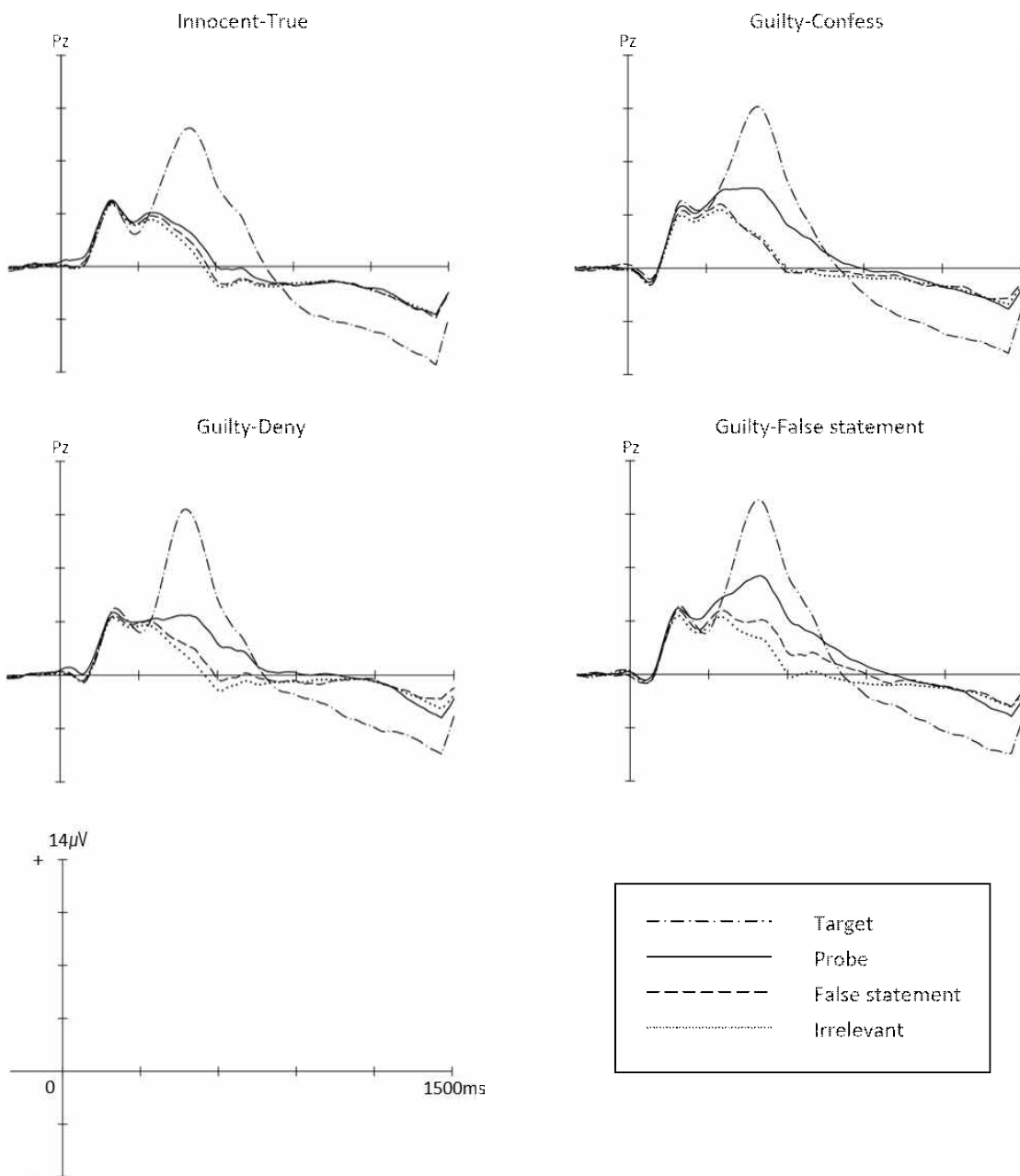


Figure 3. The grand averaged ERP waveforms elicited by target, probe, false statement and irrelevant stimuli for the subject element at Pz site in the I-T, G-C, G-D, G-F conditions; I: Innocent; G: Guilty; C: Confess; D: Deny; F: False statement.

Table 2. Statistical analysis of the P300 amplitude of 3 stimuli (probe, false statement, irrelevant) for the subject element in innocent-true, guilty-confess, guilty-deny, guilty-false statement group using repeated measure ANOVA applied with Greenhouse-Geisser correction

	Effect	df	F
			Amplitude
Subject (Pz)	Group(G)	3, 61	—
	Stimulus(S)	2, 122	33.20***
	G x S	6, 122	2.58*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; —Not significant.

Table 3. Means and standard deviations (in parentheses) of the P300 amplitude of probe, false statement and irrelevant stimuli for the subject element in innocent-true, guilty-confess, guilty-deny and guilty-false statement group.

	Innocent-True	Guilty-Confess	Guilty-Deny	Guilty-False statement
Probe	8.03 (3.55)	9.93 (4.78)	9.51 (4.95)	11.33 (5.28)
False statement	7.70 (3.13)	7.52 (2.32)	6.37 (2.91)	7.09 (3.07)
Irrelevant	7.30 (3.21)	6.95 (2.61)	6.80 (2.93)	8.60 (3.62)

Standard deviations in parentheses.

