韓國心理學會誌: 社會 및 性格
Korean Journal of Social and Personality Psychology
2010, Vol. 24, No. 4, 19~41

문장을 이용한 P300-기반 유죄지식검사*

강 기 영　　김 영 윤†
경기대학교

본 연구는 일련의 범죄사건에 대한 유죄지식의 유무에 따라 다르게 나타나는 사건관련전위의 변화를 알아보고자 하였다. 참가자들에게는 모의된 절도상황 또는 일상적인 행동으로 묘사된 상황에 무선으로 할당되어 경험하도록 하였고 이 중 유죄지식을 가진 사람은 훔쳐간 돈의 액수와 지갑을 감춘 장소에 대해 알게 되었다. 이후 유죄지식의 여부를 검증하기 위해 뇌파검사를 실시하였으며, 참가자들에게는 주어, 목적어, 서술어의 형태와 목적어, 부사구, 서술어의 형태로 완성된 문장을 제시하였다. 전형적인 Oddball 패러다임에서 변형된 형태로 목표문장, 무관련문장, 탐침문장의 3종류의 문장을 제시하였다. 목표문장과 무관련문장은 모두 유죄지식을 포함하지 않는 반면 탐침문장은 유죄지식을 포함하였으며 목표문장은 무관련문장과 탐침문장과는 다르게 반응하도록 하였다. 사건관련전위 분석결과, 탐침문장의 목적어와 부사구가 제시되었을 때 무죄집단과는 다르게 유죄집단의 경우 중심두정부에서 무관련문장에 비해 더 큰 진폭의 P300이 나타났다. 탐침문장의 서술어가 제시되었을 때에는 유죄집단의 경우 무관련문장보다 전두부에서 더 큰 진폭의 P300이 관찰된 반면 무죄집단은 이러한 차이가 나타나지 않았다. 유죄집단에서 탐침문장의 목적어와 부사구에 나타난 두정엽에서의 P300은 유죄지식의 변별로 인해 기인한 것으로 보여지며, 이는 기존의 연구결과를 지지하고 있다. 탐침문장의 서술어를 유죄집단에게 제시하였을 때 나타난 전두엽에서의 P300은 유죄지식에 대해 요구되는 의사결정과 판단과정에 있어 반응억제가 관여된 것으로 보여진다.

주요어: 사건관련전위, 거짓말 탐지, 유죄지식검사, 문장, P300, 반응억제

폴리그래프는 일련의 범죄사건에 대해 구조화된 질문기법을 사용하여 혈압, 맥박, 피부전도반응과 같은 자율신경계의 생리적 반응을 측정하는 방법으로 피검사자의 진술의 진위여부를 판단하는 데 활용되어 왔다. 하지만 그 정확성과 유용성에 대해 아직까지도 논란이 되고 있다(Happel, 2005). 즉 형사사법장면에서는 거짓말에 대한 죄책감이나 탄로에 대한 두려움 등의 정서적인 변화를 폴리그래프를 통해 판단하게 되는데 사람에 따라서는 기저행동과 기저반응이 독특하여 거짓말과 상관없는 사람들이 있어 거짓말을 탐지하는 것 자체에 어려움을 줄 수 있다(Ekman, 1992). 예를 들면 죄책감이나 두려움 등의 정서반응에 둔감한 사이코패스나 마키아벨리즘 성향을 가진 사람들의 경우 이들의 거짓말을 폴리그래프로 탐지하는 데에는 어려움이 있다(Ford, 2006). 이러한 폴리그래프의 문제는 폴리그래프가 거짓말을 할 때 나타나는 정서변화에 따른 자율신경계의 변화에 기초한

* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2010-0002490)
† 교신저자: 김영윤. 경기도 수원시 영통구 이의동 산 94-6, 경기대학교 범죄심리학과 youngy@kgu.ac.kr

www.kci.go.kr

측정치를 제시하기 때문에 나타나는 것이며, 결과적으로 폴리그래프의 정확성을 낮추는데 기여한다. 폴리그래프에 대한 논란을 종합해보면, 폴리그래프는 거짓말을 탐지한다기보다는 정서의 변화를 탐지한다고 볼 수 있는데 이러한 사실은 개인에 따라 거짓말을 할 때 나타나는 정서가 다를 수 있기 때문에 허위부정(false negative)과 허위긍정(false positive)의 오류를 범하게 된다. 허위부정은 거짓말탐지검사에서 거짓말을 한 사람을 진실한 사람으로 잘못 판단하는 것이며, 허위긍정은 결백한 사람을 거짓말한 사람으로 잘못 판단하는 것이다. 또한, 폴리그래프에서 사용되는 자율신경계 측정치는 의도적인 거짓말에 대한 정확한 지표를 제시하지 못하고 있으며 거짓말에 관여하는 인지적 처리와 폴리그래프에서 측정한 자율신경계 반응 사이에 인과적 연결을 제공하지 못하고 있기 때문에 장비사용에 대한 신뢰도가 떨어진다(Happel, 2005).

폴리그래프의 한계점을 보완하고자 사건관련전위를 이용한 탐지방법이 제기되었다. 사건관련전위(Event-related potentials, 이하 ERPs)란 외부의 자극이나 내부의 심리적 과정을 일으키는 특정한 사건과 관련이 있는 뇌의 전기적 활동으로, 밀리세컨드(msec) 단위의 시간해상도를 가지고 있으며 매우 빠른 시간 내에 일어나는 인지정보처리과정을 이해하는 데 있어 fMRI(functional magnetic resonance imaging)나 PET(positron emission tomography)보다 뛰어나다는 장점을 지니고 있다. 또한 폴리그래프가 자율신경계를 참조하는 반면 사건관련전위는 중추신경계에 대한 인지적 처리과정을 직접적으로 관찰할 수 있기 때문에 유죄지식의 탐지에 좀 더 민감하고 신뢰로운 결과를 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 사건관련전위는 여러 개의 정점(peak) 혹은 요인(component)들로 구성되어 있으며, 정점은 극성(polarity)과 잠재기(latency)에 따라 이름이 붙여진다. 예를 들면, P300은 300ms의 잠재기를 가진 양전위를 띄는 정점을 나타낸다. 각 정점은 보통 두피 전반에서 특정한 분포와 연관되어 있으며 이러한 공간적 분포는 사건관련전위의 중요한 분별적 특성으로 여겨진다. 즉, 사건관련전위는 요인이 나타난 정도를 보여주는 진폭(amplitude)과 요인이 나타난 시간을 보여주는 잠재기 그리고 이와 관련된 정보처리가 일어난 뇌의 위치에 대한 공간적 정보를 반영하는 두피에서의 분포를 통해 기본적인 특성을 제공한다.

사건관련전위를 이용한 유죄지식검사 패러다임은 전형적인 Oddball 패러다임에서 변형된 형태라고 볼 수 있다. 피검사자에게는 목표자극(target)과 탐침자극(probe), 무관련자극(irrelevant)으로 구성된 자극이 제시된다. 여기서 탐침자극은 수사관이나 검사관과 같은 탐지자와 범인만이 알고 있으며 해당 사건과 관련 있는 숨겨진 정보와 관련된 자극이며 무관련자극은 범죄사건과 무관한 자극들로 구성된다. 목표자극 역시 특정 사건과 관련 없는 자극으로 구성되는데, 이 목표자극은 피검사자에게 미리 학습되어 인식된 자극이며 목표자극이 나타날 때마다 버튼을 누르거나 숫자를 세는 것과 같은 과제를 수행하게 된다. 초기에 P300을 기반으로 한 유죄지식검사에서는 낮은 빈도의 목표자극과 빈번하게 나타나는 무관련자극 중에서 피검사자는 목표자극이 나타날 때 임의의 버튼을 누르고 무관련자극이 나타날 때는 목표자극이 나타날 때와는 다른 버튼을 누르도록 지시하였다(Farwell & Donchin, 1991). 또한 탐침자극의 경우, 목표자극에서와 같이 자극이 낮은 빈도로 제시되지만 무관련자극에서 사용된 버튼을 누르도록 지시되었다. 또한 전형적인 유죄지식검사에서는 일반적으로 유죄지식을 가지고 있는 집단(이하 유죄집단)과 유죄지식이 없는 집단(이하 무죄집단)을 나누어 실험설계를 하는데 무죄집단의 경우, 사건에 대한 특정한 정보를 알지 못하기 때문에 탐침자극과 무관련자극에 대한 정보처리과정에는 차이가 없게 될 것이고 사건관련전위에서도 이 두 자극유형 간에 전위차가 나타나지 않을 것이며 결국 탐침자극이나 무관련자극보다 목표자극에서 더 큰 P300 진폭을 나타나게 될 것으로 가정된다. 그러나 유죄집단의 경우, P300이 무관련자극보다 목표자극에서 더 큰 정적전위를 나타낼 뿐만 아니라, 탐침자극이 무관련자극보다 자극 제시 후 300ms 이후에 더 큰 정적전위를 나타내게 될 것이라고 가정된다. 특히 탐침자극에서 나타나는 P300은 피검사자가 특정 사건과 관련된 정보를 이미 알고 있기 때문에 나타나는 뇌의 활동성을 반영한다고 해석된다.

유죄지식검사를 사건관련전위와 접목한 거짓말 탐지 연구는 1980년대 후반에 처음으로 발표된 이후 현재까

www.kci.go.kr

지 꾸준하게 연구가 진행되고 있다(김영윤, 2008; 엄진섭, 2010; Rosenfeld, Nasman, Whalen, Cantwell, & Mazzeri, 1987; Rosenfeld, Cantwell, Nasman, Wojdac, Ivanov, & Mazzeri, 1988; Farwell & Donchin, 1991; Abootalebi, Moradi, & Khalizadeh, 2009). 선행연구들에서는 일관적으로 유죄지식검사 패러다임을 이용하여 P300의 진폭을 확인하였는데, 유죄지식을 가진 피검사자가 인식하고 있거나 경험한 사건에 대한 중요한 세부사항을 단어나 문구(context phrase)의 형태로 제시했을 때 유죄지식과 관련이 없는 자극과는 대조적으로 더 큰 P300이 관찰된 것으로 보고되었다. 유죄지식검사를 이용한 연구에서는 P300 이외에도 N400과 같은 요인에 관심을 두고 수행되었다(Boaz, Perry, Raney, Fischler, & Shuman, 1991; Fischler, Bloom, Childers, Roucos, & Perry, 1983; Fischler, Childers, & Perry, 1985; MacLaren & Taukulis, 2000; Parson, 1996). 이 연구들에서는 피검사자에게 문장을 제시했을 때 P300이나 N400 등과 같은 파형이 유발됨을 관찰함으로써 일반적인 의미처리과정과 일화적 정보에 대한 진실가치에 따라 유죄지식의 존재여부를 검증해낼 수 있음을 제시하고 있다. N400은 문장의 말미에 전체의 뜻과 의미가 부합된 단어로 완성되는 문장보다 부합되지 않는 정도가 클수록 더 큰 부적전위를 나타낸다. N400은 피검사자에게 제시된 문장의 의미적 처리과정을 반영한다. Fischler와 그의 동료들(1983, 1985)은 주어 / 서술어 / 목적어의 형태로 피검사자들에게 의미적으로 자연스러운 문장(예, robin / is / a bird)과 의미적으로 어울리지 않는 문장(예, robin / is / a tree)을 제시하였다. 이때, 의미에 맞지 않는 문장이 제시된 후 N400이 일관적으로 관찰되었다. 또한 피검사자가 경험하여 알고 있는 일화적 정보(episodic information)가 담긴 문장에 대해서도, 그 문장이 진실과는 다르게 의미적으로 어울리지 않는 문장에서 N400이 유발되었다. 이러한 결과는 문장의 진실가치(truth value)와 N400이 서로 관련되어 있음을 보여주는 것이다. Boaz의 연구(1991)에서는 참가자들에게 절도행위를 묘사한 비디오테이프를 보여주거나 뉴욕시의 일상생활을 담은 장면을 보여주었다. 이후 참가자들에게는 절도행위에 대한 세부사항에 대해 문구와 검사단어(test word)의 형태로 된 진실 혹은 거짓된 사실로 조합된 문장이 제시되었으며 범죄와 관련된 내용에 대해 뇌파검사를 실시하였다. 참가자들에게는 제시되는 문장에 대해 버튼을 누르는 등의 행동반응은 요구되지 않았다. 이후 N400의 진폭을 종속치로 하여 사후분석을 한 결과, 전체 참가자의 78%가 정확하게 분류되었다. 이처럼 유죄지식을 탐지하기 위해 N400을 참조한 선행연구들은 주어 / 서술어 / 목적어로 완성된 형태의 문장으로 구성(예, Diana / is a / chemist)하거나 문구와 검사단어로 문장을 구성(예, in the kitchen / Knife)하여 피검사자에게 보여주었고 문장의 마지막에 제시되는 검사 단어만을 분석하여 유죄지식을 탐지하였다. 문장과 통제질문검사를 사용하여 유죄지식을 탐지하고자 한 연구(MacLaren & Taukulis, 2000)에서도 완성된 문장을 구성(예, I shot / Steven)하여 피검사자에게 보여주었고 이 또한 N400을 참조한 연구들과 같이 마지막에 제시된 검사 단어만을 분석하여 유죄지식의 탐지가능성을 제시하였다.

