

## 폴리그래프 비교질문검사의 타당성: fMRI 연구

Validity of the Comparison Question Test: An fMRI Study

전하정\* · 음영지\* · 손진훈\* · 엄진섭\*\*†

Hajung Jeon\* · Young-Ji Eum\* · Jin-Hun Sohn\* · Jin-Sup Eom\*\*†

\*충남대학교 심리학과

\*Department of Psychology, Chungnam National University

\*\*충북대학교 심리학과

\*\*Department of Psychology, Chungbuk National University

### Abstract

The logical assumption of the comparison question test (CQT) is that the guilty person pays more attention to the relevant questions than to the comparison questions, and that the innocent person pays more attention to the comparison questions than to the relevant questions. The purpose of this study was to verify the logic of the comparison question test using functional magnetic resonance imaging (fMRI). The participants were tested for brain responses during a mock crime and performed the CQT under guilty and innocent conditions. After brain imaging, we evaluated the psychological burden of responding to the relevant questions and comparison questions. In the guilty conditions, the degree of burden was higher for the relevant questions than the comparison questions, and there was no significant difference in the innocent conditions. The fMRI results showed that, in the guilty conditions, greater activation was observed in the right superior temporal gyrus and right inferior frontal gyrus when relevant questions were presented relative to comparison questions. Based on these findings, the logical assumption of the CQT was discussed.

**Key words:** Comparison Question Test, fMRI, Lie Detection, Polygraph

### 요약

비교질문 검사의 논리적 가정은 유죄인 조사대상자는 비교질문보다 관련질문에 주의를 더 기울이고 무죄인 조사대상자는 관련질문보다 비교질문에 주의를 더 기울인다는 것이다. 본 연구는 기능적자기공명영상(fMRI)을 이용하여 비교질문검사의 논리적 타당성을 검증하였다. 이를 위하여 실험참여자에게 모의 범죄를 수행하도록 한 후 유죄조건과 무죄조건에서 비교질문검사를 실시하면서 뇌 반응을 측정하였다. 뇌 영상을 촬영한 후에는 관련질문과 비교질문에 '아니오'라고 응답하는 것이 얼마나 심리적으로 부담되는지를 평가하도록 하였다. 행동 반응 결과, 유죄조건에서 비교질문보다 관련질문에 '아니오'라고 응답하는 것이 더 부담이 되는 것으로 나타났고 무죄조건에서는 두 질문 유형 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 뇌 반응 결과, 유죄조건에서는 비교질문에 비해 관련질문이 제시되었을 때 우측 상측두회와 우측

† 교신저자 : 엄진섭(충북대학교 심리학과)

E-mail : jseom2003@hanmail.net

TEL : 043-261-2188

FAX : 043-269-2188

하전두회에서 더 큰 활성화가 관찰되었다. 그러나 무죄조건 분석 결과 질문유형에 따른 뇌 영역 활성화 차이는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과에 근거하여 유죄조건과 무죄조건에 대한 비교질문검사의 논리적 가정을 논의하였다.

**주제어:** 비교질문검사, fMRI, 거짓말 탐지, 폴리그래프

## 1. 서론

폴리그래프(polygraph)를 이용한 거짓말 탐지 검사에서는 조사대상자에게 조사 중인 사건과 관련된 질문을 하면서 호흡과 혈압, 피부전기반응 등의 생리적 반응을 관찰한다. 만약 조사 중인 사건과 직접 관련된 질문에 대한 반응이 직접 관련되지 않은 질문에 대한 반응보다 더 크면 조사대상자가 거짓을 말하고 있다고 판단한다.

거짓말 탐지 검사에서는 크게 두 가지 질문기법을 사용한다. 한 가지는 숨긴정보검사(concealed information test: CIT) 또는 유죄지식검사(guilty knowledge test: GKT)로 오직 범인만이 알 수 있는 것으로 생각되는 사건과 관련된 구체적 사항을 조사대상자가 알고 있는지 확인하는데 사용한다(Lykken, 1998). CIT에서는 범죄와 관련된 구체적 사항인 관련자극(relevant stimulus; 예: 도난당한 반지)을 범죄와 직접 관련이 없지만 같은 범주에 속하는 무관련자극(irrelevant stimulus; 예: 목걸이, 귀걸이, 시계 등)과 섞어서 조사대상자에게 무선적으로 하나씩 제시한다. CIT의 핵심 가정은 만약 조사대상자가 관련자극을 알고 있다면, 무관련자극들보다 관련자극에서 체계적으로 더 큰 생리적 반응을 보인다는 것이다.