게 나타났다($p < 0.001$). 또한 진술조건과 자극 유형의 상호작용 [$F(6,122) = 2.58, p < 0.05$]이 나타났는데, 이는 진술조건에 따른 집단 간 자극유형별 P300 진폭의 크기가 다르게 나타난

것을 반영한 결과이다. 따라서 집단 내에서의 자극 간 P300 차이를 검증하기 위해 대응 표본 분석(pairwise comparison)을 실시하였다. 표 3은 각 집단의 자극별 P300 진폭의 평균

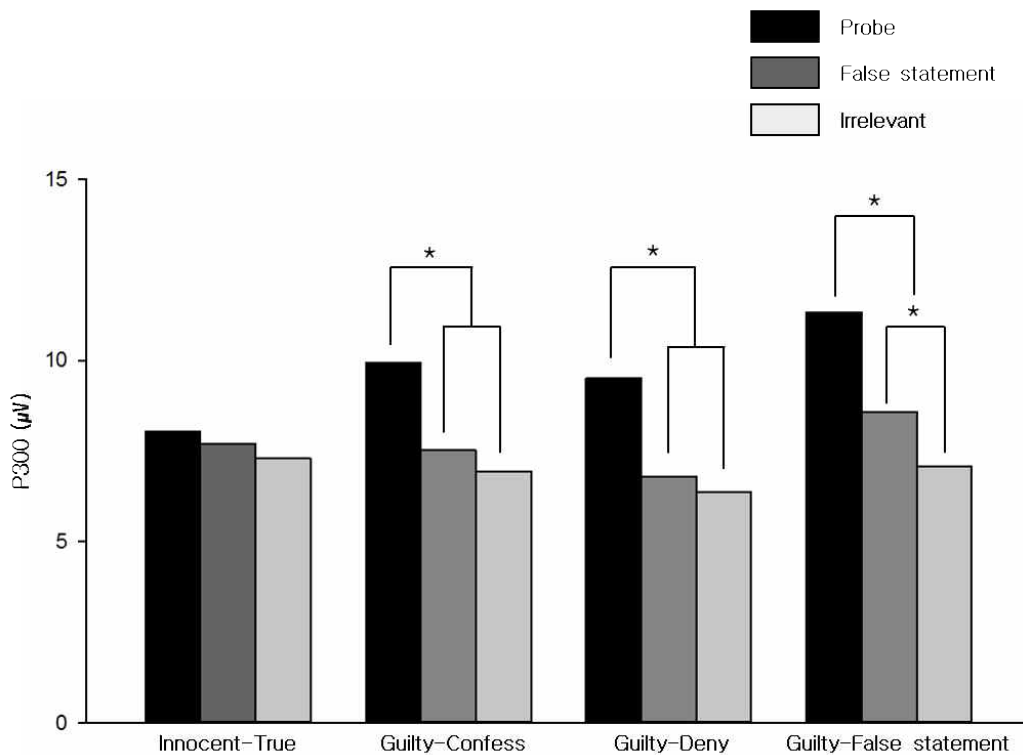


Figure 4. Means of the P300 amplitude of 3 stimuli (probe, false statement, irrelevant) for the subject element in innocent-true, guilty-confess, guilty-deny and guilty-false statement group (* $p < 0.05$).

과 표준편차를 제시하였으며, 그림 4는 각 집단의 자극별 평균 P300 진폭을 제시하고 이에 대한 대응 표본 분석 결과를 나타낸 것이다. 무죄-진실집단의 경우 자극별 P300 진폭에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 유죄-자백집단에서는 탐침자극의 P300 진폭이 허위주장자극과 무관련자극보다 크게 나타났으며 [$t=2.85, p<.05; t=3.85, p<.01$], 유죄-부인집단에서도 탐침자극이 허위주장자극과 무관련자극보다 크게 나타났으며 [$t=2.28, p<.05; t=2.67, p<.05$]. 또한 두 집단 모두 허위주장자극과 무관련자극 간의 P300 진폭에는 차이가 나타나지 않았다. 유죄-허위주장집단에서는 허위주장자극이 무관련자극보다 P300 진폭이 크게 나타났으며 [$t=3.34, p<.01$], 탐침자극이 허위주장자극과 무관련자극보다 P300 진폭이 크

게 나타났으며 [$t=3.48, p<.01; t=5.24, p<.001$].

그림 5와 그림 6은 각각 집단별 두정중심부위 전극에서 측정된 주어 성분의 탐침자극과 무관련자극, 허위주장자극과 무관련자극 간의 진폭 차이와 두피분포도를 나타낸 것이다. 유죄-허위주장집단에서 허위주장자극과 무관련자극간의 P300 진폭 차이가 다른 세 집단에 비해 다소 높긴 하지만 탐침자극과 무관련자극간의 P300 진폭 차이 역시 유죄-자백, 유죄-부인 집단과 비슷하거나 더 높은 수준으로 나타났으며 두피분포도에서도 다른 두 유죄집단과 큰 차이를 보이지 않았다. 즉, 허위주장을 하지 않은 유죄피해자와 마찬가지로 허위주장자극보다 유죄피해자가 숨기고자 하는 탐침자극에서 더 큰 P300 진폭이 나타난다는 것을 보여준다.