문장을 이용한 선행연구에서는 문장의 마지막에 제시되는 목적어 혹은 부사구의 검사단어에 대한 사건관련전위를 확인함으로 유죄지식을 탐지하고자 하였다. 그러나 단어나 문구만을 제시하였던 연구들과는 다르게 완성된 문장을 피검사자에게 제시하고 문장의 구성성분 각각에 대한 사건관련전위를 분석하면 과제의 난이도와 제시되는 정보량 등을 조작할 수 있을 것으로 생각된다. 예를 들어 기존의 선행연구에서 참가자들에게 문구(“부엌에서”)가 제시된 후 검사단어(“칼”)를 보여줌으로써 한 가지 정보만을 확인하는 것보다는 “나는 / 스티븐을 / 쏘았다”와 같은 문장을 제시하면 주어와 목적어, 서술어와 같이 세 가지 정보를 한 번의 검사에서 처리하기 때문에 참가자들이 처리해야 하는 정보량을 조작할 수 있을 것이다. 또한 주어와 목적어, 서술어를 다르게 한 문장을 함께 제시하게 될 때에는 각각의 문장에 대한 의미를 고려해야 하기 때문에 과제의 난이도를 조작할 수 있다. 특히 본 연구에서 사용한 filler문장은 참가자들이 목적어가 제시된 이후에 서술어를 반드시 확인해야 행동반응을 할 수 있게 만듦으로써 과제의 난이도를 높이는 효과를 주었다. 결과적으로 주어 / 서술어 / 목적어의 형태로 완성

www.kci.go.kr

된 문장을 피검사자들에게 제시하는 것은 유죄지식이 포함된 특정한 정보를 확인하는 것뿐만 아니라 자기참조된 정보와 행위정보의 인지적인 처리과정을 살펴볼 수 있고 단어나 문구만을 처리하는 것보다는 과제의 난이도를 조작하는 데에도 다양하게 실험조작을 할 수 있을 것이며 이는 문장에 대한 인지적인 처리과정을 전체적인 문장 구성 요소별로 분석함으로써 유죄지식에 대한 좀 더 구체적인 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 기존 연구들에서는 완성된 문장의 마지막에 제시되거나 문구 다음에 제시되는 검사단어만을 분석하여 유죄지식의 탐지를 시도되었기 때문에 문장을 구성하는 구성성분에 대한 인지적 처리과정을 이해할 수 없었다. 또한 선행연구(Fischler, Bloom, Childers, Roucos, & Perry, 1983; Fischler, Childers, & Perry, 1985)에서는 주어 / 서술어 / 목적어로 영어 문장이 구성되어 그 구조상 주어 / 목적어 / 서술어로 구성된 국어의 문장어순과는 다르기 때문에 어순차이에 따른 사건관련전위의 결과가 다를 것으로 예상된다. 그러나 아직까지 국어의 문장을 이용한 유죄지식검사는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 전형적인 유죄지식검사에서 범죄상황과 관련된 완성된 문장을 주어, 목적어, 서술어 혹은 목적어, 부사구, 서술어의 형태로 구성하여 피검사자에게 제시하였다. 이는 목적어나 부사구만을 검사단어로 분석하였던 기존의 연구에 추가적으로 목적어나 부사구가 제시된 후 범죄상황과 관련된 행동을 기술한 서술어에 대한 피검사자의 인지적 처리과정을 확인해 봄으로써 유죄지식의 탐지가능성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 절도와 관련된 모의상황을 구성하여 참가자들이 경험하게 하였으며 이후 주어, 목적어, 서술어의 형태와 목적어, 부사구, 서술어의 형태로 완성된 문장을 Farwell과 Donchin(1991)의 실험모델에서 사용한 자극유형에 따라 제시확률을 조작하였고 이러한 문장을 유죄집단과 무죄집단에게 제시하여 두 집단에 대한 사건관련전위의 변화를 알아보고자 하였다. 본 연구의 가설은 다음과 같다. 첫째, 유죄지식을 가지고 있는 탐침문장의 목적어와 부사구에서 유죄집단이 무죄집단보다 더 큰 진폭의 P300이 나타날 것이다. 즉, 범죄에 대한 정보를 인식하고 있고 경험했던 유죄집단에서 이와 관련된 탐침문장의 목적어나 부사구가 제시되었을 때 무관련문장에서의 목적어나 부사구보다 더 큰 P300 진폭을 보일 것이다. 그러나 무죄집단의 경우 유죄지식을 가지고 있지 않기 때문에 탐침문장에서의 목적어와 부사구의 사건관련전위가 무관련문장에서와 차이가 나타나지 않을 것이다. 둘째, 유죄지식을 가지고 있는 탐침문장의 서술어에서 유죄집단이 무죄집단보다 더 큰 진폭의 P300이 나타나는지를 알아보고자 한다. 즉 모의실험에서 경험한 행위를 서술어로 제시하였을 때 모의범죄를 경험하지 않은 무죄집단과는 다르게 유죄집단은 탐침자극과 관련된 문장의 서술어에서 무관련문장이나 목표문장에서의 서술어보다 더 큰 P300 진폭이 나타날 것으로 기대된다. 마지막으로, 유죄지식을 가지고 있는 탐침문장이 제시될 때 무죄집단보다 유죄집단에서 더 긴 반응시간과 낮은 정확률을 보일 것이다. 즉, 탐침문장을 처리하는 데 있어 범죄에 대한 어떠한 정보도 가지고 있지 않은 무죄집단과는 다르게 유죄집단에서는 이를 처리하는 데 있어 더 많은 인지적 자원을 필요하게 될 것이므로 무죄집단보다 더 긴 반응시간과 낮은 정확률을 보일 것으로 기대된다.

연 구 방 법

연구대상

경기대학교에서 심리학 관련 교양강의를 수강한 30명의 남자 대학생이 자발적으로 실험에 참가하였다. 참가자들은 실험조건에 따라 무선적으로 할당되었으며 유죄집단과 무죄집단에 각각 15명씩 분류되었다. 참가자들은 사전면담에서 신체 및 신경학적 손상여부나 정신병력(정신질환 등), 알코올 및 약물남용의 병력이 없는 사람들로 선발하였다. 또한 참가자들은 모두 오른손잡이였으며, 교정시력상 정상이거나 정상시력을 가지고 있었다. 참가자들에게는 실험 참여에 대한 보상으로 소정의 실험참가비가 지급되었다.

참가자들이 검사결과에 영향을 줄 수 있는 정신적인 상태(불안과 우울)와 거짓말과 관련된 성격요인으로서 마키아벨리즘적 성향과 자기감시성을 평가하기 위해

www.kci.go.kr

자기보고검사를 실시하였다. 거짓말 탐지를 위한 실험 연구에서 마키아벨리즘적 성향을 가진 사람들은 거짓말을 해야되는 합리적 이유가 제시되고 거짓말이 쉽게 탄로나지 않는 상황일 경우에만 거짓말을 하는데 동의하는 경향이 있으며 주변 맥락으로부터 정서적으로 분리가 가능하기 때문에 실험조작을 하는데 어려움이 있다(조은경, 2002 재인용). 또한 자기 감시성이 높은 사람들은 자기 감시성이 낮은 사람들보다 남을 속이는 일에 더 유능한 경향이 있다(Miller, deTurck, & Kalbfleisch, 1983). 이러한 개별적인 요인을 고려하기 위해 Beck 우울검사(이영호, 송종용, 1991), Beck 불안검사(권석만, 1997), 정신병질적 성격질문지 개정판(이수정, 박혜영, 2008), 다면적 인성검사의 Lie척도(김영환, 1989), 마키아벨리즘 성격검사(Christie & Geis, 1970), 자기감시 척도(Synder, 1974)를 사용하였다.

실험절차

두 명의 실험참가자들이 실험실에 입장하면 실험에 대한 목적과 절차에 대해 설명한 후 동의서를 작성하였다. 두 명의 실험참가자 중 한명은 실제 실험참가자였고 다른 한명은 실험보조자였다. 이후 실험자는 참가자와 실험보조자에게 서로 다른 행동지시문이 들어 있는 봉투를 건네주었고 이 중 하나의 지시문을 임의적으로 선택하게 하였다. 실험보조자는 참가자가 경험하게 될 상황과는 다른 조건의 행동시나리오를 숙지하고 모의범죄를 경험하는 것으로 가장하였다. 즉 실험보조자는 참가자가 무죄조건의 행동시나리오를 선택했을 경우에는 유죄조건의 행동시나리오에 따라 행동함으로써 모의범죄의 현실성을 높여 주었고, 참가자가 유죄조건의 행동시나리오를 선택했을 경우에는 무죄조건의 행동시나리오에 따라 행동함으로써 유죄조건의 참가자가 거짓말탐지검사를 받게 되는 것에 대한 동기를 높이는 역할을 하였다. 무죄집단에게는 연구실에 가서 심리학개론 책을 찾고 컴퓨터에 간단한 문서를 작성하게 한 행동지시문이 주어졌고, 유죄집단에게는 연구실에 가서 심리학개론 책을 찾는 행동 이외에 책장에 놓여진 지갑에 들어 있는 돈(7만원)을 꺼내어 세어본 후 지갑을 1번 서랍장에 감추도록 하는 행동지시문이 주어졌다.

