

The P300-based Concealed Information Test in the situation of Information Leakage

Seul Ki Hwang, Young Youn Kim[†]

Department of Forensic Psychology, Kyonggi University

This study investigated the method resistant to information leakage in P300-based concealed information test using misleading information and Korean sentences. The misleading information is intentionally introduced to participants as a crime-related item. Participants acquired crime-related knowledge either by committing mock crime (guilty group, $n=58$) or watching a video that describes a mock crime (informed-innocent group, $n=53$). Each group was divided into three conditions by exposing to misleading information before the concealed information test: control, 1-misleading information, 2-misleading information. During the concealed information test, the sentence stimuli were presented in subject-object-verb order. There was a significant difference in P300 amplitude between the probe and irrelevant stimuli for object and verb elements regardless of misleading information condition in the guilty group. In the informed-innocent group, the probe stimulus elicited larger P300 amplitude compared to irrelevant stimuli for object and verb elements only in the control condition, but not in the 1-misleading information and 2-misleading information condition. These results suggest that the misleading information in the P300-based concealed information test is effective in reducing false positive outcomes of informed-innocents, even that the number of misleading information increases.

Keywords: Concealed Information Test, P300, misleading information, constituent of sentence, CIT effect

1차원고접수 21.01.20; 수정본접수: 21.07.22; 최종게재결정 21.07.25

B.C. 900년 경에 만들어진 파피루스에는 거짓말을 하는 독살범을 행동적 특성을 통해 가려내는 방법이 쓰여있는데, 말을 할 때 질문에 답하지 않거나 회피적인 답변을 하며, 말이 되지 않는 소리를 하고, 얼굴색이 변하거나 머리를 만지작거리고, 그 장소를 떠나려 노력한다면 그가 거짓말을 한다는 것이다(Hong, 2011). 이처럼 거짓말을 판별하기 위한 인류의 도전은 아주 오래 전부터 계속되어 왔으며, 19세기에 이르러서는 혈압과 맥박 등 인간의 생리적 활동을 측정할 수 있는 기계들이 발명되면서 이를 거짓말 탐지에 응용하기 시작하였다. 이후 1921년 경 John Larson이 혈압, 맥박, 호흡을 동시에 자동적으로 기록하는 기계를 만들어 경찰에 제공

했는데, 이것이 바로 현대적인 폴리그래프(polygraph)의 시초이다(Grubin & Madsen, 2005). 폴리그래프는 전 세계적으로 범죄 현장에서 피험자의 진실성을 평가하기 위해 가장 널리 사용하는 방법 중의 하나로(Ben-Shakhar, 1991), 거짓말 자체를 탐지하기 보다는 거짓말로 인한 정서의 변화가 일으키는 자율신경계의 변화를 탐지한다(Bull, 1988). 즉, 유죄 피험자가 검사를 받을 때 심리적인 불안이나 죄책감 등으로 인해 생리적 변화가 발생할 것이라 가정하고, 구조화된 질문 기법을 바탕으로 혈압, 호흡, 피부 저항 등의 신체생리학적 반응을 측정한다. 하지만 폴리그래프는 자율신경계의 변화를 탐지한다는 점에 있어서 다양한 요인들에 의해 영향을 받는

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

데, 성별, 연령, 직업과 같은 인구사회학적 특성이나 성격이나 불안 수준과 같은 심리적인 특성, 자율신경 반응 정도와 같은 생리적인 특성까지 모두 해당된다(Kim et al., 2015). 예를 들어, 결백한 사람이 거짓말을 하지 않았지만 불안이나 두려움을 느끼거나, 마키아벨리즘 성향이 높아 거짓말을 해도 불안을 느끼지 않았을 경우 혹은 죄책감을 느끼지 못하는 사이코패스 같은 경우에는 정확한 생리학적 반응을 측정하기 어렵다(Ford, 2006). 또한 폴리그래프로 측정된 자율신경계 반응과 거짓말에 관여하는 인지적 처리 간의 인과적 연결을 설명하지 못하고 있어 폴리그래프의 신뢰성에 대해 논란이 이어져 왔다(Happel, 2005). 따라서 뇌파를 이용한 P300-기반 숨김정보검사(Concealed Information Test, CIT)는 사건관련전위(event related potential)를 이용하여 기존의 폴리그래프 검사가 가진 한계점을 극복하고자 하였는데, 기존의 폴리그래프는 자율신경계의 변화를 탐지한다면 뇌파는 중추신경계 반응 중 하나인 신경세포들의 시냅스후 전위(postsynaptic potentials)의 변화를 탐지한다. 즉, 사건관련전위를 이용한 거짓말 탐지는 자율신경계를 기반으로 한 폴리그래프보다 정확성이 더 높을 것으로 기대되며, 거짓말과 관련된 인지적 처리 과정을 보다 직접적으로 살펴볼 수 있다는 장점이 있다.

P300-기반 CIT는 거짓말과 관련된 지표로 P300을 사용하는데, P300은 자극 제시 후 약 300ms 구간에 나타나는 양전위로 특히 두정영역에서 크게 나타난다(Rosenfeld et al., 1988). P300은 표준자극(standard) 사이에서 드물게 나타나는 목표자극(target)을 변별하도록 설계된 Oddball 패러다임에서 낮은 빈도로 나타나는 목표자극에 의해 유발되는데, 제시되는 확률이 작을수록 P300 진폭의 크기가 커진다. 또한 P300은 기억 연산(memory operations)을 수행할 때 주어진 자극을 처리하기 위한 주의 자원(attentional resources) 할당량을 반영하는 것으로 알려져 있다(Polich & Martin, 1992). Rosenfeld 등(1988)에 의해 실시된 초기의 P300-기반 CIT는 전형적인 Oddball 패러다임에서 변형된 형태인 3-자극 프로토콜(3-stimulus protocol)을 사용하여 피험자가 범죄와 관련된 정보를 알고 있는지를 판별했다. 3-자극 프로토콜은 세 가지의 자극으로 구성되는데, 첫 번째는 탐침자극(probe)으로 범인과 피해자 혹은 수사관과 같이 관계자만 알고 있는 특정 범죄 사건과 관련된 자극을 말하며 드물게 제시된다. 두 번째는 무관전자극(irrelevant)으로 빈번하게 제시되며, 탐침자극과 같은 범주에 속해있으나 범죄 사건과는 관련이 없는 자극을 말한다. 마지막으로 목표자극(target)은 무관전자극과 마찬가지로 범죄 사건과는 관련이 없는 자극이지만 검

사 과정에서 특정한 반응을 수행하도록 지시한 자극으로 탐침자극과 같이 드물게 제시된다. 각 자극들은 피험자에게 랜덤하게 제시되며 만약 피험자가 계속해서 목표자극에 대해 정확하게 반응하지 못할 경우 참여에 비협조적인 것으로 여겨지기 때문에 목표자극은 피험자의 주의를 강화시키는 역할을 할 것으로 기대된다. 이러한 목표자극은 희소성(rareness)과 피험자의 과제 수행적 관점에서 중요한 의미를 갖기 때문에 높은 P300을 유발시킨다. 또한 범죄관련 지식을 가지고 있는 피험자는 빈번하게 나타나는 무관전자극에 비해 드물게 나타나는 탐침자극에서 높은 P300 진폭이 나타나게 되고, 범죄관련 지식이 없는 피험자는 탐침자극이 무관전자극과 구별되지 않기 때문에 P300이 높게 나타나지 않는다(Labkovsky & Rosenfeld, 2014). 즉 범죄와 관련된 정보를 알고 있는 유죄피험자는 사건에 대한 특정 정보를 포함하는 탐침자극이 나타날 때마다 주의를 주게 되어 무관전자극과는 다른 정보처리를 하게 되고, 자극제시 후 300ms 이후에 탐침자극이 무관전자극보다 더 큰 양전위를 나타내게 된다. 이러한 탐침자극과 무관전자극 간의 진폭 차이를 CIT 효과(CIT effect)라고 한다(Olson, Rosenfeld, & Perrault, 2019).

하지만 3-자극 프로토콜을 이용한 P300-기반 CIT에도 몇 가지 단점이 존재하는데, 첫 번째로 Rosenfeld 등(2008)은 무관전자극들 사이에서 랜덤하게 지정된 하나의 목표자극이 나타날 때마다 다른 행동반응을 하는 과제가 작업처리 자원을 소모시키고, 탐침자극을 인식할 때의 주의를 분산시켜 P300 진폭을 감소시킨다고 주장했다. 다시 말하자면 유죄피험자가 수행해야 할 외현적(explicit) 과제는 제시된 자극이 목표자극인지 아닌지를 구별해 내는 것이지만, 동시에 내현적(implicit)으로 탐침자극에 대한 인식이 이루어진다. 따라서 탐침자극에 주어질 때 주의 자원이 목표자극으로 분산되어 탐침자극에 대한 P300 진폭의 감소가 발생하게 되고 이는 결국 검사의 정확도를 감소시킬 수 있다는 것이다. 두 번째는 본 연구의 주목적이자 P300-기반 CIT의 치명적인 단점이라고도 할 수 있는데, 범죄와 관련된 특정 정보가 일반 사람들에게 유출되거나 혹은 범죄 현장을 목격한 목격자의 경우 결백한 사람들도 범죄와 관련된 정보를 가지고 있기 때문에 P300-기반 CIT에서 탐침자극에 대해 높은 P300이 유발될 수 있다는 것이다. 또한 검사 도중 범죄 정보가 피험자에게 반복적으로 노출될 경우 무죄인 피험자에게 있어 범죄 정보가 유의미한 정보를 가지게 되기도 한다(Winograd & Rosenfeld, 2014). 이는 결백한 사람을 유죄로 판별하는 긍정오류(false positive)를 발생시키게 되고, 범죄정보에 노출된 무죄 피험자의 긍정오류율은 25-75%로 매우 높은 수준으로

보고되고 있다(Bradley, Barefoot, & Arsenault, 2011). 실제 사법 현장에서 범죄의 핵심 정보가 수사 과정이나 언론을 통해 노출되는 경우가 많다는 점을 생각해 볼 때, 범죄 정보가 노출되었을 때의 P300-기반 CIT의 높은 긍정오류율은 “열 명의 범죄자를 잡지 못해도 한 명의 억울한 피해자를 만들지 말라”는 기조에 기반한 현 헌법의 무죄추정의 원칙에 치명적이기 때문에 그 실용성에 대해 논란이 있을 수 있다.