CIT는 습관화(habituation)와 정향반응(orienting response)이라는 잘 정립된 이론적 근거를 가지며, 무죄인 조사대상자를 유죄로 판정하는 오류긍정의 발생 가능성이 낮다는 장점을 가진다(Ben-shakhar & Eaad, 2002). 그러나 CIT를 사용하기 위해서는 오직 수사관과 범인만 알고 있는 범죄관련자극이 존재해야 하는데, 이런 자극이 존재하는 사건은 전체의 10% 정도이며(Podlesny, 2003), Lykken(1988)이 신뢰로운 CIT를 위해서 필요하다고 언급한 6개 이상의 관련자극을 가진 사건은 전체의 2.1%에 불과하다. 결과적으로 대부분의 사건에 CIT를 사용할 수 없으며, 다른 거짓말 탐지 방법을 사용할 수밖에 없다.

다른 한 가지 질문기법은 비교질문검사(comparison question test: CQT)로 거의 모든 사건에 사용할 수 있는 거짓말 탐지 기법이다(Reid & Inbau, 1977). CQT는 몇 개의 단계를 거쳐서 실시된다(Elaad, 2003). 첫 번째는 검사관이 사건과 관련된 정보를 얻는 단계이다. 두 번째는 조사대상자와 사전면담을 하는 단계로 거짓말 탐지 검사에서 사용할 질문들을 만들고, 조사대상자와 함께 질문을 읽으면서 “예” 또는 “아니요”로 반응할지를 확인한다. 마지막은 실제 거짓말 탐지 검사를 실시하는 단계이다.

CQT에서는 세 가지 유형의 질문이 조사대상자에게 제시된다(Elaad, 2003). 관련질문(relevant question)은 조사 중인 사건과 직접 관련된 것으로 “당신이 그 범죄를 저질렀는가?”와 같은 형태의 질문이다. 조사대상자는 이 질문에 “아니요”로 응답한다. 비교질문(comparison question)은 조사 중인 사건 이전에 어떤 위법행위를 하였는지에 관한 것이다. 비교질문은 무죄인 조사대상자들도 한번쯤 경험했을 범한 내용으로 “2016년 이전에 남에게 해가 되는 일을 한 적이 있는가?”와 같은 형태를 띤다. 이 질문에 “예”라고 응답을 하는 것이 유죄 판결의 가능성을 높인다고 사전면담시에 강조하기 때문에, 대부분의 조사대상자는 이 질문에 “아니요”라고 응답하게 된다. 무관련질문(irrelevant question)은 범죄와 관련이 없는 것으로 “당신은 의자에 앉아 있는가?”와 같이 “예”라는 응답이 명백한 질문이다. 거짓말 탐지 검사에서 이 질문을 첫 번째로 제시함으로써 정향반응을 흡수하는 역할을 한다.

CQT의 기본 가정은 각 조사대상자들이 자신에게 가장 위협이 되는 질문에 주의를 둔다는 것으로, 유죄인 조사대상자는 비교질문보다는 관련질문에 더 큰 관심을 가지게 되고, 무죄인 조사대상자는 자신들이 거짓말을 하고 있는 비교질문에 더 큰 관심을 두게 된다고 가정한다. 따라서 유죄인 조사대상자는 비교질문이 제시되었을 때보다 관련질문이 제시되었을 때 더 긴장하게 되고, 생리적 반응이 더 크게 나타날 것

이다. 반면에 무죄인 조사대상자는 관련질문이 제시되었을 때보다 비교질문이 제시되었을 때 더 긴장하게 되고 생리적 반응이 더 크게 나타날 것이라고 가정한다(National Research Council, 2003).

CQT는 우리나라를 비롯하여 미국과 이스라엘 등의 국가들에서 주요한 거짓말 탐지 방법으로 널리 사용되고 있으며, 전문자격을 갖춘 검사자에 의해서 적절하게 사용되었을 때 높은 수준의 예측(준거)타당도를 가지는 것으로 보고되고 있다(Jeong et al., 2010; Palmatier & Rovner, 2015).