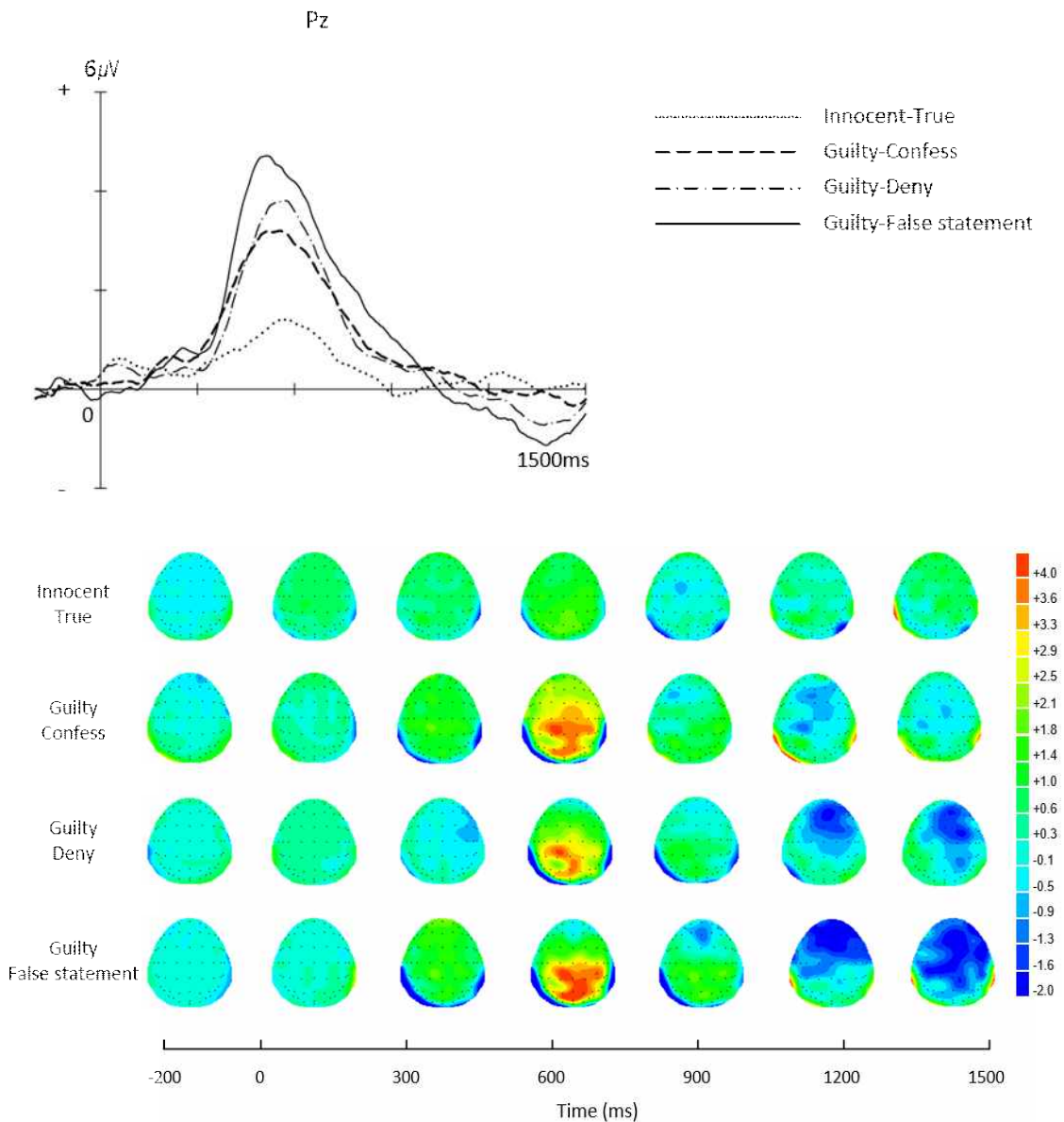


Figure 5. The difference ERP waveforms between the probe and irrelevant stimulus for the subject element at Pz site. And the scalp topographies over time showing ERP differences between the probe and irrelevant stimulus across four conditions.