참가자와 실험보조자는 실험자에게 받은 행동 시나리오를 5분 동안 숙지한 후에 순서에 따라 한 명씩 실험

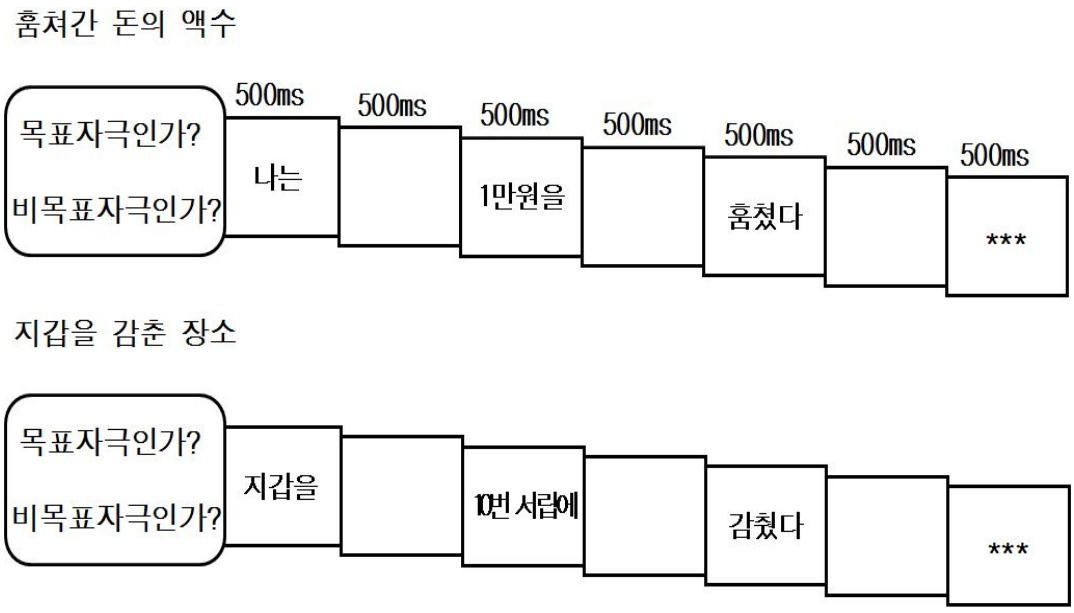

그림 1. 목표문장에 대한 과제별 자극제시 순서도

www.kci.go.kr

실에 가서 지시받은 행동 시나리오를 경험하였다. 이후 실험자는 모의상황을 경험할 때 없어진 물건이 있음을 알려주고 어떤 사람이 물건을 가져갔는지 모르지만 뇌파검사를 통해 어떤 사람이 물건을 가져갔는지, 또한 어떤 장소에 물건을 숨겼는지 가려낼 것이라고 알려주었다. 또한 참가자들에게는 뇌파검사를 통해 최선을 다해 자신의 결백을 주장할 것도 함께 지시되었고, 뇌파검사에서 결백이 증명될 때에는 추가의 사례금이 지급될 것이라고 말해 주었다.

실험자는 참가자가 뇌파검사를 실시하는 목적을 잘 이해하였는지에 대해 확인한 후, 뇌파검사를 위한 실험실로 안내하였고 참가자는 뇌파검사를 받게 되었다. 뇌파검사 후 참가자는 행동시나리오를 정확히 이해하고 수행하였는지를 묻는 퀴즈와 자기보고서 형태의 설문지를 작성하게 되었다. 이후 실험자는 참가자가 뇌파검사를 받을 때 속이기 위한 노력이나 행동을 했는지에 대해 질문을 하였고 실험에 대한 목적을 설명하였다.

자극구성과 실험과제

검사에 사용된 문장은 검사 시행 전 유죄지식을 포함하지 않은 목표문장이 1문장, 유죄지식을 포함한 탐침문장이 1문장(훔쳐간 돈의 액수: 7만원, 지갑을 감춘 장소: 1번 서랍), 유죄지식을 포함하지 않은 무관련문장이 4문장 그리고 피검사자들의 예상된 반응을 방지하기 위해 서술어를 바꾸어 구성된 문장(filler)이 6문장이었다. 목표문장, 탐침문장, 무관련문장의 서술어가 '훔쳤다'(과제1) 혹은 '감췄다'(과제2)로 완성되었을 때 filler문장의 서술어는 '보았다'(과제1)와 '넣었다'(과제2)로 구성되어 피검사자들이 해당 문장에 반응을 하지 않도록 지시하였다. 검사는 2개의 과제로 나뉘어 실시되었으며, 과제 1에서는 3개의 블록으로 나누어 훔쳐간 돈의 액수에 대해, 과제 2에서는 3개의 블록으로 나누어 지갑을 감춘 장소에 대해 완성된 형태의 문장을 구성하여 검사하였다. 한 개의 블록에는 목표문장과 탐침문장 그리고 4개의 무관련문장에 대해 각각의 문장을 무선적으로 섞어서 15회씩 반복되었으며, 이 중 서술어만 바뀐 filler문장은 2회 반복되었다. 자극유형에 따른 문장 들은 블록 내에서 무선적으로 배열되었으며 한 개의 블록에서 총 102개의 문장이 그림 1과 같은 순서로 피검자에게 제시되었다. 자극제시 시간은 주어(목적어), 목적어(부사구), 서술어가 모두 500ms이었으며, 자극 간 간격은 500ms이었다(그림 1). 문장 간에는 1000ms의 시간간격을 두었다. 피검자에게는 목표문장에 임의적으로 버튼(1번 버튼)을 누르게 하고 목표문장과 다른 문장에서는 다른 버튼(4번 버튼)을 누르게 하였고 filler문장에서는 버튼을 누르지 말 것을 지시하였다. 그리고 목표문장에서나 목표문장과 다른 문장에서 서술어가 다르게 제시되는 문장은 버튼을 누르지 말 것을 지시하였다. 자극유형에 따 버튼의 조작은 실험참가자들 간에 무선배치(counterbalancing)하였다. 자극은 컴퓨터 모니터로 제시되었으며, 모니터 화면과 피검자와의 거리를 1m 간격으로 유지하였고 자극의 수직 시각도(vertical visual angle)는 2.29◦이었고 수평 시각도(horizontal visual angle)는 3.43◦이었다.

본 검사를 실시하기 전에 연습 시행을 실시하여 피검자로 하여금 과제를 충분히 이해하도록 하였다.

뇌파측정

뇌파는 64개의 채널을 Quick-cap system(Neuroscan, Charlotte, NC, USA)과 Scan version 4.3.3(Neurosoft Inc., USA)를 사용하여 측정하였다. 뇌파 측정은 절연과 방음을 최소화한 시설이 갖추어진 실험실에서 이루어졌다. 기준전극(reference electrode)은 좌, 우 유돌기(mastoid process)에 부착하였다. 눈의 깜빡거림은 왼쪽 눈썹 위와 아래에 전극을 붙여 전위를 측정하여 눈의 수직적인 움직임을 관찰하였다. 또한 양쪽 눈 옆 10mm 위치에 전극을 붙여 전위를 측정하여 눈의 수평적인 움직임을 모니터링하였다. 전극저항은 5kΩ 이하를 유지하였다.

뇌파는 0.05-100Hz에서 연속적으로 측정되었으며, 표본율은 1000Hz이었다. 뇌파 측정이 끝난 다음 뇌파를 자극 제시 전 100ms를 포함하여 자극제시 후 800ms까지의 뇌파를 수집하였으며, 잡음(artifact)이 포함되어 진폭이 ±100μV를 넘는 시행을 제외한 후 자극유형에 따라 평균하였다. 이후 사건관련전위를 0.1-30Hz bandpass로 다시 여과하였다. 무죄집단과 유죄집단에서 각각 3명의 참가자가 지나친 눈깜빡임과 몸 움직임으로 인한 심한 잡음 때문에 분석에서 제외되었다.

www.kci.go.kr

자료분석

무죄집단과 유죄집단의 인구통계학적인 특성과 설문검사에 대한 결과를 통계적으로 비교하기 위해 t검정을 실시하였다. 반응시간과 반응정확률은 반복측정변량분석(repeated measure ANOVA)으로 분석하였으며, 자극유형(목표자극, 탐침자극, 무관련자극)이 피험자내 요인이었고 집단(무죄집단, 유죄집단)이 피험자간 변인이었다.

각 참여자들이 유죄지식검사를 통해 목표문장, 탐침문장, 무관련문장을 정확하게 반응하여 평균된 사건관련전위에 대해서만 각 전극부위에서 측정되었다. 자극 제시 후 200ms-600ms의 잠재구간의 정점 진폭을 구한 다음 이를 반복측정변량분석으로 분석하였는데, 자극유형(목표자극, 탐침자극, 무관련자극)과 전극 부위가 피험자내 요인이었고 집단(무죄집단, 유죄집단)이 피험자간 변인이었다. 반복측정에 따른 1종 오류를 감소시키기 위하여 Greenhous-Geisser correction(Greenhouse & Geisser, 1959)을 적용하였다. 반복측정변량분석은 2단계로 이루어졌으며, 먼저 15개의 전극 부위(Fp1, Fpz, Fp2, F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz, O2)를 대상으로 분석한 후 문장의 구성요소에 따라 두 집단 간의 현저한 차이를 나타낸 중앙 부위 전극(Fz, Pz)에 대해 개별적으로 반복측정변량분석을 실시하였다. 연구결과에서 자유도는 구형성이 가정된 분석의 자유도로 기술하였고, 유의도 값은 Greenhouse-Geisser에 의해 교정된 p값을 제시하였다. 통계분석의 유의수준은 p값이 0.05였고, 경향성은 0.1을 기준으로 하였다.

결 과

인구통계학적 결과와 자기보고검사 결과

유죄집단과 무죄집단의 인구통계학적 특성은 표 1에 기술되어 있다. 두 집단은 연령, 교육연수, 본인의

표 1. 무죄집단과 유죄집단의 인구통계학적 특성과 자기보고검사 결과

	무죄집단 (n=12)	유죄집단 (n=12)
연령(년)	23.1 (2.3)	22.0 (2.6)
교육연수(년)	14.5 (1.1)	14.6 (1.1)
본인의 사회·경제적 지위	2.8 (0.6)	3.2 (0.8)
부모의 사회·경제적 지위	2.3 (0.9)	2.3 (0.6)
성별(남/녀)	12 / 0	12 / 0
Beck 불안검사	7.1 (8.1)	7.3 (5.2)
Beck 우울검사	6.1 (5.7)	6.1 (3.2)
다면적 인성검사의 Lie척도	47.7 (7.1)	48.6 (10.0)
정신병질적 성격질문지 개정판(권모술수적 이기주의척도)	53.4 (6.0)	56.8 (6.7)
마키아벨리즘 성격검사	57.1 (6.3)	59.6 (7.1)
자기-감시척도	15.8 (2.6)	16.8 (3.2)

( )는 표준편차.

www.kci.go.kr

사회·경제적 지위와 부모의 사회·경제적 지위에 대해 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 참가자들의 정신적인 상태와 거짓말과 관련된 성향을 설문측정한 결과, 두 집단은 Beck의 불안 질문지, Beck의 우울증척도 한국판, 다면적 인성검사의 Lie척도, 정신병질적 성격질문지 개정판(권모술수적 이기주의 척도), 마키아벨리즘 성격검사, 자기-감시 척도에서 통계적인 차이를 나타내지 않았다.

행동반응결과

표 2는 문장을 이용한 유죄지식검사에서의 무죄집단과 유죄집단의 반응정확도와 반응시간을 나타내고 있다. 훔쳐간 돈에 대해 묻는 문장의 평균반응시간과 반응정확도에서 자극유형에 대한 주효과가 통계적으로 유의미하게 나타났다[$F(2,44)=8.75$, $p<.01$, $\eta^2=.285$; $F(2,44)=12.12$, $p<.001$, $\eta^2=.355$].

지갑을 감춘 장소에 대해 묻는 문장의 평균반응시간에서 집단과 자극유형 간의 상호작용이 관찰되었다[$F(2,44)=6.31$, $p<.01$, $\eta^2=.223$]. 평균반응시간에 대한 사후분석 결과, 무죄집단에서는 목표문장(340ms)과 탐침문장(340ms)이 무관련문장(352ms)보다, 더 빠른 반응시간을 보인 것으로 나타났다. 하지만 유죄집단에서는 자극유형에 따른 반응시간의 차이가 관찰되지 않았다.

두 과제에서 무죄집단은 탐침문장이 무관련문장보다 더 빠른 반응시간을 나타낸 반면 유죄집단에서는 탐침문장과 무관련문장에 대한 반응시간의 차이가 관찰되지 않았다. 또한 반응시간과 반응정확률에 있어 집단 간 차이는 나타나지 않았다.