따라서 3-자극 프로토콜을 이용한 P300-기반 CIT의 긍정오류를 감소시키기 위한 방안으로 제시된 것이 허위정보(misleading information)인데, 허위정보란 실제 범죄와는 관련이 없으나 피해자에게 범죄와 관련되어 있다고 허위로 노출한 정보를 말한다. 만약 타인이나 미디어 등 간접적인 경로를 통해 범죄에 관한 중요한 정보를 습득했으나, 실제로 범죄에 가담하지 않은 정보노출-무죄피해자의 경우 허위정보는 범죄정보와 마찬가지로 본인이 직접 경험을 통해 알게 된 정보가 아니기 때문에 범죄정보와 동일한 인지적 처리를 기대해 볼 수 있다. 즉, 허위정보자극은 탐침자극에 집중되었던 주의 자원을 분산시켜 범죄정보에 노출된 무죄 피해자의 탐침자극 반응을 줄여줄 수 있다. 반면에 유죄인 피해자는 직접 경험을 통해 범죄 정보를 습득했기 때문에 범죄 관련 정보 습득 및 부호화 과정에서 차이가 있고, 탐침자극에 더 높은 현출도를 지니고 있으므로 주의 자원이 적게 분산된다(Kim, 2018). Kim(2018)은 허위정보를 제시하지 않은 유죄집단(G-No-Mis), 허위정보를 제시한 유죄집단(G-Mis), 허위정보를 제시하지 않은 정보노출-무죄집단(I-No-Mis), 허위정보를 제시한 정보노출-무죄집단(I-Mis) 총 4개의 집단으로 실험을 진행했는데, 그 결과 G-Mis, G-No-Mis, I-No-Mis 집단에서는 범죄 정보를 담고 있는 탐침자극에서 높은 P300 반응이 나타난 반면, I-Mis 집단은 탐침자극에서 유의미한 P300 반응이 나타나지 않았다. 또한 부트스트랩 분석을 통해 탐지정확률을 비교했는데, I-No-Mis 집단의 탐지정확률은 37%였으나 I-Mis 집단의 탐지정확률은 77%로 정보노출-무죄집단에 대한 변별력이 크게 향상되었고, G-No-Mis와 G-Mis 집단 모두 100%의 탐지정확률을 보여 허위정보의 노출이 P300-기반 CIT의 집단변별력을 전체적으로 향상시켰다. 즉, 허위정보는 집단 간 정보 습득 방식에 따른 부호화(memory encoding)의 차이가 발생하는데, 유죄집단은 범죄에 직접 가담하면서 범죄 관련 정보를 능동적으로 부호화하기 때문에 범죄사건 이후에 제시되는 허위정보에 의한 간섭에 영향을 받지 않게 되는 반면, 정보노출-무죄집단은 범죄 관련 정보를 글이나 목소리 등과 같은 간접적인 방식으로 경험하게 되면서 수동적인 기억 부호화가 이루어지

기 때문에 허위정보에 의한 간섭을 받게 된다. 따라서 정보노출-무죄집단의 탐침자극에 대한 P300 진폭이 유죄집단의 P300 진폭보다 낮게 나타나며, 이는 CIT 효과가 자극에 대한 부호화 과정에 따른 기억의 강도에 의해 달라질 수 있음을 보여준다(Peth et al., 2015). 더불어 3-자극 프로토콜을 이용한 P300-기반 CIT에서 자극이 제시되는 확률은 P300 진폭의 크기에 영향을 미치는데, 드물게 제시되는 핵심적인 자극은 더 큰 P300 진폭을 유발하며 이는 P300의 발생 과정에 제한된 용량의 인지 과정이 관여하는 것을 반영하는 것으로 보인다(Polich, 2007). 정보노출-무죄피해자는 허위정보자극이 탐침자극과 같은 범주로 구성되었을 뿐만 아니라, 동일한 부호화 과정을 통해 정보를 습득했기 때문에 자극제시 확률과 자극 의미의 관점에서 탐침자극과 동일한 처리를 기대해 볼 수 있어, 정보노출-무죄피해자에게 탐침자극이 보다 빈번하게 제시되는 것으로 볼 수 있다. 반면 유죄집단은 탐침자극과 허위정보자극은 다른 자극으로 처리되기 때문에 탐침자극이 드물게 제시되는 것으로 볼 수 있다. 결론적으로 허위정보는 정보 습득 방식에 따른 부호화 및 자극 제시 확률 등에 의해 탐침자극으로 집중되었던 주의 자원을 분산시켜 P300-기반 CIT의 긍정오류를 감소시킬 가능성이 있다.

또한, 기존 연구들은 P300-기반 CIT를 실시할 때 언어적 특성으로 인해 주로 주어/서술어/목적어로 완성된 형태의 문장이나 문구와 검사단어로 문장을 구성하여 피해자에게 제시하고, 가장 핵심적인 범죄 정보를 담고 있는 목적어에 대해서만 분석을 실시했다. 피해자들은 가장 마지막 단어인 목적어를 인식하고 나서 반응을 결정하기 때문에 문장의 의미적 오류를 발견하지 않는 한 서술어에 주의를 기울일 필요가 없어, 이전 연구들은 서술어 분석에 관심을 갖지 않았다. 하지만 한국어는 주어/목적어/서술어 순의 문장구조를 가지고 있어 서술어를 인식하고 난 후에 반응을 하도록 지시하기 때문에, 목적어가 중요한 유죄지식을 포함하고 있어도 서술어가 무엇이냐에 따라 피해자의 반응이 달라질 수 있다. 따라서 문장에 대한 인지적인 처리 과정을 문장 구성 요소별로 분석함으로써 유죄지식에 대한 구체적이고 많은 정보량을 얻을 수 있을 것으로 기대되었고(Jung & Kim, 2013), Kang과 Kim(2010)은 한국어 문장을 이용한 CIT를 실시하여 목적어 및 부사구 뿐만 아니라 서술어에 대한 인지적 처리 과정을 분석하였다. 그 결과 선행연구들과 같이 목적어와 부사구에서 유죄집단의 탐침자극에 대한 P300 진폭이 중심두정영역에서 무관련자극보다 크게 나타났으며, 무죄집단은 탐침자극과 무관련자극 간의 차이가 없었다. 또한 서술어에서는 유죄집단의 탐침자극에 대한 P300 진폭이 무관련자극보다 전두

방 법

중심영역에서 크게 나타났으며, 무죄집단은 탐침자극이 무관련자극보다 더 적은 진폭을 보이거나 차이가 없었다. 또한 전두영역에서 서술어 탐침자극에 대한 P300 두피 분포가 가장 크게 나타난 것은 반응 억제가 반영된 결과일 것이라고 주장했는데, 문장의 목적어와 부사구 이후에 서술어가 제시되고 문장이 목표자극인지 아닌지를 판단하게 했기 때문에 인지적 관점에서 볼 때 유죄집단은 무죄집단에 비해 반응에 대한 결정에 더 많은 정도의 주의와 에너지 그리고 억제과정이 요구되었다는 것이다. 이 연구 데이터를 바탕으로 Jung, Kang과 Kim(2013)은 sLORETA(standardized low-resolution electromagnetic tomography) 분석을 통해 문장 구성요소에 따른 뇌 활동성 분석을 실시했다. 그 결과 유죄집단이 서술어 탐침자극을 처리할 때 나타나는 전두영역의 활동성은 작업기억처리(working memory processing), 반응 억제, 일화기억회상(episodic memory retrieval) 등의 과정이 반영된 것이며, 목적어 탐침자극에서 나타난 두정영역의 활동성은 목표탐지와 선택적 주의과정이 반영된 것이라는 견해를 밝혔다. 이 밖에도, 두정중심영역의 목적어와 전두중심영역의 서술어 사건관련전위 데이터를 가지고 부트스트랩을 실시하여 탐지정확률을 비교했을 때, 큰 차이가 없는 것으로 나타나 전두영역의 서술어 사건관련전위 데이터는 목적어와 마찬가지로 유/무죄를 분류하는 기준으로 사용될 수 있다는 가능성을 보여준다(Jung & Kim, 2013).

본 연구는 P300-기반 CIT에서 P300이 자극을 처리하기 위한 주의자원 할당량을 반영한다는 관점에 따라(Polich & Martin, 1992), 허위정보 노출에 의한 긍정오류 감소율을 향상시키는 방안을 알아보고자 하였다. 따라서 허위정보의 개수를 증가시켰을 때 정보노출-무죄피험자를 판별해내는 효과가 유지되는지 혹은 차이가 있는지 비교해보고자 하며, P300-기반 CIT에 문장을 자극재료로 사용하여 목적어 뿐만 아니라 서술어에 대한 분석을 실시하고자 하였다. 선행 연구와 마찬가지로 유죄집단은 허위정보에 노출이 된 집단과 노출이 되지 않은 집단 모두 탐침문장의 목적어와 서술어 자극에서 높은 P300이 나타날 것으로 예상되었다. 반면 정보노출-무죄집단에서 허위정보에 노출이 되지 않은 집단은 탐침문장의 목적어와 서술어 자극에서 높은 P300이 나타나지만, 허위정보에 노출된 집단은 탐침문장의 목적어와 서술어 자극에서 감소된 P300이 나타날 것으로 예상되었다. 또한 1개의 허위정보에 노출된 정보노출-무죄집단과 2개의 허위정보에 노출된 정보노출-무죄집단의 P300 진폭을 비교해보고, 허위정보 개수가 증가하여도 허위정보자극의 효과가 유지되는지 혹은 증가/감소하는지 알아보고자 한다.

실험참가자

경기도 소재의 대학교에 재학중이며 심리학 관련 교양 강의를 수강하는 학생들 중 자발적으로 실험 참가를 희망하는 남녀 대학생들을 대상으로 실험을 진행하였다. 피험자들은 뇌파 검사 전 사전설문을 통해 신경학적 및 신체적 손상 여부와 정신질환 등의 정신적 상태 및 알코올이나 약물남용의 병력이 없는 사람들로 구성되었다. 피험자들은 모두 오른손잡이로 구성되었으며, 정상 시력이거나 교정 시력이 정상이었다. 피험자들은 만 18-22세의 남자 34명, 여자 92명으로 구성되었고, 실험 집단은 크게 범죄 유형에 따라 정보노출-무죄집단(Informed-innocent, I), 유죄집단(Guilty, G)으로 구분되었으며, 각 범죄 유형별로 다시 허위정보 유무 조건에 따라 허위정보를 제시하지 않는 조건(Control, M0), 허위정보를 1개 제시하는 조건(1-Misleading information, M1), 허위정보를 2개 제시하는 조건(2-Misleading information, M2)으로 나누어져, 참가자들은 실험조건에 따라 각각 21명씩 무선적으로 할당되었다.

또한 검사결과에 영향을 줄 수 있는 참가자의 정신적인 상태와 거짓말과 관련된 성격 요인을 평가하기 위해 자기보고검사를 실시하였다. 자기보고검사는 우울과 불안을 측정하는 한국판 Beck Depression Inventory(BDI, Lee & Song, 1991), 한국판 Beck Anxiety Inventory(BAI, Kwon, 1997)와 대인관계에서 외부 단서를 감시하고 그것에 맞춰서 반응하는 성격 요인을 측정하기 위한 자기-감시 척도(Self-monitoring Scale; SMS, Snyder, 1974), 자신의 이익을 위해 타인을 조종하는 냉담한 성격특성인 마키아벨리즘적 성향을 측정하는 마키아벨리즘 성격검사 (MACH-IV, Christie & Geis, 2013), 자신의 모범적인 모습만 부각시키려는 태도를 측정하는 미네소타 다면적 인성검사-2(Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2; MMPI-2)의 L척도(Kim et al., 1994)로 구성되었다.

모의범죄상황 연출

피험자는 사전에 날짜와 시간을 정한 뒤, 정해진 일시에 빈 강의실에 입장하였다. 실험자는 피험자에게 실험의 목적과 절차에 대해 설명한 뒤, 피험자가 실험 내용을 이해하고 실험에 자발적으로 참여한다는 내용의 동의서를 읽은 후 서명하도록 하였다. 동의서를 작성한 후에 피험자에게 행동지시문이 담긴 두 개의 봉투를 주고, 각 봉투에는 일반 혹은 범죄 시나리오가 들어있다고 설명하며 하나의 봉투를 선택하도

록 하였다. 두 봉투는 육안으로 구별이 불가능했으며, 실험자는 어느 봉투에 어떤 시나리오가 들어있는지 알 수 없다고 설명하였다. 하지만 사전에 피험자들은 이미 각 시나리오에 무선할당 되어있었고, 두 개의 봉투에는 같은 행동지시문이 들어있었다. 마지막으로 피험자에게 실험자가 볼 수 없도록 혼자서 행동지시문을 읽고 과제를 수행한 후 다시 처음의 강의실로 되돌아 올 것을 안내했으며, 실험이 끝날 때까지 본인이 수행한 시나리오의 내용에 대해서 비밀을 유지하도록 요청하였다. 정보노출-무죄집단에게 주어지는 일반 시나리오는 뇌파연구실로 이동 후 책을 찾아 컴퓨터에 간단한 문서 작성을 하도록 하는 지시문이며, 유죄집단의 범죄 시나리오는 일상생활에서 일어날 수 있는 사건 중 범죄와 관련된 행동을 하도록 묘사된 지시문으로 시나리오 수행을 통해 범죄 지식을 보유할 수 있도록 유도한 것이다. 범죄지식은 반지와 시계 중 하나에 무선할당하여 역균형화 해주었는데, 일반 시나리오를 동일하게 수행한 후에 반지 혹은 시계를 훔치도록 하여 실험이 모두 끝난 후 몰래 가져갈 수 있도록 연구실 내에 자신만이 아는 장소에 숨기도록 지시하였다. 이후 일반 시나리오를 수행한 피험자는 뇌파검사 결과 자신의 무죄를 입증할 수 있도록 노력을 기울여야 하며, 범죄 시나리오를 수행한 피험자는 자신의 범죄를 최대한 숨기고 뇌파검사 결과 무죄 판정을 받도록 노력해야 한다고 지시하였다.