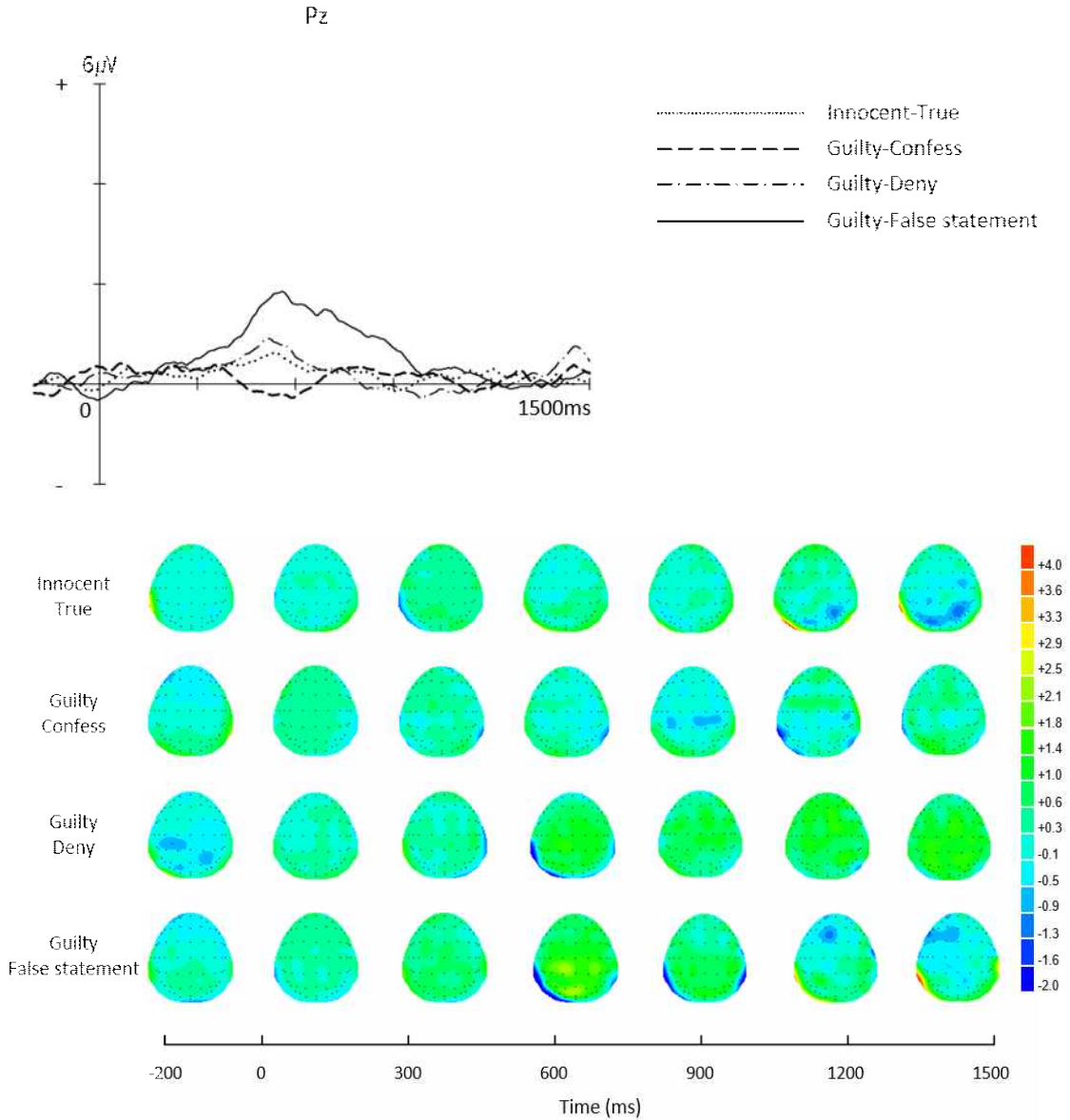


Figure 6. The difference ERP waveforms between the false statement and irrelevant stimulus for the subject element at Pz site. And the scalp topographies over time showing ERP differences between the false statement and irrelevant stimulus across four conditions.

논 의

수사 현장에서 피의자들은 자신의 범죄를 자백하는 경우도 있지만 대다수의 경우는 자신의 범죄 행동을 전면 부인하거나 실제 범죄 행동과 다른 허위진술을 통해 자신들의 범죄 행위를 축소하려는 노력들을 한다. 본 연구는 이러한 수사 상황에서 나타나는 다양한 진술 상황을 모방하기 위해 진술 조건에 따라 허위 주장 조건, 자백 진술 조건, 범죄 부인 조건, 무죄 조건의 4개 조건을 구성하고 그에 대한 뇌파 반응을 살펴보았다. 연구 결과 유죄 미션을 실시하고 자신의 범죄 행동을 부인하는 조건에서는 범죄 행동 자극에서 무관련 자극보다 높은 P300 반응이 나타났다. 반면 어떠한 물건도

흠치지 않은 무죄 조건에서는 모든 자극에서 비슷한 P300 반응이 나타났다. 이러한 결과들은 이전 P300기반 숨김정보 검사 연구 결과와 일치하는 것으로 P300 측정치의 높은 변별력을 보여준다. 보다 흥미로운 결과는 허위주장 조건과 자백 조건에서 나타났다. 실제 범죄 행동과 진술 내용이 불일치하는 유죄-허위주장 조건에서는 숨기고 있는 실제 범죄 행동 관련 탐침자극에서 허위주장 관련 자극과 무관련 자극보다 더 높은 P300 반응이 나타났다. 또한 실제 범죄 행동과 진술 내용이 일치하는 유죄-자백 진술 조건에서는 실제 범죄 행동 관련 탐침자극의 P300 반응이 무관련 자극의 P300 반응보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 뇌파 검사를 통해 허위주장과 실제 범죄 행동을 구분할 수 있을 뿐만 아

나라 자백의 신빙성 확인에도 사용할 수 있음을 보여준다.