사건관련전위결과: P300 진폭과 잠재기

훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장

그림 2는 무죄집단과 유죄집단에게 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어를 제시했을 때의 전체 평균 사건관련전위를 5개의 중앙부위 전극에서 측정한 것이다. 유죄집단의 경우, 두정영역에서 무관련자극보다 탐침자극에서 더 큰 진폭이 관찰되었고 탐침자극에서 유발된 P300은 자극 제시 후 350ms정도부터 관찰되기 시작하여 500ms정도까지 지속되었다. 반면 무죄집단에서는 무관련자극과 탐침자극 간의 차이를 보이는 전극부위가 관찰되지 않았다. 탐침문장의 목적어를 제시했을 때의 두피분포도는 유죄집단의 경우 두정영역에서 가장 큰 P300 진폭을 나타내고 무죄집단은 이러한 패턴이 잘 나타나지 않았다(그림 2).

훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어를 제시했을 때 유발된 P300진폭을 15개 전극부위(Fp1, Fpz, Fp2, F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz, O2)에서 분석한 결과, 자극유형의 주효과[$F(2,44)=19.69$,

표 2. 무죄집단과 유죄집단의 반응시간과 반응정확률

		무죄집단 (n=12)		유죄집단 (n=12)	
	자극유형	반응정확도(%)	반응시간(ms)	반응정확도(%)	반응시간(ms)
훔쳐간 돈의 액수	목표문장	93.0a (6.3)	362a (57)	91.3a (10.0)	348a (87)
	탐침문장	99.0_b (2.2)	369a (46)	98.0_b (2.8)	373_b (82)
	무관련문장	97.8_b (1.2)	381_b (50)	96.2_b (3.6)	371_b (79)
지갑을 감춘 장소	목표문장	94.8 (6.9)	340a (41)	95.0 (5.3)	325 (74)
	탐침문장	96.3 (5.0)	340a (40)	95.9 (5.3)	329 (77)
	무관련문장	96.4 (4.2)	352_b (41)	96.1 (4.7)	317 (66)

( )는 표준편차. ab 첨자가 다르면 집단내 차이가 유의미한 것을 나타냄.

www.kci.go.kr

p<.001, η^2=.472], 전극위치 주효과[F(14,308)=5.07, p<.05, η^2= .187]가 나타났다. 또한 집단과 자극유형과 전극위치의 상호작용은 유의수준 p값 0.1에서 경향성을 보여주었다[F(28.616)=2.11, p=.093, η^2=.087]. 자극유형과 전극위치의 주효과는 자극유형과 전극위치에 따라 진폭의 크기가 다른 양상을 보인다는 것을 나타낸다. 또한 집단과 자극유형과 전극위치의 상호작용은 전극위치에 따라 자극유형간 P300진폭의 차이가 두 집단 간에 다른 양상을 보인다는 것을 나타낸다.

표 3은 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어와 서술어를 제시한 후 유발된 P300의 진폭에 대해 반복측정변량분석한 결과를 제시하고 있다. Pz전극위치에서

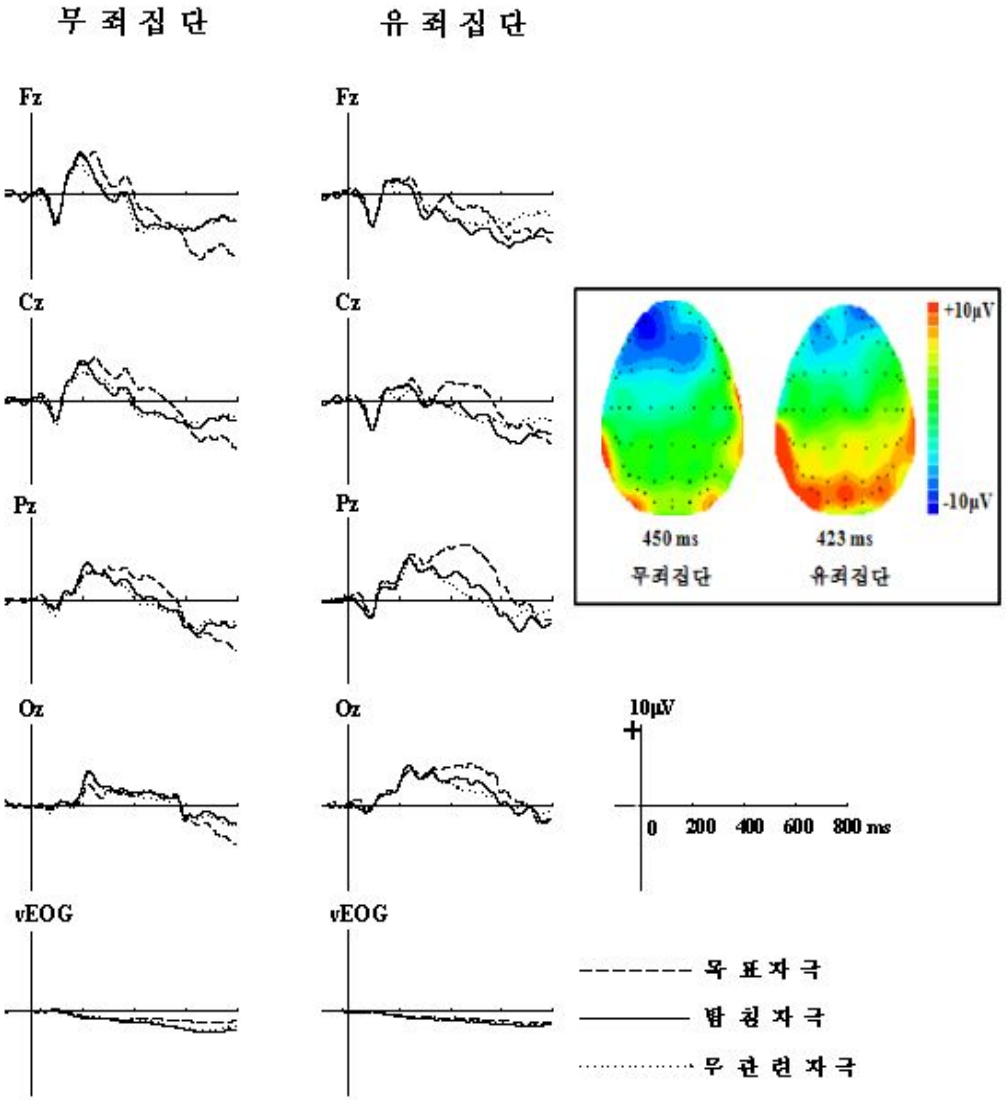

그림 2. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어에 대한 전체 평균 사건관련전위와 탐침자극의 두피분포도

www.kci.go.kr

표 3. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장에서의 P300에 대해 Greenhous-Geisser correction을 적용한 반복측정변량분석 결과

	효과	자유도	진폭	잠재기
목적어(Pz)	집단(G)	1,22	3.74^{T}	-
	자극유형(C)	2,44	23.75***	-
	G × C	2,44	3.85*	-
서술어(Fz)	집단(G)	1,22	-	-
	자극유형(C)	2,44	47.70***	-
	G × C	2,44	-	-

*p <.05; ***p <.001; ^{T}p <.1; - ns.

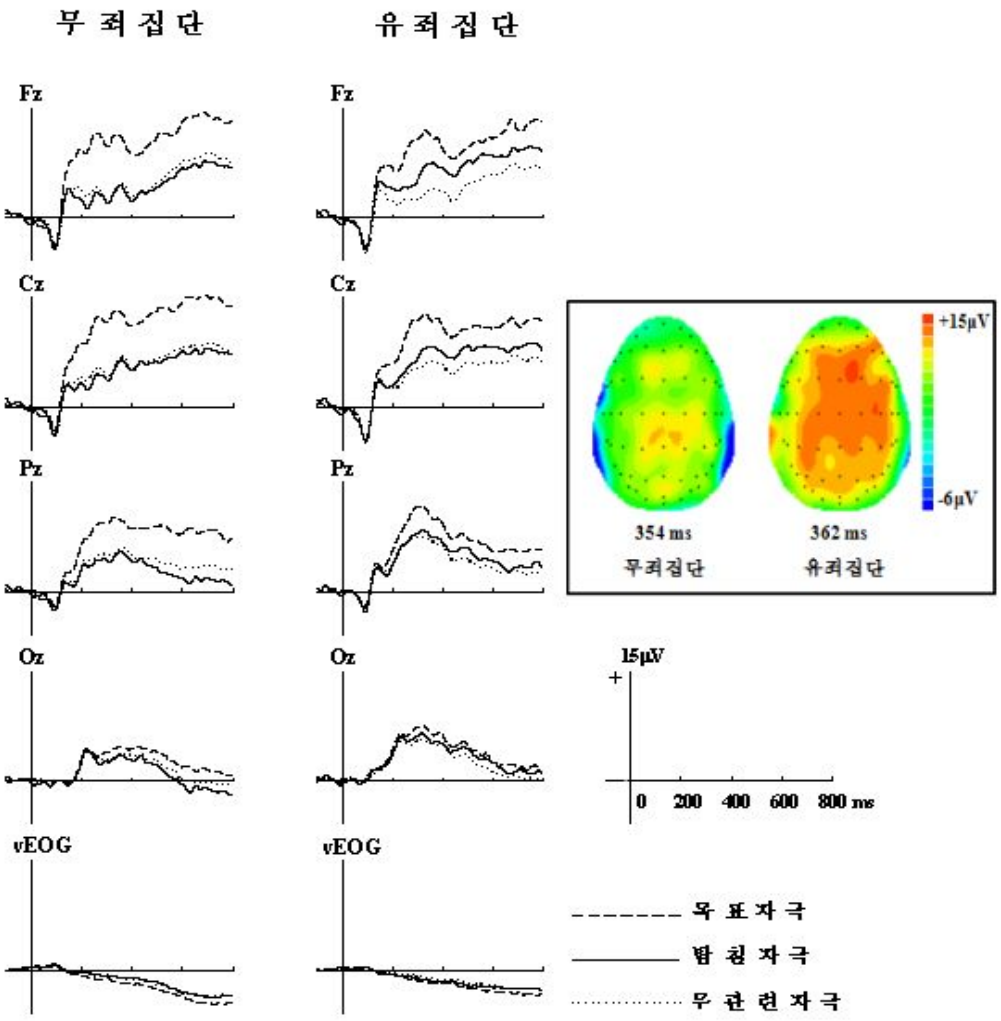

그림 3. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 서술어에 대한 전체 평균 사건관련전위와 탐침자극의 두피분포도

www.kci.go.kr

P300의 진폭에 대한 통계분석 결과, 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어에서는 자극유형[$F(2,44)=23.75$, $p<.001$, $\eta^2=.519$]에서 주효과가 관찰되었고, 집단과 자극유형 간의 상호작용[$F(2,44)=3.85$, $p<.05$, $\eta^2=.149$]이 나타났다. 또한 집단의 주효과는 유의수준에서 경향성을 나타냈다[$F(1,22)=3.74$, $p=.066$, $\eta^2=.145$]. 집단 간 자극유형에 따른 P300 진폭의 차이를 알아보기 위해 사후분석을 실시한 결과, 무죄집단에서는 목표자극(5.47μV)이 무관련자극(3.51μV)보다 유의미하게 더 큰 진폭을 나타내었고 탐침자극(4.11μV)과 무관련자극 간에는 유의미한 진폭의 차이가 관찰되지 않았다. 반면 유죄집단에서는 목표자극(9.32μV)이 탐침자극(6.45μV)이나 무관련자극(4.67μV)보다 유의미하게 더 큰 진폭을 나타냈을 뿐만 아니라 탐침자극이 무관련자극보다 유의미하게 더 큰 진폭을 보여주었다.

그림 3은 무죄집단과 유죄집단에게 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 서술어를 제시했을 때의 전체 평균 사건관련전위를 5개의 중앙부위 전극에서 측정한 것이다. 유죄집단의 경우, 전두영역에서 무관련자극보다 탐침자극에서 더 큰 진폭이 관찰되었고 탐침자극에서 유발된 P300은 자극 제시 후 200ms정도부터 관찰되기 시작하여 400ms정도까지 지속되었다. 반면 무죄집단에서는 무관련자극과 탐침자극 간의 차이를 보이는 전극부위가 관찰되지 않았다. 탐침문장의 서술어를 제시했을 때의 두피분포도는 유죄집단의 경우 전두영역과 중심영역에 걸쳐 P300진폭이 높게 나타나고, 무죄집단은 이러한 패턴이 잘 나타나지 않았다(그림 3).

훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 서술어를 제시했을 때 유발된 P300진폭을 15개 전극부위에서 분석한 결과, 자극유형의 주효과[$F(2,44)=54.59$, $p<.001$, $\eta^2=.713$], 전극위치 주효과[$F(14,308)=10.80$, $p<.001$, $\eta^2=.329$], 자극유형과 전극위치의 상호작용[$F(28,616)=15.29$,

표 4. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장에서 목적어를 제시한 후 집단별 자극유형에 따른 P300 진폭(μV)과 잠재기(ms).

	진폭(V)			잠재기(ms)		
	목표문장	탐침문장	무관련문장	목표문장	탐침문장	무관련문장
	무죄집단(n=12)					
Fz	3.91 (4.04)	1.37 (4.34)	1.30 (4.00)	340 (51)	335 (39)	333 (37)
Cz	5.34 (3.65)	3.81 (3.76)	2.70 (3.64)	336 (51)	336 (39)	334 (33)
Pz	5.47 (3.69)	4.11 (3.30)	3.51 (3.45)	348 (48)	342 (45)	335 (40)
Oz	3.19 (2.50)	3.27 (1.70)	2.93 (2.03)	373 (88)	357 (69)	332 (54)
	유죄집단(n=12)					
Fz	3.92 (4.30)	3.51 (4.84)	1.59 (3.96)	355 (117)	338 (104)	350 (104)
Cz	5.92 (3.87)	4.58 (4.20)	2.74 (3.69)	381 (109)	361 (107)	352 (102)
Pz	9.32 (3.97)	6.45 (3.07)	4.67 (2.77)	389 (95)	391 (93)	384 (96)
Oz	6.48 (4.07)	5.04 (2.49)	4.09 (2.35)	425 (94)	416 (110)	377 (93)

( )는 표준편차.

www.kci.go.kr

$p<.001$, $\eta^2=.410$]이 나타났다. 자극유형의 주효과와 전극위치의 주효과는 자극유형과 전극위치에 따라 진폭의 크기가 다른 양상을 보인다는 것을 나타낸다. Fz전극위치에서 P300의 진폭에 대한 통계분석결과, 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 서술어에서는 자극유형의 주효과[$F(2,44)=47.70$, $p<.001$, $\eta^2=.684$]가 관찰되었다. 잠재기에 대한 통계분석 결과, 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어와 서술어에서 집단, 자극유형의 모든 요인에서 주효과가 나타나지 않았다.

표 4와 표 5에서는 무죄집단과 유죄집단에게 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어와 서술어를 제시했을 때 자극유형에 따라 유발된 P300의 진폭과 잠재기를 제시하고 있다.

지갑을 감춘 장소를 묻는 문장

그림 4는 무죄집단과 유죄집단에게 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구를 제시했을 때의 전체 평균 사건관련전위를 5개의 중앙부위 전극에서 측정한 것이다. 유죄집단의 경우, 두정영역에서 무관련자극보다 탐침자극에서 더 큰 진폭이 관찰되었고 탐침자극에서 유발된 P300은 자극 제시 후 300ms정도부터 관찰되기 시작하여 500ms정도까지 지속되었다. 반면 무죄집단에서는 무관련자극과 탐침자극 간의 차이를 보이는 전극부위가 관찰되지 않았다. 탐침문장의 부사구를 제시했을

표 5. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장에서 서술어를 제시한 후 집단별 자극유형에 따른 P300 진폭(μV)과 잠재기(ms).

	진폭(V)			잠재기(ms)		
	목표문장	탐침문장	무관련문장	목표문장	탐침문장	무관련문장
	무죄집단(n=12)					
Fz	13.62 6.56)	6.09 (5.53)	5.81 (5.89)	334 (61)	357 (88)	358 (94)
Cz	15.89 (7.31)	7.65 (5.16)	7.83 (5.63)	331 (60)	343 (53)	341 (73)
Pz	12.26 (5.60)	7.03 (4.03)	7.06 (4.00)	324 (61)	338 (52)	347 (66)
Oz	6.12 (3.96)	5.26 (3.23)	5.11 (2.04)	342 (64)	333 (80)	322 (78)
	유죄집단(n=12)					
Fz	15.19 (8.54)	10.63 (7.61)	7.08 (7.10)	369 (102)	377 (113)	364 (123)
Cz	15.31 (7.27)	11.21 (7.06)	8.78 (6.96)	362 (89)	372 (107)	364 (112)
Pz	12.89 (4.64)	10.02 (5.08)	9.17 (4.64)	350 (76)	350 (81)	337 (80)
Oz	8.01 (3.57)	7.00 (4.03)	6.20 (3.42)	322 (66)	338 (66)	311 (57)

( )는 표준편차.

www.kci.go.kr

때의 두피분포도는 유죄집단의 경우 두정영역에서 가장 큰 P300진폭을 나타내고 무죄집단은 두정영역에서 이러한 패턴이 잘 나타나지 않았다(그림 4). 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구를 제시했을 때 유발된 P300진폭을 15개 전극부위에서 분석한 결과, 자극유형의 주효과[$F(2,44)=18.54$, $p<.001$, $\eta^2=.457$], 전극위치 주효과[$F(14,308)=11.82$, $p<.001$, $\eta^2=.349$], 자극유형과 전극위치의 상호작용[$F(28,616)=2.66$, $p<.05$, $\eta^2=.108$]이 나타났다. 자극유형의 주효과와 전극위치의 주효과는 자극유형과 전극위치에 따라 진폭의 크기가 다른 양상을 보인다는 것을 나타낸다. 또한 자극유형과 전극위치의 상호작용은 전극위치에 따라 자극유형의 P300진폭의 패턴이 다르게 나타난다는 것을 의미한다.

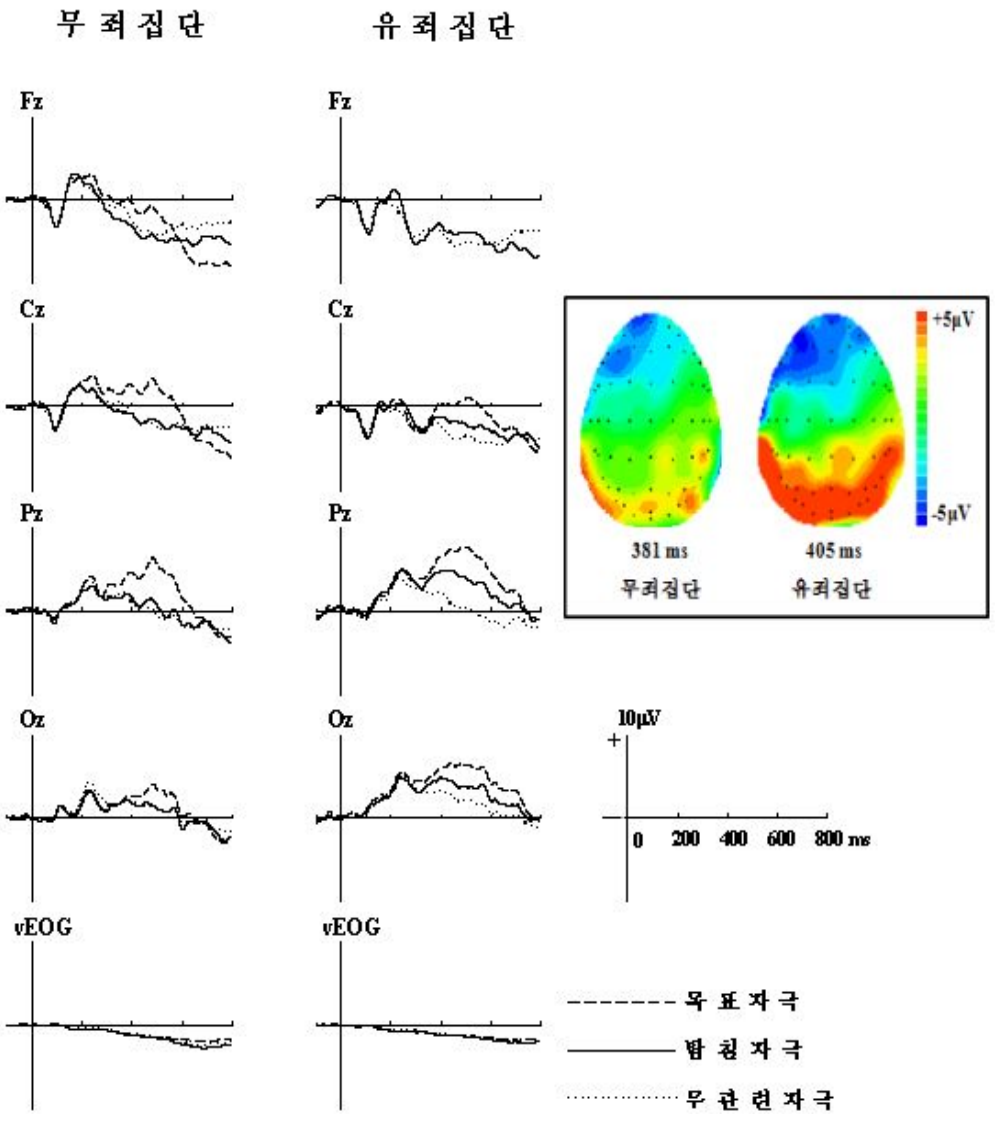

그림 4. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구에 대한 전체 평균 사건관련전위와 탐침자극의 두피분포도

www.kci.go.kr

표 6. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장에서의 P300에 대해 Greenhous-Geisser correction을 적용한 반복측정변량분석 결과

	효과	자유도	진폭	잠재기
부사구(Pz)	집단(G)	1,22	3.50^{T}	-
	자극유형(C)	2,44	23.05***	8.58***
	G × C	2,44	-	-
서술어(Fz)	집단(G)	1,22	-	-
	자극유형(C)	2,44	34.20***	-
	G × C	2,44	3.65*	-

*p <.05; ***p <.001; ^{T}p <.1; - ns.