실험자는 피험자가 돌아온 후에 실험의 목적을 설명해주는 문장과 사진으로 이루어진 2분 정도의 동영상을 시청하도록 하는데, 이 동영상에는 간략한 실험 목적 뿐만 아니라 탐침정보와 허위정보가 들어있도록 설계되었다. 따라서 피험자들은 사전에 무선할당된 집단에 따라 탐침정보와 함께 허위정보가 없는 동영상 혹은 허위정보가 1개 있는 동영상, 허위정보가 2개 있는 동영상 중 하나를 보도록 하였다. 이 때 허위정보는 목걸이, 지갑, 귀걸이, 팔찌 중 무선할당하여 역균형화해주었다. 또한 동영상을 시청하기 전에 동영상을 주의 깊게 보도록 지시하였고, 뇌파검사에 들어가기 전 탐침정보와 허위정보를 제대로 기억하고 있는지 구두로 확인한 후에 다시 한번 설명해주며 탐침정보와 허위정보를 상기시켜 주었다. 모든 실험 절차가 끝난 후 피험자가 성실히 시나리오를 수행하고 범죄지식과 허위정보를 정확히 기억하고 있는지를 확인하기 위해 사후 설문을 진행하였고, 피험자에게 본 실험의 본 목적에 대해 사후 설명을 실시하였다.

자극 구성과 과제

3-자극 프로토콜(Farwell & Donchin, 1991; Rosenfeld et al., 1988)을 이용하여 P300-기반 CIT를 시행했는데, 기존에

쓰이던 단어 자극을 문장으로 변형해 사용하였다. 본 실험에 사용된 문장은 5개의 유형으로 구분되었다. 먼저 검사 시행 전 피험자가 인식할 수 있고 무관련자극 위에 빨간 원이 있다고 학습된 목표(target) 문장, 유죄 집단이 수행한 모의 범죄 시나리오의 정보를 담은 탐침(probe) 문장, 범죄 시나리오와 관련이 없으나 같은 범주의 자극으로 구성된 무관련(irrelevant) 문장, 실제 범죄 시나리오와 관련이 없으나 범죄 시나리오와 관련이 있는 것처럼 묘사된 허위정보자극으로 구성된 허위정보(misleading) 문장, 실험 참가자들의 집중도를 높이고 자극에 능동적인 반응을 하도록 유도하기 위해 서술어만 변형해서 구성한 문장(filler)으로 구성되었다. 즉 filler 문장을 제외한 다른 문장들은 서술어가 ‘훔쳤습니까?’로 완성되고, filler문장의 서술어는 ‘보았습니까?’로 완성되었다. 또한 자극으로 사용된 항목들은 값어치가 비슷하다고 여겨지는 항목들로 선행 연구들에서 제시했던 자극을 사용했다 (Song, Kim, Lee, Chang, & Kim, 2018; Song, Kim, Lee, Chang, & Kim, 2019). 본 실험에서는 3-자극 프로토콜의 한계점으로 지적되고 있는 목표자극, 탐침자극 및 무관련자극에 주어지는 주의 자원의 분산을 최소화시키기 위해 Peth 등(2015)이 사용했던 무관련 자극 옆에 빨간 원이 있는 자극을 목표자극으로 사용하는 방법을 채택했다. Lukács 등(2019)은 숫자(예: 1111), 단어(예: MICHAEL) 그리고 숫자와 단어가 결합된 자극(예: JUN 19) 유형을 사용하여 CIT 연구를 실시했는데, 시각적 자극 유형의 차이가 CIT의 결과에 영향을 미치며 시각적으로 비슷한 자극이 사용될수록 CIT의 효과가 더 떨어지는 것으로 나타났다. 구체적으로 목표자극, 무관련자극, 탐침자극 모두 단어로 구성되어 있을 때보다 목표자극은 단어, 무관련자극과 탐침자극은 숫자와 단어가 결합된 유형이었을 때 탐침-무관련자극의 진폭 차이가 더 크게 나타났다. 즉, 자극이 제시되면 피험자는 즉시 그것을 보게 되고 자극의 시각적 차이 때문에 목표자극을 더욱 분별해내기 용이해 목표자극으로 가는 주의 자원의 분산이 감소된다는 것이다. 따라서 그들은 대문자와 소문자, 혹은 밑줄이나 테두리 같은 특정한 기호를 사용하여 시각적으로 자극 유형의 변별력을 높인다면 CIT의 민감도(sensitivity)를 향상시킬 수 있을 것으로 기대했다. 이에 근거하여 본 연구에서는 목표자극으로 무관련자극 위에 빨간 원을 그려 무관련자극 및 탐침자극과의 시각적 자극의 차이를 크게 함으로써 목표자극으로 가는 주의 자원 분산을 감소시켜 3-자극 프로토콜의 단점을 최대한 보완할 수 있도록 하였다.

본 실험은 7개의 블록으로 구성되어 있으며, 한 개의 블록에는 자극 유형에 따라 목표문장, 탐침문장 그리고 네 개의

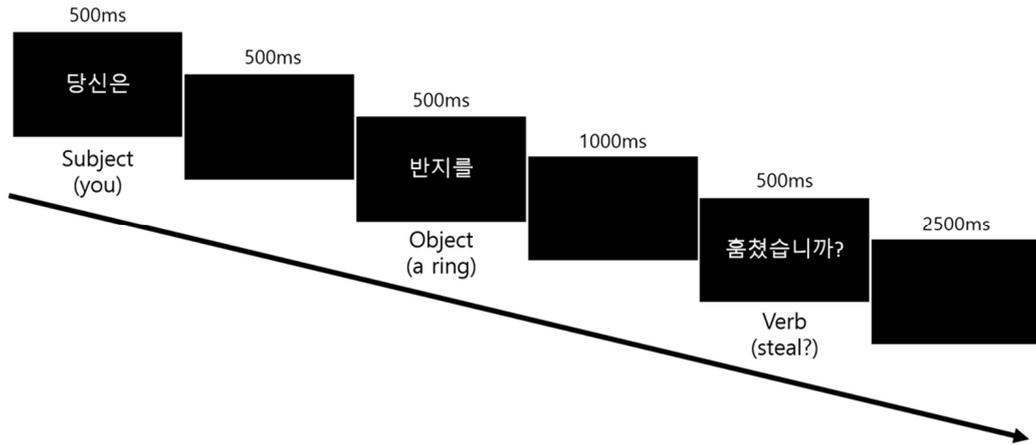


Figure 1. The experimental procedure of the Concealed Information Test. Each sentence element was presented separately in Korean. In the task, the first element (“you”) was presented for 500ms. Then, the second element was varied across stimuli (“ring”, “watch”, “necklace”, “bracelet”, “wallet”, “fountain pen”, “earring”). And that was randomly presented for 500ms after 500ms blank. The last element (“steal?”) was presented for 500ms after 1000ms blank, and the sentence meant “Did you steal a ring” in English. All participants were instructed to press the ‘J’ button in response to a target question and the ‘F’ button in response to all other questions as soon as the last word presented on the screen.

무관련문장, 허위정보1문장, 허위정보2문장이 각각 10회씩 반복되었으며 이 중 각 자극유형에 대해 서술어만 바뀐 filler문장은 1회씩 반복되었다. 자극유형에 따른 문장들은 블록 내에서 무선적으로 배열되었으며, 허위정보 유무에 상관 없이 모든 피험자에게 동일한 시행수의 문장을 제시한 선행 연구(Kim, 2018)와 마찬가지로 모든 피험자에게 한 개의 블록에서 총 88개의 문장이 그림 1과 같은 순서로 제시되었다. 자극 제시 시간은 주어, 목적어, 서술어가 모두 500ms이었으며, 자극 간 간격은 500-1500ms이었다. 또한 문장 간에는 2500ms의 시간 간격을 두었다. 피험자에게는 한 문장이 끝나면 자극에 따라 다른 버튼을 누르도록 지시했는데, 목표문장에 대해 오른손 검지를 이용하여 키보드의 ‘J’버튼, 목표문장 외의 다른 문장에서는 왼손 검지를 이용하여 키보드의 ‘F’버튼을 누르게 하였으며, filler문장에서는 버튼을 누르지 말 것을 지시하였다. 또한 원활한 뇌파 데이터를 획득을 위해 사건관련전위 데이터 분석 구간인 목적어와 서술어 구간에서는 최대한 눈을 깜빡이지 않고, 문장이 모두 끝나고 버튼을 누른 후에 눈을 깜빡일 것을 요청하였다. 자극은 검은색 배경에 흰색 글씨로 컴퓨터 모니터를 통해 제시되었으며, 모니터 화면과 피험자와의 거리를 1m 간격으로 유지하였다. 자극의 수직 시각도(vertical visual angle)는 2.29°-2.87° 이었고 수평 시각도(horizontal visual angle)는 6.68°-12.61° 이었다. 또한 본 검사를 실시하기 전에 연습시행을 실시하여 피험자로 하여금 과제를 충분히 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 하도록 이루어졌다. 기준전극(reference electrode)은 좌, 우 유돌기(mastoid process)에 부착하였다. 눈 깜빡거림은 왼쪽 눈썹 위에서 약 2mm 위치에 (+) 전극을 붙이고, 눈 아래 약 10mm 위치에 (-) 전극을 부착하여 전위(vertical electrooculogram, vEOG)를 측정하였고, 이를 통해 눈의 수직적인 움직임을 관찰하였다. 또한 눈 양 옆 약 10mm 위치에 전극을 부착해 전위(horizontal electrooculogram, hEOG)를 측정하여 눈의 수평적인 움직임을 관찰하였다. 전극저항은 10k 이하를 유지하였다. 실험 시 0.05-100Hz에서 연속적으로 뇌파를 측정하였으며, 표본율은 1000Hz였다. 뇌파 측정이 끝난 후 뇌파를 자극제시 전 100ms의 기저선을 포함하여 900ms 간격으로 나누었다. 또한 잡음(artifact)이 포함되어 진폭이 $\pm 100\mu V$ 를 넘는 시행을 제외한 후에 vEOG와 hEOG에서 눈의 움직임이 나타난 시행을 모두 제외시키고, 사건관련전위를 0.1-30Hz band-pass를 이용해 다시 여과하였다. 이후 자극 유형(목표문장, 탐침문장, 무관련문장, 허위자극1문장, 허위자극2문장)에 따라 평균을 도출하였다.

자료 분석

두 집단의 인구통계학적인 특성과 설문조사에 대한 결과를

통계적으로 비교하기 위해 독립표본 t -검정(independent t -test)을 실시하였다. 실험 시 사용한 캡에 부착된 전극 중 오류가 발생한 전극의 데이터와 소음, 눈 깜빡임, 몸 움직임 등과 같은 잡음(artifact)이 많이 들어가 약 80% 정도가 잡음으로 충분한 시행(sweep) 수가 확보되지 않은 13명의 데이터는 분석에서 제외하였다. 또한 1명의 행동 데이터에서 오류가 발생하여 분석에서 제외되었고, 실험을 중도 포기한 1명의 데이터가 분석에서 제외되었다. 최종적으로 111명(정보노출-무죄집단: 53명, 유죄집단: 58명)의 데이터가 분석에 사용되었으며, 허위정보조건에 따라서는 IM0 15명, IM1 18명, IM2 20명, GM0 20명, GM1 19명, GM2 19명이 최종 분석 데이터로 사용되었다.