본 연구에서 가장 흥미로운 결과는 허위주장자극에 비해 실제 범죄 행동 자극에서 더 높은 P300 반응이 나타났다는 점이다. 사실 허위주장자극도 피검사자가 그 정보를 인지하고 그와 관련된 내용을 주장해야 하는 자극으로 무관련자극에 비해서는 더 높은 자극 중요도를 갖는다. P300 반응과 자극의 중요도(stimulus significance) 또는 주의 할당(attentional allocation) 간의 정적 상관관계를 고려했을 때 허위주장자극에서도 높은 P300 반응이 나타날 수 있음을 예상할 수 있다. 실제 본 연구 결과에서도 유죄-허위 주장 조건에서는 허위 주장 자극의 P300 반응이 무관련 자극의 P300 반응보다도 높게 나타났다. 하지만 허위주장-무관련 자극의 P300 반응 차이는 실제 범죄행동자극-무관련자극의 P300 반응보다 훨씬 적게 나타났으며 실제 범죄 행동 자극과 허위주장자극 간에 P300 반응 차이 역시 통계적으로 유의미하게 나타났다.

이를 설명하는 가장 유력한 가설로는 숨김 의도가 두 자극간의 P300 반응에 영향을 미칠 수 있다는 점이다. Matsuda와 Nittono(2015)은 자백 조건과 숨김 조건에서 숨김정보검사를 실시하고 그 반응 차이를 비교하는 연구를 진행하였다. 그 결과 자백 조건에 비해 범죄 정보를 숨기고 있는 조건에서 더 높은 생체 반응 및 P300 반응을 확인하였다. 뿐만 아니라 Meijer 등(2014)은 이전 숨김정보검사 논문을 메타 분석한 결과 숨김 의도가 숨김정보검사에 영향을 주는 주요한 요인임을 보여주었다. 이러한 숨김 의도를 본 연구에 적용하면 실제 범죄 행동은 피검사자가 의도적으로 숨기고 있는 자극인 반면, 허위주장자극은 지속적으로 드러내고 있는 자극으로 간주할 수 있다. 따라서 두 자극 간의 반응 차이는 실제 범죄 행동 자극에 숨김 의도가 더 많이 반영되고 그에 따라 피검사자가 허위 진술 자극보다 실제 범죄 행동 자극의 중요도를 더 높게 평가하여 나타난 결과일 수 있다.

두 번째 가설은 피검사자의 주의가 허위주장-무관련 자극 구분보다 실제 범죄행동-무관련 자극 구분에 더 많이 할당된 결과일 수 있다. 본 연구에서는 무관련자극, 허위주장자극, 실제 범죄 행동 자극이 순차적으로 무작위로 제시되는 패러다임을 사용하였다. 따라서 피검사자의 주의를 더 중요도가 높은 실제 범죄 행동 자극에 더 많이 집중되기 때문에 그에 대한 영향으로 허위주장자극의 주의를 줄어 들 수 있다. 실제로 이전 연구 결과를 보면 3개 이상의 자극으로 오드볼과제를 수행할 경우 가장 현저한 자극만이 P300 반응이 나타나고 그보다 중요도가 덜한 두 번째 자극의 P300 반응은

빈번한 자극과 비슷한 반응을 보여주었다 (Katayama & Polich, 1998). 비슷한 맥락으로 Rugg 등(1988)은 문장 완성을 통해 깊게 학습된 단어(deeply studied word)와 알파벳 맞추기로 얕게 학습된 자극(shallowly studied word)을 무작위로 순차적으로 제시했을 때 깊게 학습된 자극에서만 P300 반응이 나타나고 얕게 학습된 단어에서는 무관련 자극과 비슷한 정도의 반응이 나타남을 보여주었다. 이러한 점을 고려했을 때 3가지 유형의 자극이 하나의 블록에 같이 제시되는 패러다임에서는 좀 더 자극 중요도가 높은 실제 범죄 행동 자극에 더 많이 주의를 할당되어 허위주장자극과 실제 범죄 행동 자극의 반응 차이가 발생했을 가능성이 높다.

마지막으로 정보의 습득 방법의 차이가 허위주장-실제 범죄 행동의 P300 반응 차이에 영향을 주었을 가능성이 있다. 즉, 실제 범죄 행동 자극은 자기 스스로가 그 알파벳을 뽑고 그 알파벳을 목에 건 채로 모의 범죄를 수행했기 때문에 실제 행동을 통해 그 정보를 저장했다. 하지만 허위 정보는 실험 안내자가 알려준 알파벳을 듣고 기억한 정보이다. 듣거나 책에서 본 정보보다는 실제 행동으로 경험한 정보가 감각 정보들이 더 풍부하기 때문에 더 잘 기억된다는 “enactment effect”를 고려하면(Cohen, 1989) 실제 범죄 행동 자극이 허위주장자극보다는 더 깊게 인코딩 되었을 가능성이 높다. 이러한 인코딩 차이는 또한 숨김정보검사의 반응에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Gamer 등(2010)은 피검사자가 직접 행동하여 인코딩한 핵심 범죄 정보(예, 훔친 물건, 훔친 장소)와 주변 범죄 정보(예, 벽 색깔, 주변 음료수 이름) 간의 생리적 반응 차이를 비교한 연구를 수행하였다. 그 결과 그들은 핵심범죄 정보에서 생리적 반응이 주변 정보보다 더 클 뿐만 아니라 시간이 지난 후에도 핵심범죄 정보에서의 반응은 유지가 되는 것을 관찰하였다. 이러한 점들을 종합해보면 본 연구의 실제 범죄 행동 정보는 허위 주장 정보에 비해 모의 범죄 과정에서 더 깊게 저장되었고 그에 따라 더 큰 P300 반응이 유발되었을 가능성이 있다고 볼 수 있다.