그러나 CIT와 달리 CQT의 타당성에 대한 논쟁은 끊임없이 지속되고 있다(Ben-Shakhar, 2002; Ben-Shakhar et al., 2015; Iacono, 2011; National Research Council, 2003). Ben-Shakhar(2002)는 CQT의 단점을 지적하였는데 CQT의 이론적 기반과 논리적 근거가 빈약하다는 것, 비교질문을 선택하고 제시하는 표준적인 절차가 없다는 것, 생리적 반응을 채점하는 객관적 절차가 없다는 것, 검사관이 거짓말 탐지 검사 이전에 습득한 사전 정보가 거짓말 여부의 판단에 영향을 미칠 수 있다는 것, 마지막으로 조사대상자가 의도적으로 생리적 신호를 왜곡시키는 대응수단(countermeasure)에 취약하다는 것을 언급하였다.

Ben-Shakhar(2002)가 지적한 문제점들 중에서 가장 핵심적인 것은 두 가지이다. 한 가지는 CQT의 이론적 기반이 약하다는 것으로 거짓말과 생리적 변화를 연결시킬만한 이론적 근거가 없으며, 거짓말에 특징적인 생리적 반응도 없다는 것이다. 그러나 다수의 연구자들이 CQT를 설명하기 위한 새로운 이론적 배경을 제시하고 있다(Davis, 1961; MacNeill et al., 2014; Palmatier & Rovner, 2015).

다른 한 가지는 CQT의 논리적 근거가 약하다는 주장이다. 비교질문이 엄격한 의미에서 통제질문이 아니기 때문에 비교질문에 대한 생리적 반응과 관련질문에 대한 생리적 반응을 비교하는 것이 논리적으로 타당하지 않다는 것이다. 관련질문은 유죄인 피검사자나 무죄인 피검사자 모두에게 중요한 질문이므로, 모든 피검사자는 비교질문보다 관련질문에 더 큰 반응을 보일 것이며, 결과적으로 무죄인 용의자를 유죄로 판단할 가능성(즉 오류공정 확률)이 높다고 주장하고 있다(Ben-Shakhar & Furedy, 2012).

반면 이러한 주장에 반대하여 CQT의 논리적 타당성을 증명하기 위해 다수의 연구들이 수행되었다(Elaad, 2003; Han & Park, 2009; Honts, 2003; Horvath & Palmatier, 2008; Offe & Offe, 2007). 선행연구들은 거짓말 탐지에 대한 실험 연구에서 유죄인 조사대상자는 비교질문보다는 관련질문에 더 큰 관심이나 스트레스를 가지며 무죄인 조사대상자는 관련질문보다는 비교질문에 더 큰 관심이나 스트레스를 가진다는 것을 보여주었다.

그러나 CQT의 논리적 타당성을 보여준 선행연구들은 대부분 CQT를 실시한 후에 설문조사를 통하여 CQT의 기본 가정을 검증하였기 때문에, 요구특성(demand characteristic)에 의해 결과가 왜곡되었을 가능성이 존재한다. 왜냐하면, 실험참가자들에 대한 사전면담 과정에서 비교질문의 중요성을 강조하였으므로 무죄조건에 실험참가자들은 실험자의 요구에 맞추어 비교질문에 더 큰 관심이 있었다고 응답했을 가능성이 있다. 따라서 요구특성에 영향을 받지 않는 방법으로 CQT의 기본가정을 검증할 필요가 있다. 즉 실험참가자의 응답을 통하여 CQT의 가정을 검증하였기 때문에 실험참가자가 실험자의 의도에 맞추어 응답했을 가능성이 있으므로, 실험참가자에게 응답을 요구하지 않는 방법으로 CQT의 가정을 검증할 필요가 있다. 한 가지 방법은 CQT를 실시하면서 뇌의 반응을 직접 측정하는 것이다. 주의나 관심, 통제 등을 담당하는 뇌영역은 잘 알려져 있으므로(Buschman & Miller, 2007; Cabeza et al., 2008; Christ et al., 2008; Nunez et al., 2005; Shomstein & Yantis, 2006; Spence et al., 2001), 실험참가자들의 뇌 반응을 측정하면 요구특성을 배제한 상태에서 CQT의 기본 가정을 평가할 수 있을 것이다.