과제 수행의 반응 정확도와 반응시간은 독립표본 t -검정과 3-way 반복측정 변량분석(3-way repeated measure ANOVA)으로 분석되었다. 반복측정 변량분석 시 집단내 요인(within subject factor)은 자극 유형(목표자극, 탐침자극, 허위정보1자극, 허위정보2자극, 무관련자극)이며 집단간 요인(between subject factor)은 범죄 유형(정보노출-무죄, 유죄)과 허위정보 유무(허위정보 0개, 허위정보 1개, 허위정보 2개)이었다. 사건관련전위요인은 문장 성분에 따라 시간 영역을 다르게 설정하였는데, 목적어는 자극제시 후 두정중심영역(Pz)에서 측정된 사건관련전위의 250-650ms 구간에서 P300의 정점진폭과 잠재기를 도출하였고 서술어는 자극제시 후 전두중심영역(Fz)에서 측정된 사건관련전위의 300-500ms 구간에서 P300의 정점진폭과 잠재기를 도출하였다. 이후 목적어와 서술어의 각 구간에서 도출한 P300 데이터에 대해 범죄 유형(정보노출-무죄, 유죄)과 허위정보 유무(허위정보 0개, 허위정보 1개, 허위정보 2개)를 집단간 요인으로, 자극 유형(탐침자극, 허위정보1자극, 허위정보2자극, 무관련자극)을 집단내 요인으로 하는 2(범죄 유형) \times 3(허위정보 유무) \times 4(자극 유형) 3-way 반복측정 변량분석을 실시하였다. 결과의 자유도는 구형성이 가정된 분석의 자유도로 기술하고, 유의도 값은 반복측정에 의한 1종 오류를 감소시키기 위해 Greenhouse-Geisser correction(Greenhouse & Geisser, 1959)에 의해 교정된 p 값을 적용하였다. 목표자극은 뇌파 검사가 진행되는 동안 피험자에게 특정한 반응을 하게 함으로써 주의를 집중시켜 반드시 P300을 유발시키는 역할을 하며 피험자의 범죄관련자극에 대한 예상 반응 수준을 알아볼 수 있게 한다(Farwell & Donchin, 1991). 따라서 본 연구에서는 목표자극에 대한 P300이 분명하게 나타났는지 확인한 후, 통계분석 및 결과제시에서는 제외하였다. 또한 집단 및 조건별 CIT 효과를 보기 위해 탐침자극과 무관

련자극 간의 진폭 차이를 구한 뒤, 목적어는 자극제시 후 250-650ms 구간에서 P300의 정점진폭과 잠재기를 도출하고 서술어는 자극제시 후 300-500ms 구간에서 P300의 정점진폭과 잠재기를 도출하였다. 이후 목적어와 서술어의 각 구간에서 도출한 P300 데이터에 대해 일원배치 변량분석(one-way ANOVA)을 실시하였고 LSD 검정법을 이용하여 사후분석을 실시하였다.

결 과

인구통계학적 자료

정보노출-무죄집단과 유죄집단의 인구통계학적 특성과 본 연구에서 사용한 자기보고식 심리검사의 분석 결과는 다음과 같다(표 1). 두 집단의 성별, 연령, 교육년수, 본인의 사회·경제적 지위, 부모의 사회·경제적 지위의 인구통계학적 특성에 대해 독립표본 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 또한 Beck의 불안 척도, Beck의 우울 척도, 다면적 인성검사의 Lie 척도, 마키아벨리즘 성격검사, 자기 감시 척도와 같이 본 연구에서 사용한 심리검사 결과에 대해 독립표본 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 즉, 두 집단의 인구통계학적 특성과 심리적 요인에 큰 차이가 나타나지 않았다.

또한 범죄 유형에 대한 집단을 허위정보 유무 조건별로 나누어 총 6개의 집단(IM0, IM1, IM2, GM0, GM1, GM2)의 인구통계학적 특성과 심리검사 결과에 대해 일원배치 변량분석을 실시했다. 그 결과, 연령, 본인의 사회·경제적 지위, 부모의 사회·경제적 지위, Beck의 불안척도, Beck의 우울 척도, 다면적 인성검사의 Lie 척도, 마키아벨리즘 성격검사, 자기 감시 척도에서는 여섯 집단 간 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 교육년수에 대해서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났는데($F(5,105)=2.88$, $p<.05$), 사후분석 결과, IM0($M=14.00$, $SD=2.24$) 집단이 다른 집단에 비해 교육년수가 높고, GM2($M=12.68$, $SD=.58$) 집단의 교육년수가 다른 집단에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다.

행동반응결과

표 2는 정보노출-무죄집단과 유죄집단의 자극유형에 대한 반응 정확도와 평균 정반응시간을 제시한 것이다. 두 집단의 자극유형에 대한 반응 정확도와 평균 정반응 시간에 대해 독립표본 t -검정을 실시한 결과 모든 자극 유형에 대해 두 집단 간 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는

Table 1. Demographic information in informed-innocent and guilty group

	Informed-Innocent (<i>n</i> =53)	Guilty (<i>n</i> =58)
Gender (male / female)	11 / 42	20 / 38
Age	18.81 (0.81)	18.93 (1.04)
Education level	13.26 (1.33)	13.10 (0.99)
SES	2.64 (0.86)	2.60 (0.70)
Parental SES	2.42 (0.84)	2.50 (0.80)
BAI	3.45 (3.12)	4.14 (3.71)
BDI	5.02 (3.89)	5.88 (4.35)
MMPI-2_L	4.62 (2.00)	4.43 (1.96)
MACH-IV	56.43 (7.01)	58.91 (7.21)
SMS	11.72 (3.27)	11.95 (2.92)

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.

두 집단이 큰 차이 없이 과제 수행력을 유지했다는 것을 의미한다. 또한 두 집단의 자극 유형에 대한 반응정확도와 평균 정반응시간을 반복측정 변량분석을 이용해 분석하였다. 그 결과, 반응 정확도와 평균 정반응시간에서 자극 유형에 대한 주효과가 나타났다 [$F(4,436)=14.92, p<.001; F(4,436)=41.97, p<.001$]. 반응정확도에 대한 사후분석 결과, 목표문장(97.87%)이 다른 네 유형의 문장들(탐침: 99.14%, 무관련: 98.99%, 허위정보1: 99.27%, 허위정보2: 99.24%)보다 정확률이 낮은 것으로 나타났고, 평균 정반응시간에 대한 사후분석 결과에서 목표문장(541ms)이 다른 네 유형의

문장들(탐침: 574ms, 무관련: 577ms, 허위정보1: 581ms, 허위정보2: 572ms)보다 반응시간이 더 빠른 것으로 나타났다. 또한 반응정확도와 반응시간에 있어 집단 간 차이는 나타나지 않았다.

범죄 유형에 따른 집단을 허위정보 유무 조건별로 나누어 총 6개의 집단(IM0, IM1, IM2, GM0, GM1, GM2)의 자극유형에 대한 반응 정확도와 평균 정반응시간에 대해 일원 배치 변량분석을 실시했다. 그 결과, 모든 자극 유형에 대해 반응정확도와 평균 정반응시간에서 여섯 집단 간 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 또한 여섯 집단의 자극 유형에 대한 반응정확도와 평균 정반응시간을 반복측정변량 분석을 이용해 분석하였는데, 반응정확도와 평균 정반응시간에서 자극유형에 대한 주효과가 나타났다 [$F(4,420)=14.51, p<.001; F(4,420)=42.86, p<.001$]. 이는 두 개의 집단에서 자극유형에 대한 반응 정확도와 평균 정반응 시간에 대해 반복측정 변량분석을 실시한 결과와 일치한다. 또한 반응 정확도와 정반응 시간에 있어 여섯 집단 간 차이는 나타나지 않았다.

사건관련전위결과 : P300 진폭과 잠재기

문장의 목적어 성분 분석 결과. 먼저 범죄 유형 및 허위정보 유무에 따른 모든 자극유형 문장의 목적어에 대한 전체 평균 사건관련전위를 두정중앙부위(Pz) 전극에서 측정했을 때, 범죄 유형과 허위정보 유무에 상관없이 목표자극의 P300 진폭이 다른 네 자극의 P300 진폭보다 크게 나타났다. 이는 Farwell과 Donchin(1991)이 보고한 목표자극의 효과로 인한 결과를 반영한 것으로 피험자가 목표자극에서 특정 과제를 수행하면서 주의가 집중됨에 따라 P300이 발생한 것을 의미한다.

그림 2는 정보노출-무죄집단과 유죄집단에게 허위정보를

Table 2. Means and standard deviations (in parentheses) response accuracies and hit reaction time to stimulus type in informed-innocent and guilty group

Stimulus Type	Informed-innocent (<i>n</i> =53)		Guilty (<i>n</i> =58)	
	Accuracy (%)	Hit RT (ms)	Accuracy (%)	Hit RT (ms)
Target	98.2 (2.6)	546 (220)	97.6 (4.0)	536 (159)
Probe	99.1 (1.9)	581 (224)	99.2 (1.6)	567 (173)
Misleading information 1	99.3 (1.6)	586 (223)	99.2 (1.2)	575 (175)
Misleading information 2	99.1 (1.8)	580 (222)	99.4 (1.1)	565 (175)
Irrelevant	98.9 (2.3)	583 (222)	99.1 (1.2)	570 (172)