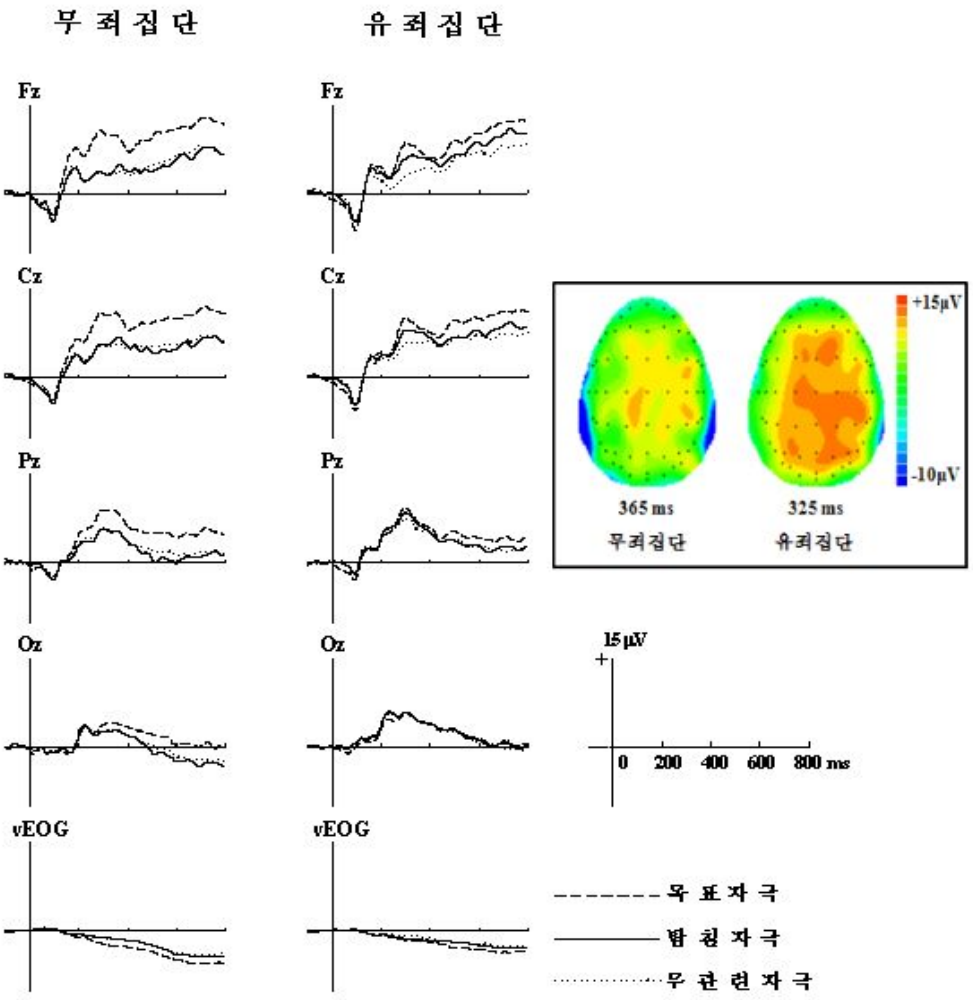

그림 5. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 서술어에 대한 전체 평균 사건관련전위와 탐침자극의 두피분포도

www.kci.go.kr

표 7. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장에서 부사구를 제시한 후 집단별 자극유형에 따른 P300 진폭(μV)과 잠재기(ms).

	진폭(V)			잠재기(ms)		
	목표문장	탐침문장	무관련문장	목표문장	탐침문장	무관련문장
	무죄집단(n=12)					
Fz	3.32 (5.64)	-0.45 (4.29)	0.07 (4.75)	371 (50)	368 (70)	375 (78)
Cz	5.48 (6.13)	1.35 (4.43)	1.07 (4.26)	391 (74)	383 (84)	367 (50)
Pz	6.55 (5.06)	3.15 (3.28)	2.78 (2.79)	398 (69)	382 (77)	362 (47)
Oz	4.08 (2.83)	2.80 (2.49)	2.94 (1.46)	368 (78)	374 (68)	349 (74)
	유죄집단(n=12)					
Fz	1.07 (6.47)	-0.01 (5.62)	-1.40 (4.54)	407 (139)	401 (134)	396 (121)
Cz	3.78 (5.57)	2.01 (4.90)	-0.02 (4.20)	391 (74)	413 (129)	390 (115)
Pz	9.23 (3.97)	6.54 (2.81)	3.57 (3.13)	431 (108)	414 (111)	379 (102)
Oz	7.44 (4.05)	5.50 (3.55)	3.88 (3.26)	420 (104)	405 (91)	356 (100)

( )는 표준편차.

표 6은 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구와 서술어를 제시한 후 유발된 P300의 진폭에 대해 반복측정변량분석한 결과를 제시하고 있다. Pz전극위치에서 P300의 진폭에 대한 통계분석 결과, 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구에서는 자극유형에서 주효과 [$F(2,44)=23.05$, $p<.001$, $\eta^2=.512$]가 관찰되었다. 집단의 주효과는 유의수준 p값 0.1에서 경향성을 나타냈다 [$F(1,22)=3.50$, $p=.075$, $\eta^2=.137$].

잠재기에 대한 통계분석 결과, 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구에서는 자극유형에서 주효과가 관찰되었다[$F(2,44)=8.58$, $p<.001$, $\eta^2=.328$].

그림 5는 무죄집단과 유죄집단에게 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 서술어를 제시했을 때의 전체 평균 사건관련전위를 5개의 중앙부위 전극에서 측정한 것이다. 유죄집단의 경우, 전두영역에서 무관련자극보다 탐침자극에서 더 큰 진폭이 관찰되었고 탐침자극에서 유발된 P300은 자극 제시 후 200ms정도부터 관찰되기 시작하여 400ms정도까지 지속되었다. 반면 무죄집단에서는 무관련자극과 탐침자극 간의 차이를 보이는 전극부위가 관찰되지 않았다. 탐침문장의 서술어를 제시했을 때의 두피분포도는 유죄집단의 경우 전두영역과 두정영역에 걸쳐 P300진폭이 높게 나타나고 무죄집단의 경우 이러한 패턴이 잘 나타나지 않았다(그림 5).

표 7과 표 8은 무죄집단과 유죄집단에게 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 부사구와 서술어를 제시했을 때 자극유형에 따라 유발된 P300의 진폭과 잠재기를 제시하

www.kci.go.kr

고 있다. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 서술어를 제시했을 때 유발된 P300진폭을 15개 전극부위에서 분석한 결과, 자극유형의 주효과[$F(2,44)=33.97$, $p<.001$, $\eta^2=.607$], 전극위치 주효과[$F(14,308)=13.63$, $p<.001$, $\eta^2=.383$], 집단과 자극유형의 상호작용[$F(2,44)=4.54$, $p<.05$, $\eta^2=.171$], 자극유형과 전극위치의 상호작용[$F(28,616)=11.39$, $p<.001$, $\eta^2=.341$], 집단과 자극유형과 전극위치의 상호작용[$F(28,616)=2.53$, $p<.05$, $\eta^2=.103$]이 나타났다. 자극유형의 주효과와 전극위치의 주효과는 자극유형과 전극위치에 따라 진폭의 크기가 다른 양상을 보인다는 것을 나타낸다. 또한 집단과 자극유형의 상호작용, 자극유형과 전극위치의 상호작용, 집단과 자극유형과 전극위치의 상호작용은 전극위치에 따라 자극유형간 P300진폭의 차이가 두 집단 간에 다른 양상을 보인다는 것을 나타낸다. Fz전극위치에서 P300진폭에 대한 통계분석결과, 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 서술어에서는 자극유형의 주효과[$F(2,44)=34.20$, $p<.001$, $\eta^2=.609$]가 관찰되었고, 집단과 자극유형 간의 상호작용[$F(2,44)=3.65$, $p<.05$, $\eta^2=.142$]이 나타났다. 집단 간 자극유형에 따른 P300진폭의 차이를 알아보기 위해 사후분석을 실시한 결과, 무죄집단에서는 목표자극(12.13㎶)이 탐침자극(6.63㎶)이나 무관련자극(5.29㎶)보다 유의미하게 더 큰 진폭을 나타냈고, 탐침자극과 무관련자극 간에는 진폭의 차이가 관찰되지 않았다. 반면 유죄집단에서는 목표자극(11.18㎶)이 탐침자극(9.43㎶)이나 무관련자극(6.62㎶)보다 유의미하게 더 큰 진폭을 나타냈을 뿐만 아니라 탐침자극이 무관련자극보다 유의미하게 더 큰 진폭을 나타냈다.

잠재기에 대한 통계분석 결과, 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 서술어에서 집단, 자극유형의 모든 요인에서 주효과가 나타나지 않았다.

표 8. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장에서 서술어를 제시한 후 집단별 자극유형에 따른 P300 진폭(㎶)과 잠재기(ms).

	진폭(V)			잠재기(ms)		
	목표문장	탐침문장	무관련문장	목표문장	탐침문장	무관련문장
	무죄집단(n=12)					
Fz	12.13 (6.77)	6.63 (4.83)	5.29 (4.09)	315 (38)	342 (48)	346 (53)
Cz	13.14 (7.10)	8.48 (4.98)	7.47 (4.11)	319 (40)	345 (44)	337 (48)
Pz	10.66 (5.47)	7.68 (3.86)	7.21 (3.26)	320 (34)	338 (36)	322 (45)
Oz	5.78 (3.74)	4.95 (2.82)	4.24 (1.95)	323 (60)	323 (67)	290 (67)
	유죄집단(n=12)					
Fz	11.18 (7.27)	9.43 (7.31)	6.62 (6.28)	354 (80)	366 (99)	378 (97)
Cz	12.25 (6.28)	10.51 (6.97)	8.54 (6.28)	347 (88)	367 (92)	366 (99)
Pz	9.93 (4.68)	8.80 (5.96)	8.01 (5.12)	348 (85)	347 (90)	338 (72)
Oz	6.54 (3.62)	6.21 (4.10)	5.94 (4.08)	344 (90)	342 (98)	335 (83)

( ) 표준편차.

www.kci.go.kr

논의 및 제언

본 연구는 일련의 범죄사건에 대한 유죄지식의 유무에 따라 서로 다르게 나타나는 사건관련전위의 변화에 대해 알아보고자 하였다. 참가자들에게는 주어, 목적어, 서술어의 형태와 목적어, 부사구, 서술어의 형태로 완성된 문장을 자극으로 하여 제시되었고 범죄상황을 경험한 사람들만이 알 수 있는 유죄지식을 탐지하기 위해 자극유형에 따라 유발된 P300을 비교하여 평가하였다. 먼저 연령, 교육연수, 사회·경제적 지위 등의 인구통계학적 정보와 정신적 상태 및 거짓말의 특성과 관련된 설문측정 결과에서는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 사건관련전위에 대한 분석결과가 인구통계학적 변수나 정신적인 상태 및 거짓말의 특성과 관련된 개인적인 변인에 의해 영향을 받지 않았음을 보여준다.

훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 목적어와 지갑을 감춘 장소에 대해 묻는 문장의 부사구가 제시되었을 때 두 과제에서 공통된 결과가 관찰되었는데, 즉 유죄집단은 탐침자극이 제시되었을 때 무관련자극에 비해 중심두정부에서 유의미하게 큰 P300 진폭이 유발되었다. 하지만 무죄집단에서는 탐침자극과 무관련자극 간 P300 진폭의 차이가 관찰되지 않았다. 또한 탐침문장에서 P300의 두피분포도를 관찰한 결과, 두 과제에서 모두 400ms 이후 무죄집단에 비해 유죄집단에서는 중심두정부에서의 가장 큰 정적전위의 분포가 관찰되었다. 이는 유죄지식을 포함하고 있는 탐침문장의 목적어와 부사구가 제시되었을 때 무죄집단과는 다르게 유죄집단에서 더 큰 진폭을 나타내는 P300이 유발되었음을 나타내며 기존의 선행연구와도 일치하는 결과이다(Rosenfeld, Nasman, Whalen, Cantwell, & Mazzeri, 1987; Rosenfeld, Cantwell, Nasman, Wojdac, Ivanov, & Mazzeri, 1988; Farwell & Donchin, 1991; Farwell & Smith, 2001; MacLaren, Taukulis, 2000). 결백한 사람은 모의된 절도사건에 대한 특정정보를 알지 못하기 때문에 탐침과 무관련자극의 차이를 알지 못하는데 반해서 유죄인 사람의 경우에는 절도사건에 대한 특정정보를 포함하는 탐침이 나타날 때마다 주의를 주게 되어 무관련자극과는 다른 정보처리를 하게 된다. 결국, 무죄집단의 경우, 사건에 대한 특정한 정보를 모르기 때문에 탐침과 무관련자극은 차이가 없게 되고 탐침과 무관련자극 사이에서는 전위차의 차이가 나타나지 않게 되어, 탐침이나 무관련자극에 비해서 목표자극이 더 큰 P300 진폭을 나타내게 된다(김영윤, 2008 재인용). 이에 반해, 유죄집단의 경우, 목표자극에서 P300이 무관련자극보다 더 큰 양전위를 나타낼 뿐만 아니라, 탐침이 무관련자극보다 자극제시후 300ms 이후에 더 큰 양전위를 나타내게 된다. 무관련자극보다 더 큰 진폭을 보여주는 탐침의 P300은 피검사자가 특정 사건과 관련된 탐침의 정보를 이미 알고 있었기 때문에 나타나는 뇌의 활동성을 반영한다 (김영윤, 2008 재인용).