## 2. 방법

### 2.1. 실험참가자

대학교 홈페이지 구인/구직 게시판을 통하여 과거 정신과나 뇌손상 병력이 없는 오른손잡이 대학생 10명을 모집하여 실험을 수행하였다. 실제 현장에서 거

거짓말 탐지 검사를 받는 용의자의 성별은 남자가 훨씬 더 많기 때문에 본 연구에서는 실험참가자를 남성으로 제한하였다(Lee et al., 2015). 조사대상자의 평균연령은 23.7세(범위 22-26세)였다. 실험을 마친 후 실험 참여에 대한 금전적 보상을 지급받았다.

## 2.2. 절차

실험은 이틀에 걸쳐서 진행되었다. 첫째 날은 실험 참가자에게 모의범죄를 수행하도록 하였으며, 둘째 날은 fMRI를 이용한 CQT를 실시하였다. 실험조건은 유죄조건과 무죄조건으로 피험자내 설계를 사용하였다. 즉, 모든 실험참가자들이 한번은 유죄조건에서 다른 한번은 무죄조건에서 CQT를 실시하였다. 이를 위하여 모의범죄는 서로 연관성이 적은 절도 사건과 문서위조사건으로 구성하였으며, 실험참가자들은 둘 중 한 가지 모의범죄를 수행하였다.

첫째 날에 실험참가자가 약속된 시간과 장소에 도착하면 실험에 대한 설명을 하고 실험참가동의서에 서명을 받은 후 모의범죄를 수행하도록 하였다. 실험참가자는 제비뽑기를 통하여 수행할 모의범죄를 선택하였다. 절도사건은 특정 실험실에 들어가서 책상 위에 놓인 지갑에서 125,000원을 훔쳐서 나오는 상황으로 구성하였다. 문서위조사건은 특정 실험실로 들어가서 컴퓨터와 컬러 프린터를 이용하여 자신의 성적표를 전과목 A+로 위조하는 것이었다. 컴퓨터 바탕화면에는 진짜 성적표와 유사한 한글파일을 만들어 두었으며, 실험참가자는 이 파일을 이용하여 자신의 성적을 위조하였다. 실험참가자에게는 다음날 거짓말 탐지검사에서 ‘돈을 훔치지 않았다’ 또는 ‘성적표를 위조하지 않았다’고 주장하도록 지시하였다. 모의범죄를 실시한 후에는 실험자에게 재방문하지 말고 훔친 돈(또는 위조한 성적표)을 가지고 집으로 돌아가라

고 지시하였으며, 다음날 약속한 시간에 MRI 실험 장소로 찾아오도록 하였다.

둘째 날에 실험참가자가 실험 장소에 도착하면 MRI 대기실에서 사전 면담을 진행한 다음 MRI 촬영실로 들어가 fMRI 실험을 수행하였다. 유죄조건에서는 거짓말이 탄로나지 않으려는 동기를 높이고 무죄조건에서는 무죄 판정을 받으려는 동기를 높이기 위하여, 유죄조건과 무죄조건 각각에서 거짓말 탐지결과에서 무죄 판정이 나오면 실험참가비에 더하여 추가적인 금전적 보상이 제공된다고 설명하였다. 실제로는 모든 실험참가자들에게 추가적인 금전적 보상을 지급하였다.

사전 면담에서 실험참가자에게 비교질문이 제시되었을 때 “예”라고 응답하는 것이 거짓말 탐지 검사에서 유죄 판정을 받을 가능성이 높다고 알려주었으며, CQT에 사용할 질문들을 보여주고 응답을 확인하였다. 본 연구에서 사용한 질문은 Table 1과 같다. 실험참가자들은 모두 관련질문과 비교질문에 “아니요”라고 응답하였으며, 무관련질문에 “예”라고 응답하였다.

사전 면담이 끝나면 MRI 스캐너에 들어가서 두 번의 CQT를 수행하였다. 한번은 절도사건에 관한 것이며 다른 한번은 문서위조사건에 관한 것이었다. 실험에 사용된 질문은 촬영실 외부에 있는 조작실(operating room)의 컴퓨터를 이용하여 제시하였으며, 실험참가자의 머리에 있는 코일(head coil) 위에 부착된 거울을 통하여 자극을 볼 수 있게 하였다. 실험참가자는 MRI 촬영실에서 사용할 수 있게 만든 버튼을 통하여 “예” 반응과 “아니요” 반응을 하도록 하였다. fMRI 실험 패러다임은 사건 관련 디자인으로 실험 지시문 화면이 6초 제시되고 3가지 종류의 질문 자극이 각 3초씩 제시되며 자극 간 간격 시간이 9~15초(평균 12초) 사이로 구성되었다. 각 CQT에서 6개의 질문을 동일한 순서로 8회 반복 제시하여 총 48회 자극을 제시하였다. 두 조건 모두 실험시간은 9초 동안 모조(dummy) 영상을 얻는