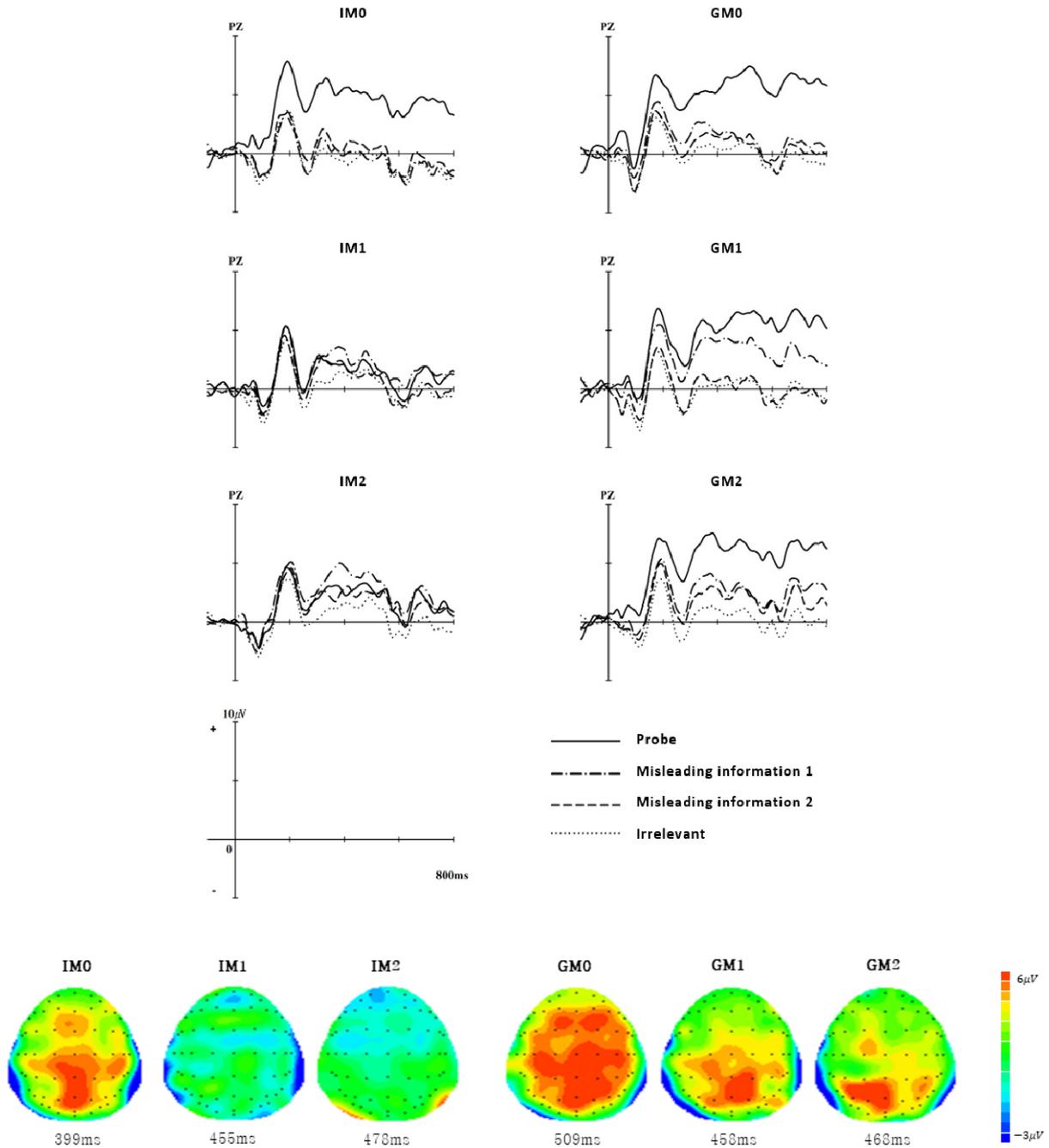


Figure 2. The grand average ERP waveforms of probe, misleading information 1, misleading information 2 and irrelevant stimuli for the object in informed-innocent and guilty group. And the brain topographic map of probe-irrelevant for the object in informed-innocent and guilty group. All accepted trials were epoched with 900ms interval from 100ms prestimulus to 800ms poststimulus; I: Informed-innocent; G: Guilty, M0: Control; M1: 1-Misleading information; M2: 2-Misleading information

제시하지 않거나, 1개 혹은 2개의 허위정보를 제시하였을 때 탐침문장, 허위정보1문장, 허위정보2문장, 무관련문장의 목적어에 대한 전체 평균 사건관련전위를 두정중앙부위 전극에서 측정하였다. 유죄집단은 모든 허위정보 유무 조건에서 탐침자극의 P300 진폭이 가장 높게 나타났으며, 무관련자극에서 가장 낮은 P300 진폭이 나타났다. 허위정보자극들은 조건에 따라 조금씩 다르게 나타났는데, 먼저 허위정보에 노출

되지 않은 조건에서는 2개의 허위정보자극과 무관련자극 간의 진폭 차이가 거의 없었으며, 1개의 허위정보에 노출된 집단은 허위정보1자극이 허위정보2자극과 무관련자극보다 높게 나타났다. 2개의 허위정보에 노출된 조건에서는 허위정보1자극과 허위정보2자극이 탐침자극보다는 낮지만 무관련자극보다는 높게 나타났다. 각각의 자극들에서 유발된 유죄집단의 P300은 250ms정도부터 관찰되기 시작하여 650ms 정도까지

지속되었다. 정보노출-무죄집단은 허위정보에 노출되지 않은 조건에서 유죄집단과 비슷한 패턴이 발견됐는데, 탐침자극의 P300 진폭이 가장 높았고, 허위정보1자극, 허위정보2자극과 무관련자극은 큰 진폭의 차이가 없었다. 반면 허위정보에 노출된 조건에서는 탐침자극이 크게 감소된 양상을 보였는데, 허위정보자극과 탐침자극에서 비슷한 수준의 P300이 나타났고 무관련자극과의 차이도 크게 감소했다. 또한 각각의 자극에서 유발된 정보노출-무죄집단의 P300은 약 250ms에서 관찰되기 시작하여 600ms정도까지 나타났다.

표 3은 이에 대해 범죄 유형(정보노출-무죄, 유죄) x 허위정보 유무(허위정보 0개, 허위정보 1개, 허위정보 2개) x 자극 유형(탐침자극, 허위정보1자극, 허위정보2자극, 무관련자극)으로 반복측정 변량분석을 실시한 결과를 제시하였다. 먼저, 자극유형에서 주효과[$F(3,315)=109.36, p<.001$]가 나타났는데, 이는 자극유형에 따라 진폭의 크기가 다르게 나타난 것을 반영한다. 또한 범죄 유형과 자극유형의 상호작용[$F(3,315)=13.86, p<.001$], 허위정보 유무와 자극유형의 상호작용[$F(6,315)=6.57, p<.001$], 범죄 유형과 허위정보 유무와 자극유형간의 상호작용[$F(6,315)=3.86, p<.01$]이 나타났으며, 이는 정보노출-무죄집단과 유죄집단이 허위정보에 노출된 조건에 따라 자극유형별 P300 진폭의 크기가 다르게 나타난 것을 반영한 결과이다. 즉, 유죄집단은 허위정보 유무 조건과 상관없이 탐침자극에서 제일 큰 진폭을 보이고 무관련자극에서 제일 낮은 진폭을 보였으나, 정보노출-무죄집단은 허위정보 유무 조건에 따라 자극 유형에 대한 진폭의 크기가 다르게 나타났다. 정보노출-무죄집단에서 허위정보에 노출되지 않은 통제조건에서는 유죄집단과 비슷한 결과가 나타났으나, 허위정보에 노출되었을 때에는 탐침정보의 진폭이 크게

감소하여 허위정보자극과 비슷하거나 더 낮은 진폭을 나타냈다. P300 정점진폭의 잠재기에 대해서는 범죄 유형의 주효과[$F(1,105)=6.15, p<.05$]와 자극유형의 주효과[$F(3,315)=2.93, p<.05$]가 나타났다. 이는 정보노출-무죄집단(395ms)과 유죄집단(429ms)의 집단 간 잠재기 차이와 더불어 탐침자극(423ms)과 무관련자극(426ms)이 허위정보1자극(399ms)과 허위정보2자극(399ms)의 잠재기보다 더 길게 나타난 것을 통계적으로 반영한 결과이다.

그림 3은 CIT 효과를 범죄 유형과 허위정보 유무 조건별로 나누어 평균과 표준오차를 제시하고 이에 대한 일원배치 변량분석 결과를 나타낸 것이며, 표 4는 범죄 유형과 허위정보 유무 조건별로 CIT 효과 정점진폭과 잠재기의 평균과 표준편차를 제시한 것이다. 유죄집단의 경우 허위정보 유무 조건에 상관없이 유사한 CIT 효과가 나타난 반면, 정보노출-무죄집단의 경우 허위정보에 노출되지 않은 조건의 CIT 효과가 1개 혹은 2개의 허위정보에 노출된 조건보다 크게 나타나 조건 간에 유의미한 차이가 있었다[$t=4.27, p<.001; t=4.13, p<.001$]. 또한 정보노출-무죄집단의 허위정보에 노출되지 않은 조건과 유죄집단의 모든 허위정보 유무 조건과의 CIT 효과에 차이가 나타나지 않았다. 하지만 1개 혹은 2개의 허위정보에 노출된 조건에서는 정보노출-무죄집단과 유죄집단 간의 CIT 효과에 유의미한 차이가 있었다[$t=5.60, p<.001; t=5.56, p<.001$].

CIT 효과의 정점진폭 잠재기에 대해서는 허위정보에 노출되지 않은 조건의 정보노출-무죄집단(399ms)과 유죄집단(509ms) 간에 차이가 있었다[$t=2.51, p<.05$].

문장의 서술어 성분 분석 결과. 먼저 범죄 유형 및 허위정

Table 3. Statistical analysis of the P300 amplitude of 4 stimuli (probe, misleading information 1, misleading information 2, irrelevant) for the object element in informed-innocent and guilty group using repeated measure ANOVA applied with Greenhouse-Geisser correction

Effect	df	F	
		Amplitude	Latency
Group(G)	1, 105	—	6.15*
Misleading(M)	2, 105	—	—
Stimulus(S)	3, 315	109.36***	2.93*
Object (Pz)	G x M	—	—
	G x S	13.86***	—
	M x S	6.57***	—
	G x M x S	3.86**	—

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

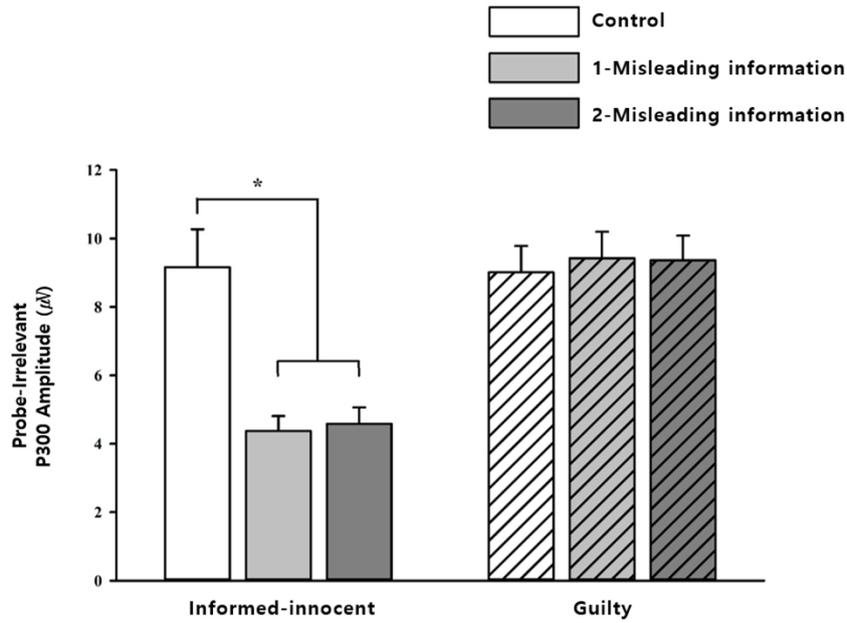


Figure 3. Means and standard errors of CIT effect for the object element in informed-innocent and guilty group (* $p < 0.05$)

Table 4. Means and standard deviations (in parentheses) of CIT effect for the object element in informed-innocent and guilty group

Midline parietal (Pz)	Informed-innocent			Guilty		
	Control (n=15)	1-Misleading information (n=18)	2-Misleading information (n=20)	Control (n=20)	1-Misleading information (n=19)	2-Misleading information (n=19)
Peak amplitude (µV)	9.16 (4.30)	4.37 (1.88)	4.58 (2.16)	9.01 (3.36)	9.42 (3.36)	9.36 (3.15)
Latency (ms)	399 (104)	455 (122)	478 (121)	509 (143)	458 (139)	468 (134)

Standard deviations in parentheses.

보 유무 조건에 따른 모든 자극유형 문장의 서술어에 대한 전체 평균 사건관련전위를 전두중양부위(Fz) 전극에서 측정했을 때, 범죄 유형과 허위정보 유무 조건에 상관없이 목표 자극의 P300 진폭이 다른 네 자극의 P300 진폭보다 크게 나타났다. 이는 목적어와 마찬가지로 특정 과제 수행에 따른 목표자극에 대한 주의 집중 효과로 인한 결과를 반영한 것으로 보인다.