다음으로 주의 깊게 살펴볼 연구 결과는 자백 조건에서의 P300 반응이다. 자백 조건은 유죄 미션을 수행 후 자신의 범죄를 자백하는 조건으로 탐침 자극에서 무관련 자극에 비해 더 높은 P300 반응이 나타났다. 앞선 논의한 바와 같이 이 조건은 사실 숨김 의도가 존재하지 않기 때문에 자극 현저도(stimulus significance)가 부인 조건에 비해서는 낮아 P300 반응이 낮게 나타날 수 있다. 하지만 본 연구 결과에서는 두 조건 모두 탐침 자극에서 비슷한 P300 반응이 나타났다. 이는 기존의 연구 결과와는 다른 결과로 본 연구 설계로는 그 이유를 정확하게 추론할 수는 없지만 전정 효과

(ceiling effect)가 나타났을 가능성을 배제할 수 없다. 즉, 두 조건은 숨김 의도에 있어서는 다르지만 두 조건 모두 직접 경험한 자극이라는 점에서 동일하고 더욱이 두 조건 모두 허위 진술을 하지 않았기 때문에 탐침자극에만 주의 할당이 이루어져 P300 반응이 크게 나타날 수 있다. 이에 대해 좀 더 정확하게 연구하기 위해서는 실제 범죄 행동은 하지 않고 자신의 주장만을 하는 조건을 구성하여 좀 더 면밀히 분석하는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 핵심 범죄 정보를 구체적인 물증이 아닌 피의자의 진술 내용을 바탕으로 하여 P300-기반 숨김정보검사를 실시하고 피의자가 허위주장을 하여 검사를 왜곡하려 했음에도 P300 요인을 활용한 유죄 지식 탐지가 가능한지에 대해 알아보았다. 그 결과 허위주장을 하여 다른 자극에 의도적으로 주의를 주고 왜곡시키려 노력했음에도 불구하고 의지와 상관없이 피험자가 숨기고자 하는 범죄 정보에서 더 높은 P300이 나타나 P300-기반 숨김정보검사가 허위주장을 통한 왜곡 가능성에도 유죄 피험자를 판별해낼 수 있다고 제시한 점에서 의의가 있다. 이는 구체적 물적 증거 없이 피의자 진술로 구성된 P300-기반 숨김정보검사의 타당성을 보여주며 피의자가 의도적으로 숨기고 있는 정보를 제공해 줄 수 있다는 가능성을 보여준다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫 번째는 집단 간 실험 참가자의 남자와 여자의 비율에 차이가 있다는 점이다. 따라서 성별의 차이가 집단 간 뇌파 분석 결과의 차이를 만드는 데 영향을 미치는지 알아보기 위해 각 집단 내 성별에 따른 자극별 P300 진폭 크기를 비교해보았다. 그 결과 유죄-자백, 유죄-부인, 유죄-허위주장 집단에서는 성별에 따른 자극별 P300 진폭 크기에 차이가 나타나지 않았다. 무죄-진실 집단의 경우 각 자극별 P300 진폭의 크기가 남자보다 여자가 더 높은 것으로 나타났으나 어느 한 자극에서만 높은 것이 아닌 모든 자극에서 크게 나타나 성별에 따른 P300 진폭 차이가 무죄-진실 집단 내에서 자극별 P300 진폭 차이를 유발시키지는 않았다. 결과적으로 집단 간 자극별 P300 진폭 차이가 나타난 것에 성별이 큰 영향을 미치지 않은 것으로 보이나 추후 연구에서는 성별 변인을 통제하여 실험을 실시해 볼 필요가 있다.

두 번째는 실험 참가자들의 실제 이름이 아닌 가상의 알파벳 이름을 사용하여 연구를 진행하여 실제 형사사법 현장과는 다소 차이가 존재한다는 점이다. 참가자들의 이름 자체가 참가자에게 특별한 정보를 갖는 자극이기 때문에 이로 인해 높은 P300이 나타날 가능성을 배제하기 위한 처치였으나, 이를 실무에 적용하기 위해서는 실험 참가자들의 실제

이름을 사용했을 때의 결과를 확인해 볼 필요가 있다. 실제 이름을 사용하였을 때 무죄 피험자들에게서 긍정 오류를 발생시킬 가능성도 있으나 유죄 피험자들에게서도 더 높은 탐지율이 나타날 가능성도 있어 추후 연구에서는 실제 이름을 사용하여 숨김정보검사를 실시해 볼 필요가 있다.