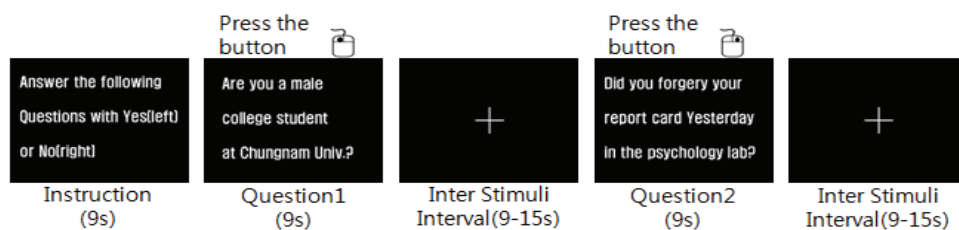


Fig. 1. The event related paradigm for comparison question test

Table 1. Questions used in comparison question tests

Mock crime	Question
Theft	Irrelevant question 1 Are you a male college student at ○○ university? (당신은 ○○대학교에 재학 중인 남자 대학생입니까?)
	Comparison question 1 Have you stolen someone else's important things before ○○? (○○년 이전에 타인의 중요한 물건을 훔친 적이 있습니까?)
	Relevant question 1 Did you steal money from ○○ lab yesterday? (당신이 어제 ○○대 ○○학과 실험실에서 돈을 훔쳤습니까?)
	Comparison question 2 Have you ever steal a lot of money from someone before ○○? (○○년 이전에 타인에게서 많은 돈을 훔쳐본 적이 있습니까?)
	Relevant question 2 Did you steal money from someone else's wallet in the lab? (당신이 실험실에 있는 다른 사람의 지갑에서 돈을 훔쳤습니까?)
	Irrelevant question 2 Is today's day of ○ ○, ○ correct? (오늘이 ○○년 ○○월 ○○일 ○요일이 맞습니까?)
Forgery	Irrelevant question 1 Are you a male college student at ○○ university? (당신은 ○○대학교에 재학 중인 남자 대학생입니까?)
	Comparison question 1 Did you forgery your report card yesterday in the psychology lab? (당신이 어제 ○○학과 실험실에서 성적표를 위조했습니까?)
	Relevant question 1 Have you ever deceived others for the sake of profit before ○○? (○○년 이전에 이득을 목적으로 남을 속인 적이 있습니까?)
	Comparison question 2 Did you change all grades from last semester to A+? (당신이 지난 학기 수강과목의 성적을 모두 A+로 고쳤습니까?)
	Relevant question 2 Have you ever benefited in an unfair way before ○○? (○○년 이전에 부당한 방법으로 이익을 본 적이 있습니까?)
	Irrelevant question 2 Is today's day of ○ ○, ○ correct? (오늘이 ○○년 ○○월 ○○일 ○요일이 맞습니까?)

시간을 포함하여 11분 30초였다(Fig. 1).

fMRI 실험이 끝난 후 MRI 대기실에서 각 CQT의 관련질문과 비교질문에 “아니요”라고 답하는 것이 얼마나 심리적으로 부담이 되었는지를 5점 척도 상에 응답하도록 하였다. 1점은 ‘전혀 부담을 느끼지 않았다’, 3점은 ‘보통이었다’, 5점은 ‘매우 많은 부담을 느꼈다’를 의미하였다. 유죄조건과 무죄조건 실험 순서는 실험참가자별로 역균형화하였다. 설문이 끝나고 나면 모의범죄에 사용된 현금 또는 성적표를 돌려받은 후 실험을 종료하였다.

### 2.3. 실험장비

뇌 영상은 3T ISOL Forte(ISOL Technology, Korea)를 사용하여 촬영하였다. 실험자극의 제시와 반응의 기록은 Stream DX 2.0(KAIST, Korea)을 이용하였다.