그림 4는 정보노출-무죄집단과 유죄집단에게 허위정보를 제시하지 않거나, 1개 혹은 2개의 허위정보를 제시하였을 때 목표문장, 허위정보1문장, 허위정보2문장, 무관련문장의 서술어에 대한 전체 평균 사건관련전위를 전두중양부위 전극에서 측정한 것이다. 유죄집단은 허위정보 조건에 상관없이 탐침 자극에서 가장 큰 P300 진폭이 나타났고, 허위정보자극들과 무관련자극 간의 차이는 거의 없었다. 반면 정보노출-무죄집

단은 허위정보에 노출되지 않은 조건에서는 유죄집단과 비슷한 패턴이 나타났으나, 허위정보에 노출된 조건에서는 탐침 자극의 P300 진폭이 크게 감소하여 탐침자극보다 허위정보 자극에서 더 큰 P300 진폭이 나타나는 패턴을 보였다. 특히 허위정보의 개수가 증가할수록 탐침자극과 무관련자극 간의 진폭 차이가 약간 감소하는 것을 볼 수 있었다.

표 5는 이에 대해 범죄 유형(정보노출-무죄, 유죄) x 허위정보 유무(허위정보 0개, 허위정보 1개, 허위정보 2개) x 자극유형(탐침자극, 허위정보1자극, 허위정보2자극, 무관련자극)으로 반복측정 변량분석을 실시한 결과를 제시한 것이다. 그 결과, 자극유형의 주효과 [$F(3,315)=48.30, p < .001$]와 범죄 유형과 자극유형의 상호작용효과 [$F(3,315)=6.58, p < .001$], 허위정보 유무 조건과 자극유형의 상호작용효과 [$F(6,315)=4.16, p < .01$]가 나타났다. 자극유형의 주효과는 자

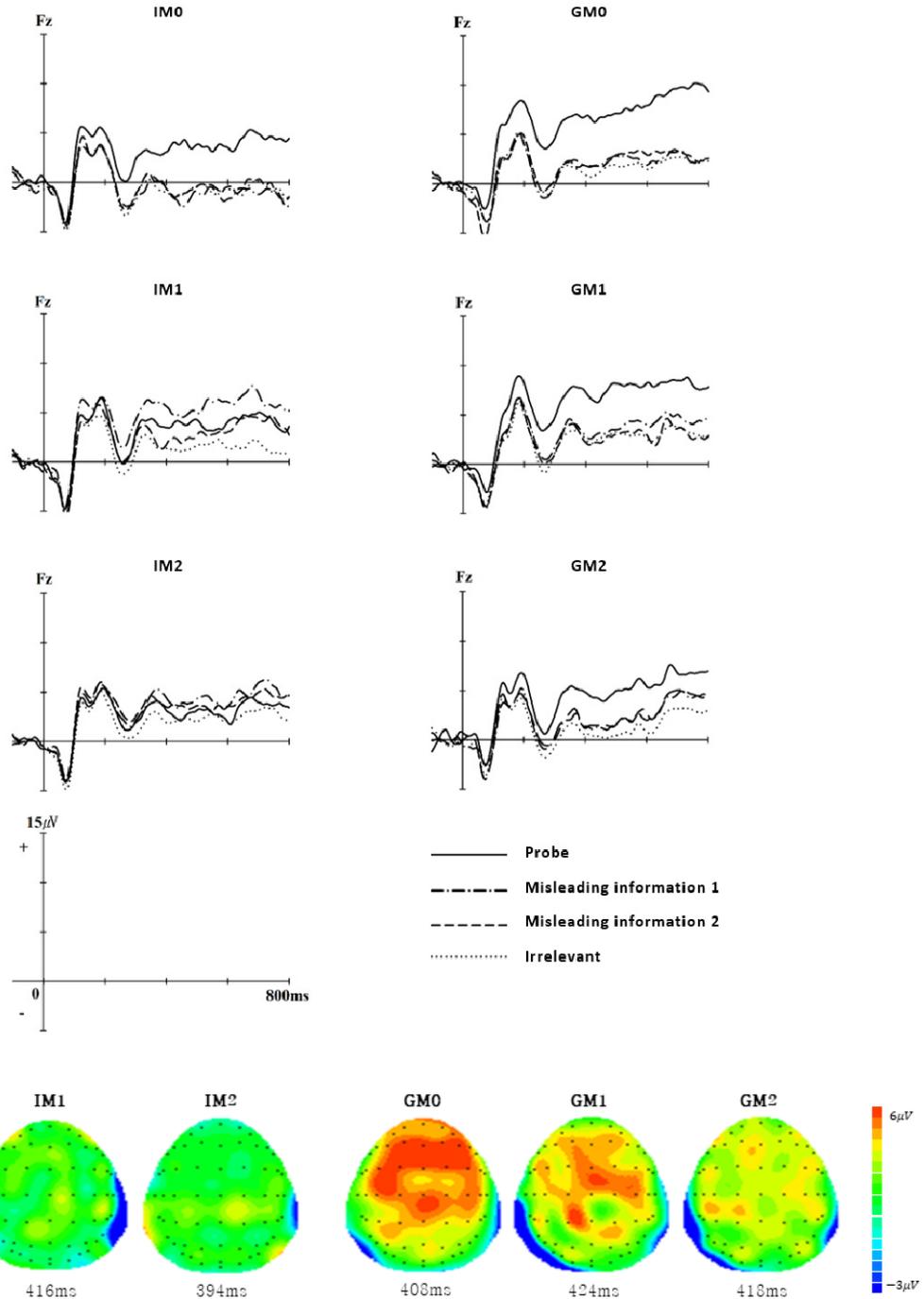


Figure 4. The grand average ERP waveforms of probe, misleading information 1, misleading information 2, irrelevant stimuli for the verb in informed-innocent and guilty group. And the brain topographic map of probe-irrelevant for the verb in informed-innocent and guilty group. All accepted trials were epoched with 900ms interval from 100ms prestimulus to 800ms poststimulus; I: Informed-innocent; G: Guilty, M0: Control; M1: 1-Misleading information; M2: 2-Misleading information

극 유형에 따라 진폭이 다르게 나타났음을 의미하며 탐침 자극($8.56\mu V$)이 허위정보1자극($6.25\mu V$), 허위정보2자극($5.82\mu V$)보다 크게 나타나고 무관련자극($4.15\mu V$)이 가장 낮은 진폭이 나타난 것을 반영한 결과이다. 또한 범죄 유형과 자극유형 간의 상호작용과 허위정보 유무 조건과 자극유형 간의 상호작용은 범죄 유형 혹은 허위정보 유무 조건 별로 자극에 따

른 P300 진폭의 차이가 있음을 나타낸다. 즉, 범죄 유형과 자극유형의 상호작용은 정보노출-무죄집단이 유죄집단에 비해 탐침자극의 진폭이 감소한 것을 반영한 결과이며, 허위정보 유무 조건과 자극유형의 상호작용은 허위정보1자극과 허위정보2자극이 통제조건에 비해 1개의 허위정보에 노출된 조건, 2개의 허위정보에 노출된 조건에서 더 높은 진폭이 나

Table 5. Statistical analysis of the P300 amplitude of 4 stimuli (probe, misleading information 1, misleading information 2, irrelevant) for the verb element in informed-innocent and guilty group using repeated measure ANOVA applied with Greenhouse-Geisser correction

	Effect	df	F	
			Amplitude	Latency
Verb (Fz)	Group(G)	1, 105	—	—
	Misleading(M)	2, 105	—	—
	Stimulus(S)	3, 315	48.30 ^{***}	—
	G x M	2, 105	—	—
	G x S	3, 315	6.58 ^{***}	—
	M x S	6, 315	4.16 ^{**}	—
	G x M x S	6, 315	—	—

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

타난 것을 통계적으로 반영한 결과이다.

그림 5는 CIT 효과(탐침자극-무관련자극)를 범죄 유형과 허위정보 유무 조건별로 나누어 평균과 표준오차를 제시하고, 이에 대한 일원배치 변량분석 결과를 나타낸 것이며, 표 6은 각 범죄 유형과 허위정보 유무 조건별로 CIT 효과 정점진폭과 잠재기의 평균과 표준편차를 제시한 것이다. 유죄집단의 경우 허위정보 유무 조건에 따른 CIT 효과에 차이가 없었지만, 정보노출-무죄집단의 경우 허위정보에 노출되지 않은 조건과 2개의 허위정보에 노출된 조건 간의 CIT 효과에 유의미한 차이가 있었다($t = 2.21, p < .05$). 또한 유죄집단의

모든 허위정보 유무 조건과 정보노출-무죄집단의 허위정보에 노출되지 않은 조건 간의 CIT 효과에는 유의미한 차이가 없었다. 1개의 허위정보에 노출된 조건에서도 유죄집단과 정보노출-무죄집단 간의 CIT 효과에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 2개의 허위정보에 노출된 조건에 대해서는 유죄집단과 정보노출-무죄집단 간의 CIT 효과에 유의미한 차이가 있었다($t = 2.213, p < .05$). CIT 효과의 정점진폭 잠재기의 경우 모든 범죄 유형과 허위정보 유무 조건 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

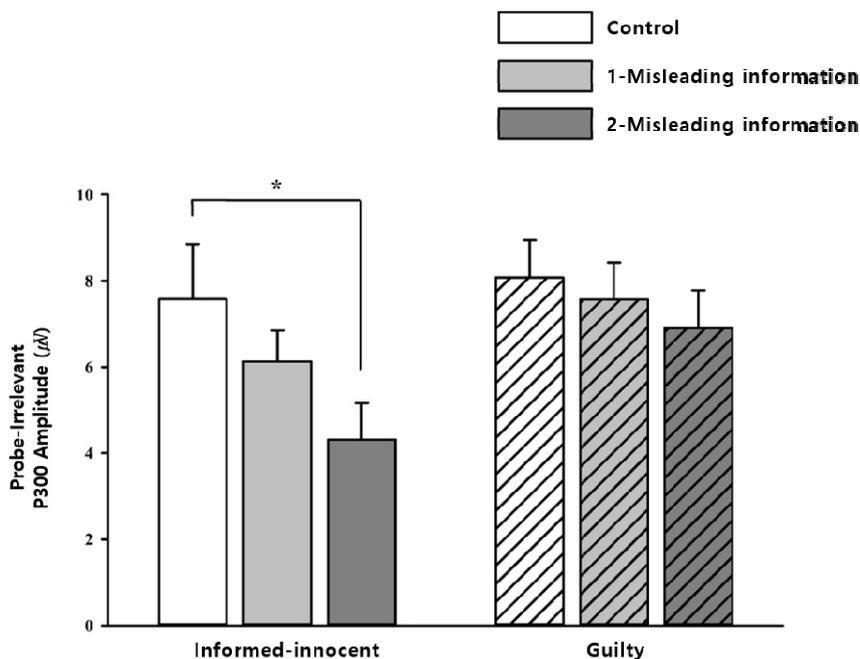


Figure 5. Means and standard errors of CIT effect for the verb element in informed-innocent and guilty group ($p < 0.05$)

Table 6. Means and standard deviations (in parentheses) of CIT effect for the verb element in informed-innocent and guilty group

Midline frontal (Fz)	Informed-innocent			Guilty		
	Control (n=15)	1-Misleading information (n=18)	2-Misleading information (n=20)	Control (n=20)	1-Misleading information (n=19)	2-Misleading information (n=19)
Peak amplitude (μV)	7.57 (4.95)	6.13 (3.05)	4.32 (3.79)	8.08 (3.87)	7.57 (3.74)	6.90 (3.82)
Latency (ms)	420 (64)	416 (56)	394 (74)	408 (63)	424 (66)	418 (70)

Standard deviations in parentheses.

논 의

본 연구는 P300-기반 CIT에서 노출시키는 허위정보의 개수가 증가함에 따른 CIT 효과를 비교하고, 목적어뿐만 아니라 서술어 자극에 대한 분석을 실시하여 서술어에서 유의미한 P300이 나타나는지 관찰하고자 하였다. 이에 본 연구에서는 주어/목적어/서술어 형태의 문장을 자극으로 제시하였고, 이전 연구들에서 목적어와 서술어에 대한 P300이 가장 크게 나타난다고 알려진 두정중심영역과 전두중심영역의 사건관련전위를 분석에 사용하였다. 또한 기존 3-자극 프로토콜에서 사용하는 목표자극, 탐침자극, 무관련자극 외에 허위정보1자극, 허위정보2자극을 추가하여 P300-기반 CIT를 실시하였다.