세 번째로는 본 연구에서는 유죄-허위주장, 유죄-자백, 유죄-부인, 무죄-진실의 네 집단으로 실험을 진행하였으나 진술 조건에 대한 구체적인 차이를 확인하기 위해서는 무죄-거짓, 무죄-허위주장 집단을 추가하여 여섯 집단의 차이를 확인해 볼 필요가 있다. 일반적으로 사람들은 자신이 저지르지 않은 범죄를 거짓으로 자백할 사람이 있다고 믿기 어려워 하며(Kassin & Wrightsman, 1980), 자신이 죄를 저지르지 않았으나 다른 사람이 범죄를 저질렀다고 모함을 하는 경우는 적기 때문에 본 실험에서는 제외하였으나 범죄 유무와 관계없이 진실, 거짓, 허위주장의 진술 조건 차이를 보는 것도 필요할 것이다.

마지막으로 3-자극 프로토콜을 사용한 P300-기반 CIT는 피험자가 검사를 방해하기 위해 사용하는 내적, 외적 대응에 취약한 것으로 여겨진다(Rosenfeld et al., 2004). 따라서 대응책(countermeasure) 사용으로 인한 취약점을 극복하기 위해 고안된 복합시행프로토콜(complex trial protocol)에서도 진술 조건에 따른 P300 진폭의 차이를 확인해보고 P300 요인이 진술의 진위 여부를 변별해낼 수 있는지 확인해 볼 필요가 있다.

References

- Bull, R. (1988). What is the lie-detection test. *The polygraph test: Lies, truth and science*, 10-19.
- Christie, R., & Geis, F. L. (2013). *Studies in machiavellianism*. Academic Press.
- Cohen, R. L. (1989). Memory for action events: The power of enactment. *Educational psychology review*, 1(1), 57-80.
- Donchin, E., & Coles, M. G. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating?. *Behavioral and brain sciences*, 11(3), 357-374.
- Ekman, P. (1992). *Telling Lies: Clues to Deceit in the Marketplace, Politics and marriage*. New York, NY: W.W. Norton.
- Eom, J. S. (2021). Effect of Experimental Paradigms on Reaction Time-based Concealed Information Test. *Science of Emotion and Sensibility*, 24(2), 3-12.
- Farwell, L. A., & Donchin, E. (1991). The truth will out:

- Interrogative polygraphy (“lie detection”) with event related brain potentials. *Psychophysiology*, 28(5), 531-547.
- Gamer, M., & Berti, S. (2010). Task relevance and recognition of concealed information have different influences on electrodermal activity and event related brain potentials. *Psychophysiology*, 47(2), 355-364.
- Gamer, M., Kosiol, D., & Vossel, G. (2010). Strength of memory encoding affects physiological responses in the Guilty Actions Test. *Biological psychology*, 83(2), 101-107.
- Greenhouse, S. W., & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24(2), 95-112.
- Hwang, S. K., & Kim, Y. Y. (2021). The P300-based Concealed Information Test in the situation of Information Leakage. *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 33(3), 201-220.
- Johnson, R. (1986). A triarchic model of P300 amplitude. *Psychophysiology*.
- Kang, K. Y., & Kim, Y. Y. (2010). P300-Based GKT(Guilty Knowledge Test) Using Sentences. *Korean Journal of Social and Personality Psychology*, 24(4), 19-41.
- Kassin, S. M., & Wrightsman, L. S. (1980). Prior Confessions and Mock Juror Verdicts 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 10(2), 133-146.
- Katayama, J. I., & Polich, J. (1998). Stimulus context determines P3a and P3b. *Psychophysiology*, 35(1), 23-33.
- Kim, S. C., Chang, E. H., Lee, S. H., Bang, C., Kim, S. O., & Kim, H. T. (2015). The comparison of polygraph results with legal decisions depending on test components: A field study in the Korean Prosecutors’ Office. *Korean Journal of Forensic Psychology*, 6(1), 13-31.
- Kim, Y. H., Kim, J. H., Kim, J. S., Noh, M. R., Shin, D. G., Yeom, T. H., & Oh, S. U. (1994). An implementation of the MMPI-2 (a revised edition), Seoul:Guidance.
- Kim, Y. Y. (2009). P300-based Studies in Detection of Deception. *Korean Journal of Social and Personality Psychology*, 23(1), 111-129.
- Kubo, K., & Nittono, H. (2009). The role of intention to conceal in the P300-based concealed information test. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 34(3), 227-235.
- Kwon, S. M. (1997). Assessment of Psychopathology in Anxiety Disorder. *The Korean Journal of Psychopathology*, 6(1), 37-51.
- Labkovsky, E., & Rosenfeld, J. P. (2014). A novel Dual Probe Complex Trial Protocol for detection of concealed information. *Psychophysiology*, 51(11), 1122-1130.
- Lee, J. L. (2007). A study on the factors affecting polygraph examination Eligibility. *Korean Police Studies Review*, 6(3), 31-58
- Lee, J. W., Ji, J. W., Jo, E. K., & Park, P. K. (2010). The study of lie detection by statement Analysis: Comparison between SCAN and Result of Polygraph test. *Korean Criminal Psychology Review*, 6(3), 241-268.
- Lee, Y. H., & Song, J. Y. (1991). A study of the reliability and the validity of the BDI, SDS, and MMPI-D Scales. *Korean Journal of Clinical Psychology*, 10(1), 98-113.
- Matsuda, I., & Nittono, H. (2015). The intention to conceal activates the right prefrontal cortex: an event-related potential study. *NeuroReport*, 26(4), 223-227.
- Matsuda, I., & Nittono, H. (2018). A concealment-specific frontal negative slow wave is generated from the right prefrontal cortex in the Concealed Information Test. *Biological Psychology*, 135, 194-203.
- Matsuda, I., Nittono, H., Hirota, A., Ogawa, T., & Takasawa, N. (2009). Event-related brain potentials during the standard autonomic-based concealed information test. *International Journal of Psychophysiology*, 74(1), 58-68.
- Meijer, E. H., Selle, N. K., Elber, L., & Ben Shakhar, G. (2014). Memory detection with the C oncealed I nformation T est: A meta analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data. *Psychophysiology*, 51(9), 879-904.
- Mertens, R., & Allen, J. J. (2008). The role of psychophysiology in forensic assessments: Deception detection, ERPs, and virtual reality mock crime scenarios. *Psychophysiology*, 45(2), 286-298.
- Park, P. K. (1999). The utility and limitation of the polygraph examination. *Korean Criminological Review*, 39, 43-96.
- Polich, J., & Martin, S. (1992). P300, cognitive capability, and personality: A correlational study of university undergraduates. *Personality and individual differences*, 13(5), 533-543.
- Raskin, D. C., & Podlesny, J. A. (1979). Truth and deception: A reply to Lykken.
- Rosenfeld, J. P., Cantwell, B., Nasman, V. T., Wojdac, V., Ivanov, S., & Mazzeri, L. (1988). A modified, event-related potential-based guilty knowledge test. *International Journal of Neuroscience*, 42(1-2), 157-161.
- Rosenfeld, J. P., Soskins, M., Bosh, G., & Ryan, A. (2004). Simple, effective countermeasures to P300 based tests of