### 2.4. 뇌 영상 파라미터 및 분석

두 번의 CQT를 실시하는 동안 EPI-BOLD(Echo Planner Imaging Blood Oxygen Level Dependent) 기법

을 사용하여 뇌 영상을 획득하였다. 영상획득 파라미터는 TR/TE 3000/30ms, Slice Thickness 4mm no gap, 35slices, Matrix Size 64×64, Field of View(FOV) 240×240mm, flip angle 80°를 사용하였다. 각 CQT에서 690초 동안 총 230장의 영상을 얻었다. 해부학적 뇌 영상은 T1 강조영상(T1\*)을 얻었으며, 영상획득 파라미터는 다음과 같다. TR/TE 2800/16ms, Slice Thickness 3mm with 1mm interslice gap, 25slices, Matrix Size 256×256, FOV 220×220mm, flip angle 60°. 촬영평면은 전교련-후교련(AC-PC) 선과 평행하게 위치하였다.

영상데이터 분석은 SPM8(Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK)을 사용하였다. 각 절편 영상 간의 시간차를 보정(slice timing)하고, 머리움직임에 대한 위치를 재정렬(realignment)한 다음 평균 EPI(mean EPI)를 생성하였다. 평균 EPI 영상을 해부학적 영상에 정합(coregister)하였으며, 이것을 다시 표준화된 좌표체계 MNI (Montreal Neurological Institute)로 정합시키고 공간 정규화(normalize)시켰다. 마지막으로 8mm 반치전폭(full width at half-maximum, FWHM)인 Gaussian kernel을 이용하여 편평화(smoothing) 단계를 수행하였다.

전처리 단계 후 실험참가자의 머리움직임이 2mm 이상으로 나타나거나 해부학적 영상과 기능적 영상 간 정합이 잘되지 않은 경우가 나타나는 경우 최종분석에서 제외하였다. 이러한 경우가 유죄조건의 자료에서 3건, 무죄조건의 자료에서 3건 있었다. 각 조건에서 서로 다른 사람의 자료가 제외되었기 때문에, fMRI 자료 분석에서는 각 조건이 독립집단인 것처럼 분석하였다.

개인별로 유죄조건과 무죄조건에서 각각 무관련질문, 비교질문, 관련질문으로 구성된 계획행렬을 형성하고 활성화된 뇌 영역을 확인하였다. 이후 집단분석을 위하여 관련질문과 비교질문을 비교하는 대비 지도(contrast map)를 만든 후, 이 지도를 이용하여 독립표본 t 검증을 실시하였다. 유의 수준 .001(uncorrected)과 범위 역치(extent threshold) k값을 20 이상으로 적용하여 얻어진 최종 활성화 영상의 MNI 좌표를 산출하였고, 이를 Talairach 좌표값으로 변환하여 활성화 위치를 확인하였다.

### 3. 결과

#### 3.1. 행동반응

실험참가자들이 MRI 장치 안에서 CQT를 받을 때 사전면담에서 응답한 것처럼 무관련질문에 “예” 응답을 하고 관련질문과 비교질문에 “아니요” 응답을 했는지 확인하였다. 유죄조건과 무죄조건에서 각각 1명씩을 제외하고는 전체 실험참가자들이 모든 무관련질문에 “예”, 모든 관련질문과 비교질문에 “아니요” 반응을 하였다. 유죄조건에서 1명은 16번의 관련질문 중 “예” 응답을 한 번 하였으며, 무죄조건에서 1명은 16번의 비교질문 중 “예” 응답을 한 번 하였다. 결과적으로 모든 실험참가자들은 본 실험에 충실하게 반응하였다고 할 수 있다.

Table 2. Means and standard deviations for degree of strain for each question type

Condition	Relevant question	Comparison question
Guilty	2.65 (1.18)	1.75 (0.78)
Innocent	1.30 (0.61)	1.35 (0.53)