먼저 두정중심영역에서 목적어 자극이 제시되었을 때 자극제시 후 250-650ms 사이에 P300 요인이 관찰되었다. 목표자극은 범죄 유형과 허위정보 유무 조건에 상관없이 다른 네 자극과 비교했을 때 가장 높은 P300 진폭이 나타나, 피험자의 주의 집중에 따른 P300을 확인할 수 있었다. 또한 탐침자극, 허위정보1자극, 허위정보2자극, 무관련자극을 비교했을 때 유죄집단은 허위정보 유무 조건에 상관없이 탐침자극의 P300이 가장 높게 나타났고, 허위정보1자극과 허위정보2자극의 P300 진폭은 탐침자극보다는 낮지만 무관련자극보다는 높게 나타났다. 특히 1개의 허위정보에 노출되었을 때 허위정보1자극의 P300 진폭이 허위정보2자극과 무관련자극보다 크게 나타났는데, 이는 허위정보2자극은 피험자에게 노출되지 않아 무관련자극과 동일한 범주로 처리되었음을 보여주는 결과이다. 이러한 결과는 피험자가 허위정보에 대한 기억을 가지고 있지만 부호화 과정의 차이로 탐침자극만큼 강하게 기억에 남지 않았다는 것을 반영하는 것으로 허위정보자극을 사용해도 유죄집단의 집단변별력에는 영향을 미치지 않는다는 것을 보여준다. 또한 정보노출-무죄집단의 경우 허위정보에 노출되지 않은 조건에서 탐침자극이 다른 자극들

보다 높은 P300 진폭을 보여 유죄집단과 비슷한 패턴이 나타났는데, 이는 피험자가 범죄와 관련된 정보를 알고 있기 때문에 나타나는 뇌의 활동성을 반영하는 것이며 기존의 3-자극 프로토콜이 정보노출-무죄집단을 유죄집단으로 판별하는 긍정오류를 발생시킬 수 있다는 가능성을 보여준다. 반면에 정보노출-무죄집단에서 1개 혹은 2개의 허위정보에 노출됐을 때 탐침자극의 P300 진폭이 크게 감소하여 탐침자극과 무관련자극 간의 P300 진폭 차이가 감소하였고, 허위정보자극의 P300 진폭이 탐침자극보다 조금 더 높게 나타나기도 하였다. 이는 정보노출-무죄집단은 유죄집단과 달리 허위정보자극을 탐침자극과 동일한 범주의 자극으로 처리하기 때문에 탐침자극으로 가는 주의자원이 분산되어 탐침자극의 진폭이 감소한 것을 반영하며, 선행 연구의 결과와 일치한다 (Kim, 2018). 마지막으로 CIT 효과는 탐침자극과 무관련자극 간의 진폭 차이를 의미하며 CIT 효과가 크게 나타날수록 두 자극간의 차이가 크다는 것을 나타내기 때문에 유죄로 판별될 확률이 높고 CIT 효과가 작을수록 무죄로 판별될 확률이 높다. 이에 근거하여 범죄 유형과 허위정보 유무 조건별 CIT효과를 비교해 봤을 때, 유죄집단은 허위정보 유무 조건에 상관없이 모두 큰 CIT 효과가 나타나 허위정보 유무 조건 간 유의미한 차이가 없었고, 정보노출-무죄집단의 경우 허위정보에 노출되지 않은 통제조건에서는 CIT 효과가 크게 나타났으나 1개 혹은 2개의 허위정보에 노출되었을 때의 CIT 효과는 크게 감소하여 허위정보 유무 조건 간 유의미한 차이가 나타났다. 즉 유죄집단은 허위정보의 노출에 상관없이 모두 유죄로 판별될 가능성이 높으며, 정보노출-무죄집단의 경우 허위정보에 노출되지 않았을 때는 유죄로 판별될 가능성이 높지만 허위정보에 노출될 경우 무죄로 판별될 가능성이 높아진다고 볼 수 있다. 따라서 허위정보 노출이 정보노출-무죄집단에 대한 긍정오류를 감소시키는 데 효과적임을 확인할 수 있었고 이는 기존 선행연구(Kim, 2018)와 일

치하는 결과이다. 또한 2개의 허위정보에 노출되었을 때의 CIT 효과가 1개의 허위정보에 노출되었을 때의 CIT 효과와 비슷하게 나타나 허위정보 개수가 증가하여도 정보노출-무죄집단에 대한 긍정오류를 감소시키는 허위정보의 효과가 유지됨을 관찰할 수 있었다.

서술어 자극은 전두중심영역에서 자극이 제시된 후 약 250ms부터 관찰되기 시작해 800ms정도까지 지속되었고 약 500ms 이후에 진폭이 상승하는 패턴이 나타났다. 모든 범죄 유형과 허위정보 유무 조건에서 목표자극이 가장 큰 진폭을 보여, 서술어 자극에서도 피험자의 주의 집중에 따른 P300이 관찰됨을 확인하였다. 탐침자극, 허위정보1자극, 허위정보 2자극, 무관련자극을 비교했을 때 유죄집단의 경우 허위정보 유무 조건에 상관없이 탐침자극에서 가장 높은 P300이 나타났고 허위정보자극과 무관련자극 간에는 큰 차이가 없었다. 반면 정보노출-무죄집단의 경우, 허위정보에 노출되지 않은 조건에서는 탐침자극에서 제일 큰 P300 진폭을 보였지만 1개 혹은 2개의 허위정보에 노출된 조건에서는 탐침자극의 P300 진폭이 감소하여 무관련자극과의 P300 진폭 차이가 줄어들었고, 탐침자극보다 허위정보자극의 P300 진폭이 조금 더 크게 나타났다. 이는 서술어자극에 대해서도 정보노출-무죄집단의 긍정오류를 감소시키는 허위정보의 효과가 작용하는 것을 보여준다. 이를 종합해보면, 서술어자극에 대한 P300을 분석했을 때 전두중심영역의 목표자극과 탐침자극에서 높은 P300이 관찰되어 기존의 선행연구들과 일치하는 결과가 나타났으며(Kang & Kim, 2010; Go & Kim, 2020), 허위정보의 효과 역시 유효하게 작용하였기 때문에 서술어자극도 집단을 변별하는데 유용한 지표가 될 수 있음을 보여준다. 또한 서술어자극에서도 유죄집단은 허위정보 유무 조건에 상관없이 모두 큰 CIT 효과가 나타나 조건 간 통계적인 차이가 없었고, 이는 P300-기반 CIT에서 허위정보 노출에 상관없이 유죄집단은 모두 유죄로 판별될 확률이 높음을 의미한다. 하지만 정보노출-무죄집단의 경우 1개의 허위정보에 노출되었을 때에는 허위정보에 노출되지 않았을 때와 비교했을 때 CIT 효과가 비교적 감소하긴 하였으나 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않은 반면, 2개의 허위정보에 노출되었을 때의 CIT 효과는 더욱 크게 감소하여 허위정보에 노출되지 않았을 때와 비교했을 때 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 즉, 서술어에서는 1개보다 2개의 허위정보에 노출됐을 때 무죄로 판별될 확률이 더욱 높음을 의미하며, 노출되는 허위정보의 개수가 증가함에 따라 정보노출-무죄집단에 대한 긍정오류를 감소시키는 효과가 향상되었다고 볼 수 있다.

선행연구들에서 서술어자극에 대한 전두영역의 P300은 반응억제와 관련이 있다고 보고하고 있는데, 문장을 이용한 P300-기반 CIT는 주어/목적어/서술어 순서로 자극이 제시되며, 서술어가 제시된 후에 이를 확인하고 문장이 목표자극인지 비목표자극인지를 버튼을 눌러 반응하도록 지시한다. 따라서 인지적 관점에서 유죄집단은 무죄집단에 비해 범죄정보를 담고있는 목적어의 영향을 받아 서술어에 대한 반응 결정에 더 많은 주의와 에너지가 소요되고 더 큰 억제과정이 요구되면서 탐침자극에 대한 더 큰 P300 진폭이 나타난다는 것이다(Kang & Kim, 2010; Go & Kim, 2020). 이는 유죄집단에게 허위정보를 노출시켜도 동일하게 작용하는데, 자신이 직접 경험해서 얻은 범죄정보와 간접적으로 습득한 허위정보 간에는 차이가 존재하기 때문에 탐침자극의 서술어에 대해서 더 큰 억제반응이 요구되어 허위정보에 노출되는 것에 상관없이 P300 진폭이 높게 나타난다.

또한 목적어의 경우 정보노출-무죄집단에서 허위정보가 증가하여도 CIT 효과에는 차이가 없어 허위정보효과가 유지되었다. 더 나아가 서술어는 정보노출-무죄집단에서 CIT 효과가 더욱 감소하여 허위정보가 긍정오류를 감소시키는 영향이 증가한 것으로 보이는데, 이는 주의자원할당(attentional allocation)에 따른 결과로 보인다. 목적어의 경우, 문장의 유형을 결정짓는 정보를 포함하고 있는 자극으로 무작위로 제시되는 자극들 사이에서 숨김정보를 처리해야 하기 때문에 인지적 부담이 커져 남은 주의 용량이 감소할 수 밖에 없다. 반면 서술어는 숨김정보를 포함하지 않고 있으며 계속해서 동일한 자극('흡쳤습니까?')이 제시되기 때문에 숨김정보에 대한 처리가 이루어지지 않는다. 즉, 주의자원할당의 관점에서 보면 목적어는 숨김정보를 처리하는데 많은 자원이 소요되어 허위정보가 증가하여도 남아있는 주의 용량 하에서 분산 효과가 나타나기 때문에 그 차이가 크게 나타나지 않은 것으로 보인다. 반면, 서술어는 목적어에 비해 인지적 부담이 적기 때문에 더 많은 양의 주의 용량을 확보할 수 있어 허위정보로 인한 탐침문장의 주의 분산 효과가 더 크게 드러난 것으로 보인다.

따라서 본 연구의 결과는 P300-기반 CIT에서 허위정보가 정보노출-무죄집단에 대한 긍정오류를 감소시키는데 효과적임을 재검증하였고, 목적어 뿐만 아니라 서술어에서도 유사한 효과가 관찰되어 문장의 서술어자극을 통해서도 집단을 변별할 수 있다는 가능성을 보여준다. 또한 이를 활용하여 목적어와 서술어를 함께 분석에 사용하면 범죄정보가 노출된 상황에서도 유/무죄 집단 변별력을 향상시킬 수 있을 것이라 기대된다. 더불어 허위정보 개수가 증가했을 때에도 그 효과

가 유지 혹은 증가함을 검증해 허위정보의 효용성을 확장시켰다는 데에 의의가 있다.