기존의 선행연구에서는 목적어와 부사구가 검사단어가 되어 검사단어에 대한 사건관련전위만을 분석하였기 때문에 문장을 이루고 있는 다른 구성 성분에 대한 인지적 처리과정에 대해서는 알 수 없었다. 하지만 본 연구에서는 유죄지식을 포함하고 있는 목적어와 부사구 뒤에 제시되는 서술어를 분석함으로서 유죄지식을 포함한 자극(목적어나 부사구)이 제시된 다음에 나타난 자극(서술어)에 대해 뇌활동성의 변화가 나타나는지를 알아보는 시도를 처음으로 수행하였다. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장의 서술어와 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장의 서술어가 제시되었을 때 두 과제에서 공통된 결과가 관찰되었다. 즉 유죄집단은 탐침자극이 제시되었을 때 중심전두부에서 무관련자극보다 더 큰 진폭이 관찰된 반면 무죄집단에서는 탐침자극이 무관련자극보다 더 적은 진폭을 보이거나 차이가 없는 것으로 나타났다. 탐침문장에서의 P300에 대한 두피분포도를 관찰한 결과, 두 과제에서 모두 무죄집단에 비해 유죄집단에서 전두부에서의 가장 큰 정적전위 분포가 관찰되었다. 이처럼 탐침자극을 제시하였을 때 유죄집단의 전두중심부 영역에서 가장 큰 정적 전위 분포가 관찰된 것은 반응억제와 관련될 것으로 생각된다. 문장의 부사구 또는 목적어가 제시된 이후에 서술어가 제시되고 이를 확인한 후 문장이 목표자극인지 비목표자극인지를 일정 버튼을 눌러 행동반응을 판단하도록 지시하였는데, 인지적 관점에서 볼 때 유죄집단은 무죄집단에 비해 반응에 대한 결정에 더 많은 정도의 주의와 에너지, 그리고 억제과정이 요구되었을 것이며 이로 인해 전두영역에서 가장 큰 정

www.kci.go.kr

적 전위 분포가 관찰된 것으로 보여진다. 최근 선행연구들은 전두영역에 나타나는 P300이 반응억제를 반영하는 것임을 발표하였다(Kok, Rammautar, De Ruiters, Band, & Ridderinkhof, 2004; Ramautar, Kok, & Ridderinkhof, 2004; Bekker, Kenemans, Koeksma, Talsma, & Verbaten, 2005; Dimoska, Johnstone, & Barry, 2006; Smith, Johnston, & Barry, 2006, 2007). 또한 뇌영상기법을 이용한 많은 선행 연구들이 반응을 억제하는 것과 관련해서 전두엽의 역할을 가장 중요하면서도 공통적으로 언급하고 있다(Goya-Maldonado, Walther, Simon, Stippich, Weisbrod, & Kaiser, 2010; Nakata, Sakamoto, Ferretti, Perrucci, Gratta, Kakigi, & Romani, 2008; Horn, Dolan, Elliott, Deakin, & Woodruff, 2003; Menon, Adleman, White, Glover, & Reiss, 2001; Nakata, Inui, Wasaka, Akatsuka, & Kakigi, 2005; Clare Kelly, Hester, Murphy, Javitt, Foxe, & Garavan, 2004). 이러한 연구들을 참고해서 보면 유죄집단의 탐침문장의 서술어에서 나타난 P300이 전두영역에서 높은 진폭을 보인 것은 유죄지식을 포함한 자극에 영향을 받아서 서술어에 대한 반응으로 반응을 억제하는 인지적 전략을 사용했을 가능성이 있다고 보인다.

사건관련전위상에서는 집단 간 차이가 나타났지만 행동반응에서는 두 집단 간 차이가 나타나지 않았다. 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장과 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장에 대해 반응시간과 반응정확률을 분석한 결과, 무죄집단과 유죄집단 간에 통계적으로 유의미한 차이는 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 유죄집단이 무죄집단보다 더 낮은 과제수행 정확도와 더 긴 반응시간을 요구할 것이라는 가설과는 일치하지 않는다. 이러한 결과가 나타난 원인에 대해 몇 가지 가능성을 생각해 볼 수 있다. 첫째, 본 연구에서 참가자들이 유죄지식의 탄로에 대한 우려나 죄책감 등의 정서를 갖게 되는 것은 모의범죄상황을 통해 조작되는 것이었기 때문에 실제 상황에서 느끼는 정서와는 다를 것이며 그에 따른 반응시간도 달라질 수 있다고 생각된다. 즉 유죄지식검사에서는 개인이 속이고자 하는 의도로 반응시간을 변화시킬 수 있으며 유죄집단에서 무관련자극의 반응시간이 탐침자극의 반응시간보다 더 길게 나타날 수도 있음을 나타내는 것이다(Rosenfeld, Soskins, Bosh, & Ryan, 2004). 둘째, 유죄집단의 탐침자극에서 P300 진폭이 무관련자극보다 높게 나타났으나 행동반응에 있어 무죄집단과 차이가 없다는 것은 뇌활동성 수준에서는 두 집단 간의 차이를 보이고 있으나 행동수준까지는 아직 발현되지 않았다는 것을 보여준다.

연구의 결과는 기존의 폴리그래프에서 사용된 유죄지식검사가 "유죄지식을 가진 사람은 유죄지식이 포함되지 않은 자극보다 유죄지식이 포함된 자극에서 더욱 큰 자율신경계의 반응을 나타낼 것이다"라는 기본적인 가정을 핵심으로 두고 활용되어왔던 측면을 고려하여 보았을 때(Lykken, 1974), 폴리그래프검사의 결과를 보완하고 유죄지식검사의 활용성을 높이는데 기여한 측면이 있다. 추후 실무에서도 기억에 기반을 두고 사건관련전위를 이용한 유죄지식검사는 정서에 기반을 두고 자율신경계의 측정치를 이용하는 폴리그래프검사의 결과와 함께 수사상의 참고자료로서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있으며 이를 토대로 후속 연구를 제안하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 실험참가자들이 모두 남성으로 구성되어 있어 성별에 의한 편향이 있었다. 따라서 후속연구에서는 성별의 편향이 없이 연구설계를 하여 유죄지식을 검증하는 과정도 필요할 것으로 생각된다.

둘째, 본 연구는 실험실 연구로 실제 상황과는 차이가 있다. 물론 실험실 상황에서 참가자들이 모의상황을 통해 유죄지식이 조작되었을지라도 실제 범죄사건을 통해 경험한 사람과는 유죄지식에 대한 두려움과 수치심 등의 정서상태와 거짓말에 대한 탄로에 대한 위험 등에서 차이가 있을 것이다(Ford, 2006). 이러한 문제는 형사사법장면에서도 논의될 수 있을 것이다. 즉 본 연구에서는 실험에 대한 동기를 부여하기 위해 유인가(incentive)를 지급하였지만 실제 형사사법현장에서의 폴리그래프검사 등에서는 피검사자들이 검사를 통과함으로써 이득(benefit)을 얻는 것보다 처벌과 같은 비용(cost)을 지불하는 것에 대한 두려움이나 수치심 등에 의해 정서적으로 각성되며 이러한 피검사자들의 심리적 특성이 검사에 반영되기 때문에 검사에 참여하는 동기가 실험실연구와는 다를 것이다. 따라서 추후 연구에서는 참가자들이 거짓말 탐지에 대한 검사를 통과하지 못

www.kci.go.kr

할 경우에 처벌 등의 비용을 지불하는 조건을 명확히 인식할 수 있을 정도의 위험도(risk)를 조작하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 이러한 노력들은 연구의 생태학적 타당도를 높이는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

셋째, 유죄지식을 탐지하고자 하는 연구들은 개별 사례들에 대한 분류를 통해 검사의 정확도를 판단하고자 하였다. 본 연구에서 검사의 정확도를 탐침문장에 대한 P300 진폭이 무관련문장에 대한 P300진폭보다 큰 경우에 유죄지식을 가지고 있는 것으로 판정하고 분류정확도를 산출하였다. 유죄지식을 탐지한 결과에서, 거짓을 탐지하는 확률(Hit율), 참을 탐지하는 확률(Correct Rejection율, CR율), Hit율과 CR율의 평균인 정확도(Accuracy)로 정리하여 제시하였다. 분류 결과, 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장에서 목적어가 제시되었을 경우에 62.5%의 분류정확도(Hit율: 91.7%, CR율: 33.3%)를 나타냈고 훔쳐간 돈의 액수를 묻는 문장에서 서술어가 제시되었을 경우에는 분류정확률이 87.5%(Hit율: 91.7%, CR율: 83.3%)를 나타냈다. 또한 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장에서 부사구가 제시되었을 경우에는 75%의 분류정확도(Hit율: 100%, CR율: 50%)를 나타내었으며. 지갑을 감춘 장소를 묻는 문장에서 서술어가 제시되었을 경우에는 분류정확도가 62.5%(Hit율: 91.7%, CR율: 33.3%)를 나타냈다. 이러한 분류방법은 탐침문장에 대한 P300을 무관련문장과 단순하게 육안으로 비교하여 판단한 결과를 보여준다. 분류법에 대한 선행연구에서는 부트스트랩(bootstrapping)기법, 진폭 부트스트랩(Boo-tstrapped amplitude difference, BAD)기법, 상관 부트스트랩(Bootstrapped correlation difference, BCD)기법, 웨이브렛(Wavelet)법, SIZE(Bootstrapped amplitude difference)법, FIT(Bootstrapped correlation analysis of disparity)법, RT-BOOT(Bootstrapped analysis of reaction time)법, Bayesian법, 주성분 분석법(Spatial-temporal component analysis)을 통해 유죄지식을 탐지하여 집단을 효과적으로 구분하였다(김영윤, 2008; Abootalebi, Moradi, & Khalilzadeh, 2006; Allen & Iacono, 1997; Mertens & Allen, 2008; Rosenfeld, Soskins, Bosh, & Ryan, 2004; Liu & Rosenfeld, 2008). 따라서 후속연구에서는 완성된 문장을 자극으로 사용한 연구결과에 효과적인 분류법을 적용함으로써 유죄지식의 유무를 개별적으로 분류하고 검사의 정확성을 높이는 방법에 대해 논의되어야 할 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 완성된 문장에 대한 유죄지식을 탐지하기 위해 P300을 참조하였지만 문장을 이용한 연구들에는 N400을 확인한 연구들도 수행되었다(Boaz, Perry, Raney, Fischler, & Shuman, 1991; Fischler, Bloom Childers, Roucos, & Perry, 1983; Fischler, Bloom Childers, & Perry, 1985). 또한 MacLaren과 Taukulis(20001)의 연구에서는 조건적 부적 전위(CNV)를 참조하여 무죄집단과 유죄집단의 특성을 설명하기도 하였다. 이처럼 추후 연구에서는 문장을 이용한 사건관련전위의 평가에 다양한 요인을 참조할 수 있을 것이며 Oddball패러다임 외에 다양한 패러다임으로 실험을 설계하여 이를 통해 거짓말의 발생과 그에 대한 인지적 처리과정을 이해하는데 단서를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

권석만 (1997). 불안장애의 정신병리 평가. 정신병리학, 6, 37-51.

김영윤 (2008). P300-기반 거짓말 탐지 연구. 한국심리학회지: 사회 및 성격, 23, 111-128.

김영환 (1994). 다면적 인성검사실시 요강, 서울, 한국가이던스.

엄진섭 (2010). 사건관련전위를 이용한 숨긴정보검사에서 P300의 진폭에 영향을 미치는 요인. 충북대학교 대학원 박사학위논문.

이수정, 박혜영 (2008). PPI-R 전문가 지침서: 한국판 표준화, 서울, 학지사 심리검사연구소.