#### 3.2. 관련질문과 비교질문이 부담되는 정도

실험조건(유죄/무죄)과 질문유형(관련질문/비교질문)에 따라서 “아니요”라고 응답하는 것이 심리적으로 부담이 되는 정도가 다른지 검증하였다. Table 2에 응답의 평균이 제시되어 있다. 반복측정 이원변량분석결과, 실험조건과 질문유형의 상호작용효과가 통계적으로 유의하였다( $F(1,9)=8.16, p < .05$ ). 세부적으로 유죄조건에서는 질문유형 간의 평균차이가 유의하였지만( $F(1,9)=6.28, p < .05$ ), 무죄조건에서는 질문유형 간의 평균차이가 유의하지 않았다( $F(1,9)=0.27, p > .05$ ). 즉, 유죄조건에서는 관련질문이 부담되는 정도의 평균 2.65가 비교질문이 부담되는 정도의 평균 1.75보다 더 컸다. 그러나 무죄조건에서는 비교질문이 부담되는 정도의 평균 1.35와 관련질문이 부담되는 정도의 평균 1.30이 통계적으로 다르지 않았다. 실험조건에 따라서 평균 부담정도가 달랐다( $F(1,9)=26.70, p < .001$ ). 즉, 관련질문과 비교질문을 통합하여 보았을 때, 무죄조건보다 유죄조건에서 평균 부담정도가 더 컸다. 질문유형에 따라서는 평균 부담정도가 유의하게 다르지 않았다( $F(1,9)=3.80, p > .05$ ).

#### 3.3. fMRI 분석결과

과제 수행시 뇌 활성화 패턴을 확인하기 위하여 whole-brain 분석을 수행하였다. 유죄 조건에서 관련질문이 제시되었을 때 우측 하전두회(BA 47, inferior frontal gyrus), 중전두회(middle frontal gyrus), 상측두회(superior temporal gyrus), 좌측 중측두회(middle temporal gyrus), 상전두회(superior frontal gyrus), 내측전두회(BA 9, medial frontal gyrus), 상변연회(supramarginal gyrus), 양측 하두정엽(BA 40, inferior parietal lobule)이 활성화 되었으며, 비교질문이 제시되었을 때에는 양측 하두정엽 영역의 활성화가 나타났다(Table 3, Fig. 2). 그리고 비교질문이 제시되었을 때보다 관련질문이 제시되었을 때 우측 하전두회, 상측두회 영역에서 활성화가 크게 나타났다(Fig. 3). 반면 관련질문이 제시되었을 때보다 비교질문이 제시되었을 때 더 크게 활성화되는 영역은 없는 것으로 나타났다.

Table 3. Regions of activations in guilty condition

Brain Region	BA	x	y	z	t value
<b>Relevant question</b>					
Right inferior frontal gyrus	50	30	-10		5.17
	47	28	30	-12	4.99
Right middle frontal gyrus	50	26	34		6.91
Right superior temporal gyrus	52	-56	18		6.49
Left middle temporal gyrus	-58	-64	22		4.88
Left superior frontal gyrus	-24	18	54		4.94
Left medial frontal gyrus	9	-6	48	32	4.64
Left supramarginal gyrus	-52	-50	32		4.84
Bilateral inferior parietal lobule	40	-48	-62	46	4.07
	40	56	-50	44	7.38
<b>Comparison question</b>					
Bilateral inferior parietal lobule	40	-48	-62	48	4.73
	40	56	-50	46	5.19
<b>Relevant &gt; Comparison</b>					
Right inferior frontal gyrus	40	40	2		5.84
Right superior temporal gyrus	50	-52	16		6.35
<b>Comparison &gt; Relevant</b>					
No region					

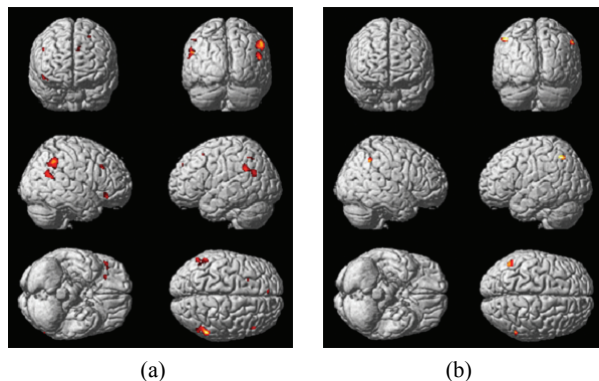


Fig. 2. Areas of significant activation in guilty condition. (a) relevant question, (b) comparison question

무죄조건에서 관련질문이 제시되었을 때 활성화되는 영역은 우측 하전두회, 측두극(temporal pole)으로 나타났으며, 비교질문이 제시 되었을 때에는 우측 하