본 연구는 Kim(2018)에 의해 진행되었던 선행연구와 패러다임에 차이가 존재하는데, 선행연구에서는 피험자에게 범죄정보 노출이 이루어진 뒤 하루의 시간차를 두고 허위정보 노출이 이루어졌다. 따라서 기존 연구는 허위정보가 탐침정보의 기억을 방해하는 역행 간섭(retroactive interference)의 원리로 허위정보효과를 설명할 수 있었으나 본 연구는 피험자에게 범죄정보와 허위정보를 동시에 노출시켜 허위정보효과를 역행 간섭의 영향으로 볼 수 없었다. 유죄집단의 경우 범죄 미션을 수행한 뒤 허위정보에 노출되었기 때문에 약간의 역행 간섭의 영향이 존재할 수 있지만 유죄집단은 판별해 내는 것에 큰 영향을 끼치지 않았으며, 정보노출-무죄집단에게는 역행 간섭이 전혀 해당되지 않는다. 하지만 그 이전에는 차이가 있지만 시간차를 두지 않고 동시에 범죄정보와 허위정보에 노출되었을 때에도 허위정보의 효과를 유발할 수 있다는 점에서는 의의가 있다. 후속 연구에서는 기존 패러다임과 같이 시간차를 두고 허위정보 개수를 조절하여 실험을 진행해 그 효과를 비교해 볼 필요가 있으며, 실제 형사사법 현장 상황을 고려해 봤을 때 하루 이상의 장기적인 시간차를 두고 연구가 이루어질 필요가 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저 허위정보가 증가할수록 피험자들이 탐침정보와 허위정보를 모두 정확하게 기억하는 데 어려움이 있을 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 피험자들이 탐침정보와 허위정보를 정확하게 숙지할 수 있도록 뇌파검사에 들어가기 전 반복해서 정보를 노출시켰는데, 피험자가 정보들을 정확하게 기억하고 있는지를 뇌파검사에 들어가기 전에 구두로 확인을 한 후 뇌파검사가 모두 끝난 후에 사후설문지를 작성해 기억검사가 이루어졌다. 그 결과 허위정보가 1개일 때보다 2개일 때의 정확도가 더 낮은 것으로 나타났다. 하지만 뇌파검사가 끝난 후에 기억검사가 이루어져 뇌파검사가 진행되는 동안 탐침, 허위정보, 무관련자극들에 반복적으로 노출되면서 기억에 혼선이 생겼을 가능성이 있다. 따라서 후속연구에서는 반드시 뇌파검사에 들어가기 전에도 기억검사를 실시하여 피험자가 확실하게 탐침정보와 허위정보를 기억할 수 있도록 해야 할 필요가 있다.

두 번째로 본 연구에서 유/무죄 집단 분류를 위해 CIT 효과의 평균값을 제시하였는데 이는 개개인의 유죄지식 여부를 분류하기에는 한계가 있다. 따라서 추후에 부트스트랩법(bootstrap), 웨이브렛법(wavelet), 베이지안법(Bayesian), SVM법(Support Vector Machine) 등의 다양한 분류법들을 통해 숨김정보 여부를 개별적으로 분류하여 허위정보조건에

따른 탐지정확률을 비교해 볼 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 선행 연구의 결과를 바탕으로 목적어와 서술어자극에 대해 유/무죄 집단 간의 현저한 차이를 보였던 중앙 부위 전극(Pz, Fz)만의 P300 데이터를 분석에 사용했다(Kang & Kim, 2010). 따라서 보다 많은 전극 위치에 대한 분석을 실시하여 정보노출-무죄집단과 유죄집단이 허위정보를 다른 범주로 처리한다는 점을 지지할 수 있을 만한 결과가 나타나는지 혹은 허위정보효과를 설명할 수 있는 다른 가설이 있는지 확인해볼 필요가 있다.

이 밖에도 P300-기반 CIT는 피험자가 검사를 방해하려는 목적으로 사용하는 내적, 외적 대응에 취약한 것으로 알려져 있다(Rosenfeld et al. 2004). 따라서 최근 활발히 연구되고 있는 3-자극 프로토콜의 대응책(countermeasure) 사용에 대한 취약점을 보완하기 위해 고안된 복합시행프로토콜(complex trial protocol)에서 허위정보를 사용했을 때 정보노출-무죄집단의 긍정오류를 감소시킬 수 있는지와 더불어 유/무죄 집단의 집단 변별력이 유지될 수 있는지에 대해서도 확인해 볼 필요가 있다.

References

Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of consulting and clinical psychology*, 56(6), 893.

Ben-Shakhar, G. (1991). Clinical judgment and decision-making in CQT-polygraphy. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 26(3), 232-240.

Bradley, M. T., Barefoot, C. A., & Arsenault, A. M. (2011). 10 Leakage of information to innocent suspects. *Memory detection: Theory and application of the Concealed Information Test*. Cambridge University Press.

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.

Farwell, L. A., & Donchin, E. (1991). The truth will out: Interrogative polygraphy ("lie detection") with event related brain potentials. *Psychophysiology*, 28(5), 531-547.

Ford, E. B. (2006). Lie detection: Historical, neuropsychiatric and legal dimensions. *International Journal of Law and Psychiatry*, 29(3), 159-177.

Go, E. J., & Kim, Y. Y. (2020). The P300-Based, Complex

- Trial Protocol for Guilty Knowledge Test Using Sentences: P900 Component Related to Countermeasure Use. *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 32(2), 145-160.
- Greenhouse, S. W., & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24(2), 95-112.
- Grubin, D., & Madsen, L. (2005). Lie detection and the polygraph: A historical review. *The Journal of Forensic Psychiatry & Psychology*, 16(2), 357-369.
- Happel, M. D. (2005). Neuroscience and the Detection of Deception. *Review of Policy Research*, 22(5), 667-685.
- Hong, S. U., (2011). The Accuracy and Legal Effects of fMRI Lie-detection Evidence. *Seoul Law Journal*, 52(3), 511-540.
- Jung, E. K., Kang, K. Y., & Kim, Y. Y. (2013). Frontoparietal activity during deceptive responses in the P300-based guilty knowledge test: An sLORETA study. *Neuroimage*, 78, 305-315.
- Jung, E. K., & Kim, Y. Y. (2013). A Comparison of Detection Accuracy of P300-based Guilty Knowledge Test: Based on Bootstrap Approach. *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 25(1), 75-92.
- 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.
- Kim, H. T. (2018). EEG analysis technique that can be tested even in information leakage situations. *Paper presented at Supreme Prosecutors' Office & Rhetoric Society of Korea academic Conference*, pp.11-31. Seoul.
- Kim, S. C., Chang, E. H., Lee, S. H., B, 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.
- 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, 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.
- Lui, M., & Rosenfeld, J. P. (2008). Detection of deception about multiple, concealed, mock crime items, based on a spatial temporal analysis of ERP amplitude and scalp distribution. *Psychophysiology*, 45(5), 721-730.
- Lukacs, G., Grządziel, A., Kempkes, M., & Ansorge, U. (2019). Item Roles Explored in a Modified P300-Based CTP Concealed Information Test. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 44(3), 195-209.
- Olson, J., Rosenfeld, J. P., & Perrault, E. (2019). Deleterious effects of probe related versus irrelevant targets on the "CIT effect" in the P300 and RT based three stimulus protocol for detection of concealed information. *Psychophysiology*, 56(12), e13459.
- Peth, J., Sommer, T., Hebart, M. N., Vossel, G., Buchel, C., & Gamer, M. (2015). Memory detection using fMRI—Does the encoding context matter?. *NeuroImage*, 113, 164-174.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, 118(10), 2128-2148.
- Polich, J., & Martin, S. (1992). P300, cognitive capability, and personality: A correlational study of university undergraduates. *Personality and individual differences*, 13(5), 533-543.
- 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., Labkovsky, E., Winograd, M., Lui, M. A., Vandenberg, C., & Chedid, E. (2008). The Complex Trial Protocol (CTP): A new, countermeasure resistant, accurate, P300 based method for detection of concealed information. *Psychophysiology*, 45(6), 906-919.
- Rosenfeld, J. P., Shue, E., & Singer, E. (2007). Single versus multiple probe blocks of P300-based concealed information tests for self-referring versus incidentally obtained information. *Biological psychology*, 74(3), 396-404.
- 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.
- Snyder, M. (1974). Self-monitoring of expressive behavior.

- Journal of personality and social psychology*, 30(4), 526.
- Song, I. U., Kim, H. M., Lee, K. E., Chang, E. H., & Kim, H. T. (2018). The comparison of Bootstrapping analyses in P300-CIT. *Korean Journal of Forensic Psychology*, 9(2), 75-99.
- Song, I. U., Kim, H. M., Lee, K. E., Chang, E. H., & Kim, H. T. (2019). Can virtual mock crime replace actual mock crime? An event-related potential study. *Korean Journal of Forensic Psychology*, 10(2), 89-109.
- Winograd, M. R., & Rosenfeld, J. P. (2014). The impact of prior knowledge from participant instructions in a mock crime P300 Concealed Information Test. *International journal of psychophysiology*, 94(3), 473-481.

정보 노출 상황에서의 P300-기반 숨김정보검사

황슬기, 김영운

경기대학교 범죄심리학과

본 연구는 정보 노출에 대한 P300-기반 숨김정보검사의 한계점을 극복하고자 허위정보(misleading information)와 문장을 사용하여 실험을 진행하였다. 허위정보는 피험자에게 범죄와 관련되어 있다고 고의로 노출시킨 정보로, 실제로는 범죄와 관련이 없는 정보를 의미한다. 피험자는 크게 모의 범죄를 수행함으로써 범죄관련정보를 습득하거나(유죄집단, $n=58$), 모의 범죄를 설명한 동영상 시청함으로써 범죄관련정보를 습득하는(정보노출-무죄집단, $n=53$) 두 개의 집단으로 나누어졌다. 각 집단은 다시 뇌파 검사가 진행되기 전에 허위정보에 노출되는 지에 따라 통제조건, 한 개의 허위정보에 노출되는 조건, 두 개의 허위정보에 노출되는 조건의 세 가지 조건으로 분류되었다. 뇌파검사가 진행되는 동안 주어/목적어/동사 구조의 문장이 자극으로 제시되었다. 유죄집단은 목적어와 서술어에서 허위정보 조건에 상관없이 탐침자극과 무관련자극 간에 유의미한 P300 진폭 차이가 나타났다. 정보노출-무죄집단의 경우 목적어와 서술어에 대해 통제조건에서만 탐침자극에 대한 높은 P300 진폭이 나타났으며, 허위정보에 노출되었을 때에는 탐침자극의 P300 진폭이 감소하였다. 본 연구의 결과는 허위정보가 P300-기반 숨김정보 검사에서 정보노출-무죄집단에 대한 허위긍정오류(false positive)를 감소시키는데 효과적임을 나타내며, 허위정보의 개수가 증가하여도 효과적임을 보여준다.

주제어: 숨김정보검사, P300, 정보노출, 허위정보, 문장 분석

부록

자극 유형별 문장구성표

자극 유형	흠친 물건의 종류 (반지/시계)	
	허위정보 (목걸이, 지갑)	허위정보 (귀걸이, 팔찌)
주어 / 목적어 / 서술어		
목표문장 (Target)	당신은 / 무관련자극 위에 빨간 점이 있는 자극 / 흠쳤습니까?	
탐침문장 (Probe)	당신은 / 반지(시계)를 / 흠쳤습니까?	
허위정보문장 (Misleading information)	당신은 / 목걸이를 / 흠쳤습니까? 당신은 / 지갑을 / 흠쳤습니까?	당신은 / 귀걸이를 / 흠쳤습니까? 당신은 / 팔찌를 / 흠쳤습니까?
무관련문장 (Irrelevant)	당신은 / 시계(반지)를 / 흠쳤습니까? 당신은 / 만년필을 / 흠쳤습니까? 당신은 / 귀걸이를 / 흠쳤습니까? 당신은 / 팔찌를 / 흠쳤습니까?	당신은 / 시계(반지)를 / 흠쳤습니까? 당신은 / 만년필을 / 흠쳤습니까? 당신은 / 목걸이를 / 흠쳤습니까? 당신은 / 지갑을 / 흠쳤습니까?
filler문장	당신은 / 반지를 / 보았습니까? 당신은 / 시계를 / 보았습니까? 당신은 / 팔찌를 / 보았습니까? 당신은 / 귀걸이를 / 보았습니까? 당신은 / 만년필을 / 보았습니까? 당신은 / 목걸이를 / 보았습니까? 당신은 / 지갑을 / 보았습니까? 당신은 / 목표자극을 / 보았습니까?	