- detection of concealed information. *Psychophysiology*, 41(2), 205-219.
- Rugg, M. D., Walla, P., Schloerscheidt, A. M., Fletcher, P. C., Frith, C. D., & Dolan, R. J. (1998). Neural correlates of depth of processing effects on recollection: evidence from brain potentials and positron emission tomography. *Experimental brain research*, 123(1), 18-23.
- Semlitsch, H. V., Anderer, P., Schuster, P., & Presslich, O. (1986). A solution for reliable and valid reduction of ocular artifacts, applied to the P300 ERP. *Psychophysiology*, 23(6), 695-703.
- Snyder, M. (1974). Self-monitoring of expressive behavior. *Journal of personality and social psychology*, 30(4), 526.
- Soskins, M., Rosenfeld, J. P., & Niendam, T. (2001). Peak-to-peak measurement of P300 recorded at 0.3 Hz high pass filter settings in intraindividual diagnosis: complex vs. simple paradigms. *International Journal of Psychophysiology*, 40(2), 173-180.
- Yang, D. C. (2013). A study on the admissibility of evidence of the written statement. *Kyung Hee Law Journal*, 48(1), 433-468

P300-기반 숨김정보검사를 이용한 피의자 진술의 진위 여부 확인*

황슬기¹, 김석찬², 김영운^{1*}

¹경기대학교 범죄심리학과

²대검찰청 법과학분석과

P300-기반 숨김정보검사는 범죄와 관련된 정보를 보유하고 있는가를 통해 유/무죄를 판별하기 때문에 구체적인 물적 증거가 확보되었을 때에만 검사가 가능하다는 한계가 있다. 따라서 구체적 물적 증거 없이도 피의자 진술을 이용하여 검사할 수 있는 뇌파 분석 기법 개발이 필요하다. 이에 본 연구는 수사 상황에서 나타나는 다양한 진술 상황을 모방하기 위해 진술 조건에 따라 허위진술(n=16), 자백(n=16), 범죄 부인(n=16), 무죄(n=17)의 네 가지 조건을 구성하고 그에 대한 뇌파 반응을 살펴보았다. 그 결과 이전 연구들과 마찬가지로 유죄미션을 실시하고 범죄를 부인한 조건에서는 범죄관련자극에서 무관련자극보다 높은 P300 반응이 나타났고 무죄조건에서는 모든 자극에서 비슷한 P300 반응이 나타났다. 또한 실제 범죄 행동과 진술 내용이 불일치하는 허위진술조건에서는 범죄관련자극에서 허위진술관련자극과 무관련자극보다 더 높은 P300 반응이 나타났고 범죄 행동과 진술 내용이 일치하는 자백조건에서는 무관련자극보다 범죄관련자극에서 P300 반응이 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 P300-기반 숨김정보검사를 통해 허위진술과 실제 범죄 행동을 구분할 수 있고 자백의 신빙성을 확인할 수 있음을 보여준다.

주제어: 사건관련전위, 숨김정보검사, 허위 진술, 자백, P300