이영호, 송종용 (1991). BDI, SDS, MMPI-D 척도의 신뢰도 및 타당도에 대한 연구. 한국심리학회지, 10, 98-113.

조은경 (2002). 거짓말의 특징과 탐지, 한국심리학회지: 일반, 21, 33-65.

Abootalebi, V., Moradi, M. H., & Khalizadeh, M. A. (2006). A comparison of methods for ERP assessment in a P300-based GKT. *International Journal of Psychophysiology, 62*, 309-320.

Abootalebi, V., Moradi, M. H., & Khalizadeh, M. A. (2009). A new approach for EEG feature

www.kci.go.kr

extraction in P300-based lie detection. *Computer Methods and Programs in Biomedicine, 94*, 48-57.

Allen, J. J., & Iacono, W. (1997). A comparison of methods for the event-related potentials in deception detection. *Psychophysiology, 34,* 234-240.

Bekker, E. M., Kenemans, J. L., Koeksma, M. R., Talsma, D., & Verbaten, M. N. (2005). The pure electrophysiology of stopping. *International Journal of Psychophysiology, 55,* 191-198.

Bennington, J. Y., & Polich, J. (1999). Comparison P300 from passive and active tasks for auditory and visual stimuli. *International Journal of Psychophysiology, 34*, 171-177.

Ben-Shakhar, G., Elaad, E. (2002). The guilty knowledge test(GKT) as an application of psychophysiology: Future prospects and obstacles. In M. Kleiner (Ed). *Handbook of polygraph testing,* 87-102, New York: Academic Press.

Boaz, T. L., Perry, N. W., Raney, G., Fischler, I. S., & Shuman, D. (1991). Detection of guilty knowledge with event-related potentials. *Journal of Applied Psychology, 76*, 788-795.

Bradley, M. T., MacLaren, V. V., & Carle, S. B. (1996). Deception and nondeception in guilty knowledge and guilty action polygraph tests. *Journal of Applied Psychology, 81*, 153-160.

Braff, D. L. (1993). Information processing and attention dysfunctions in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin, 19*, 233-259.

Brown, W. S., Marsh, J. T., & LaRue, A. (1983). Exponential electrophysiological aging: P3 latency. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 55*, 277-285.

Bull, R. (1988). What is the lie-detection test? In A. Gale (Ed.), *The poltgraph test: Lies, truth and science*. London: Sage.

Clare Kelly, A. M., Hester, R., Murphy, K., Javitt, D. C., Foxe, J. J., & Garavan, H. (2004). Prefrontal-subcortical dissociations underlying inhibitory control revealed by event-related fMRI. *European Journal of Neuroscience, 19,* 3105-3112.

Dimoska, A., Johnston, S. J., & Barry, R. J. (2006). The auditory-evoked N2 and P3 components in the stop-signal task: Indices of inhibition, response-conflict or error-detection? *Brain and Cognition, 62,* 98-112.

Donchin, E., Karis, D., Bashore, T. R., Coles, M. G. H., & Gratton, G. (1986). Cognitive psychophysiology and human information processing. In M. G. H. Coles, E. Donchin, & S. W. Porges(Eds.), *Psychophysiology: Systems, processes and applications*. New York: Guilford press.

Duncan-Johnson, C. C., & Donchin, E. (1977). On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology, 14,* 456-467.

Ekman, P. (1992). *Telling lies*. New York: Norton.

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

Farwell, L. A., & Smith, S. S. (2001). Using brain MERMER testing to detect knowledge despite efforts to conceal. *Journal of Forensic Sciences, 46,* 135-143.

Fischler, I. S., & Childers, D. G., Achariyapaopan, T., & Perry, N. W. (1985). Brain potentials during sentence verification: Automatic aspects of comprehension. *Biological Psychology, 21,* 83-105.

Fischler, I. S., Bloom, P. A., Childers, D. G., Roucos, S. E., & Perry, N. W. (1983). Brain potentials related to stage of sentence verification. *Psychophysiology, 20*, 400-409.

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

Furedy, J. J., Ben-Shakhar, G. B. (1991). The roles deception, intention to deceive, and motivation to avoid detection in the psychophysiological

www.kci.go.kr

detection of guilty knowledge. *Psychophysiology, 28*, 163-171.

Gamer, M., Bauermann, T., Stoeter, P., & Vossel, G. (2007). Covariations among fMRI, skin conductance, and behavioral data during processing of concealed information. *Human Brain Mapping, 28*, 1287-1301.

Ganis, G., Kosslyn, S., Sotse, S., Thompson, W., & Yurgelun-Todd, D. (2003). Neural correlates of different types of deception: An fMRI investigation. *Cerebral Cortex, 13*, 830-836.

Goya-Maldonado, R., Walther, S., Simon, J., Stippich, C., Weisbrod, M., & Kaiser, S. (2010). Motor impulsivity and the ventrolateral prefrontal cortex. *Psychiatry Research, 183,* 89-91.

Granhag, P. A., Stromwall, L. A. (2004). *The detection of deception in forensic contexts*. New York: Cambridge University Press

Greenhouse, W. W. & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika, 24,* 95-112.

Happel, M. D. (2005). Neuroscience and the detection of deception. *Review of Policy Research, 22,* 667-685

Horn, N. R., Dolan, M., Elliott, R., Deakin, J. F. W., & Woodruff, P. W. R. (2003). Response inhibition and impulsivity: An fMRI study. *Neuropsychologia, 41*, 1959-1966.

Kok, A., Ramautar, J. R., De Ruiters, M. B., Band, G. P. H., & Ridderinkhof, K. R. (2004). ERP components associated with successful and unsuccessful stopping in a stop-signal task. *Psychophysiology, 41,* 9-20.

Kozel, M. A., Padgett, T. M., & George, M. S. (2004). A replication study of the neural correlates of deception. *Behavioral Neuroscience, 118*, 852-856.

Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading between the lines: Event-related brain potentials during natural sentence processing. *Brain and Language, 11,* 354-373.

Lee, T., Liu, H. L., Chan, C., Mahankali, S., Feng, C. M., Hou, J., Fox, P., & Gao, J. H. (2002). Lie detection by functional magnetic resonance imaging. *Human Brain Mapping, 15*, 157-164

MacLaren, V., & Taukulis, H. (2000). Forensic identification with event-related potentials, *Polygraph, 29,* 330-343.

Menon, V., Adleman, N. E., White, C. D., Glover, G. H., & Reiss, A. L., (2001). Error-related brain activation during a Go/NoGo Response inhibition task. *Human Brain Mapping, 12*, 131-143.

Miller, G, R., deTurch, M. A., & Kalbfleisch, P. J. (1983). Self-monitoring rehearsal, and deceptive communication, *Human Communication Research , 10,* 97-117.

Morstyn, R., Duffy, F. H., & McCarley, R. W. (1983). Altered P300 topography in schizophrenia. Arch. *General Psychiatry, 40*, 729-734.

Nakata, H., Inui, K., Wasaka, T., Akatsuka, K., & Kakigi, R. (2005). Somato-motor inhibitory processing in humans: A study with MEG and ERP. *European Journal of Neuroscience, 22,* 1784-1792.

Nakata, H., Sakamoto, K., Ferretti, A., Perrucci, M. G., Gratta, C. D., Kakigi, R., & Romani, G. L. (2008). Somato-motor inhibitory processing in humans: An event-related functional MRI study. *Neuroimage, 39,* 1858-1866.

National Research Council. (2003). *The polygraph and lie detection*. Washington, DC: National Academies Press.

Neshige, R., & Luder, H. (1992). Recording of event-related potentials (P300) from human cortex. *Journal of Clinical Neurophysiology, 9,* 294-298.

Parsons, T. E. (1996). *Event-Related potentials and the detection of guilty knowledge*. Doctor's thesis, Georgia University, Georgia, USA.

Picton, T. W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of Clinical Neurophysiology, 9,* 456-479.

www.kci.go.kr

Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology, 118,* 2128-2148.

Ramautar, J. R., Kok, A., & Ridderinkhof, K. R. (2004). Effects of stop-signal probability in the stop-signal paradigm: The N2/P3 complex further validated. *Brain and Cognition, 56,* 234-252.

Rosenfeld, J. P., Angell, A., Johnson, M., & Qian, J-H. (1991). An ERP-based, control-question lie detector analog: Algorithms for discriminating effects within individuals' average waveforms, *Psychophysiology, 28,* 319-335.

Rosenfeld, J. P., Biroschak, J. R., & Furedy, J. J. (2006). P300-based detection of concealed autobiographical versus incidentally acquired information in target and non-target paradigms, *International Journal of Psychophysiology, 60,* 251-259.

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, 24,* 157-161.

Rosenfeld, J. P., Nasman, V. T., Whalen, R., Cantwell, B., & Mazzeri, L. (1987). Late vertex positivity as a guilty knowledge indicator: A new method of lie detection. *International Journal of Neuroscience, 34,* 125-129.

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*, 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*, 205-219.

Seymour, T. L., Seifert, C. M., Shafto, M. G., & Mosmann, A. L. (2000). Using response time measures to assess "guilty knowledge". *Journal of Applied Psychology, 85*, 30-37.

Smith, J. L., Johnston, S. J., & Barry, R. J. (2006). Effects of pre-stimulus processing on subsequent events in a warned Go/NoGo paradigm: Response preparation, execution and inhibition. *International Journal of Psycho physiology, 61*, 121-133.

Smith, J. L., Johnston, S. J., & Barry, R. J. (2007). Response priming in the Go/NoGo task: The N2 reflects neither inhibition nor conflict. *Clinical Neurophysiology, 118*, 343-355.

Smith, M. E., Halgren, E., Sokolik, M., Baudena, P., Musolino, A., Liegeois-Chauvel, C., & Chauvel, P. (1990). The intracranial topography of the P3 event-related potential elicited during auditory oddball. *Electroencephalogram and Clinical Neurophysiology, 76,* 235-248.

Snyder, M. (1974). Self-monitoring of expressive behavior. *Journal of personality and Social Psychology, 30*, 526-537.

Squires, N. K., Squires, K. C., & Hillyard, S. A. (1975). Decision-related cortical potentials during an auditory signal detection task with cued intervals, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1*, 268-279.

Zuckerman, M., DePaulo, B. M., & Rosenthal, R. (1981). Verbal and nonverbal communication of deception. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology.* New York: Academic Press.

www.kci.go.kr

韓國心理學會誌: 社會 및 性格
Korean Journal of Social and Personality Psychology
2010, Vol. 24, No. 4, 19~41

P300-Based GKT(Guilty Knowledge Test) Using Sentences

Ki-Young Kang Young Youn Kim
Kyonggi University

P300-based GKT(guilty knowledge test) has been suggested as an alternative approach for conventional polygraphy. The purpose of this study is to investigate event-related potentials using sentences in guilty and innocent subjects after performing a mock crime. The guilty subjects had concealed informations(probe) about the amount of stolen money and the place to hide a wallet. Event-related potentials were collected as participants performed visual Oddball task that required participants to press one button to target sentence and to press the other button to irrelevant and probe sentences. The sentences were presented in order of the subject, the object, and the predicate or in order of the object, the adverbial phrase, and the predicate. The statistical analysis of P300 elicited by probe stimuli of the object and the adverbial phrase which directly included concealed informations indicated that the guilty subjects showed significantly higher P300 amplitudes than the innocent subjects at the parietal area. P300 elicited by probe stimuli of the predicate which was presented after the object or the adverbial phrase and which did not contain concealed informations indicated that the guilty subjects showed significantly higher P300 amplitudes than the innocent subjects at the frontal area. These results support the hypothesis that the neural processes involved in the predicate as well as the object or the adverbial phrase in the probe sentences are specific in individuals with concealed informations.

Keywords: P300, guilty knowledge test, event-related potentials, sentences

1차원고 접수일 : 2010년 9월 11일
수정원고 접수일 : 2010년 11월 11일
게재 확정일 : 2010년 11월 18일

www.kci.go.kr