Table 4. Regions of activations in innocent condition

Brain Region	BA	x	y	z	t value
<b>Relevant question</b>					
Right inferior frontal gyrus		38	30	-18	4.79
Right temporal pole		54	22	-14	4.47
<b>Comparison question</b>					
Right inferior frontal gyrus		56	18	-2	6.86
Right superior temporal gyrus		64	-8	6	4.74
<b>Relevant &gt; Comparison</b>					
No region					
<b>Comparison &gt; Relevant</b>					
No region					

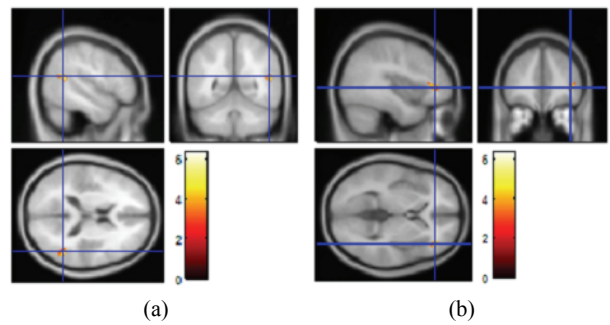


Fig. 3. Regions showing higher activity in response to the relevant questions than to the comparison questions. (a) right superior temporal gyrus, (b) right inferior frontal gyrus (uncorrected,  $p < .001$ ). The color bar represents the t-score

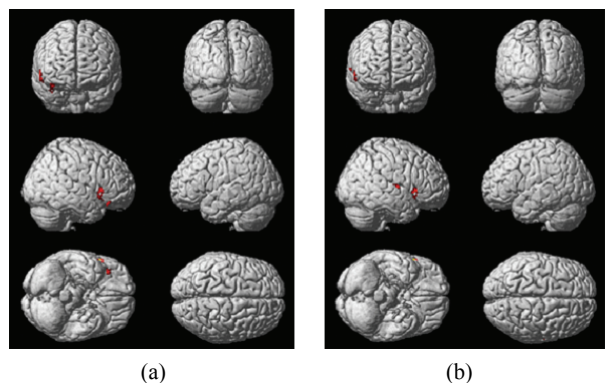


Fig. 4. Areas of significant activation in innocent condition. (a) relevant question, (b) comparison question

전두회, 상측두회 영역이 활성화 되었다(Fig. 4, Table 4). 그러나 무죄 조건에서의 집단분석 결과, 질문 유형에 따른 뇌 영역 활성화 차이는 없는 것으로 나타났다.

#### 4. 논의

CQT는 유죄인 피검사자는 비교질문보다 관련질문에 더 큰 주의를 두는 반면 무죄인 피검사자는 관련질문보다 비교질문에 더 큰 주의를 기울인다고 가정한다. 유죄인 피검사자가 관련질문에 더 큰 주의를 기울이는 이유는 거짓말이 탄로나는 것에 대한 두려움 때문이며, 무죄인 피검사자가 비교질문에 더 큰 주의를 기울이는 것은 진실되지 않게 보일 수 있는 것에 대한 두려움 때문이다. 이러한 두려움의 정도를 측정하기 위하여 선행연구들에서 각 질문에 관심(concern)이 있는 정도(Elaad, 2003; Horvath & Palmatier, 2008), 각 질문의 중요도(importance) 정도(Honts, 2003), 각 질문이 스트레스(stress)를 주는 정도(Offe & Offe, 2007)를 질문하였다.

본 연구에서는 이러한 선행연구들을 종합하여, 실험참가자들에게 관련질문과 비교질문에 “아니요”라고 응답하는 것이 얼마나 부담이 되었는지 질문하였다. 유죄조건에서는 CQT의 가정과 일치되게 비교질문보다 관련질문에 “아니요”라고 대답하는 것이 더 부담되었다고 응답하였다. 그러나 무죄조건에서는 두 질문유형 간에 큰 차이가 없어서 CQT의 가정이 지지되지 않았다. 이러한 결과는 선행연구들과 약간의 차이가 있는 것이다. 대부분의 선행연구들은 무죄조건에서 관련질문보다 비교질문에 더 큰 심리적 반응(질문에 대한 관심 정도, 지각된 생리적 반응, 또는 지각된 스트레스)이 나타났었다.

그러나 본 연구의 결과가 선행연구들과 완전히 다른 것은 아니었다. 선행연구의 결과들을 보면 유죄조건에서 관련질문과 비교질문을 모두 합한 전체 심리적 부담이 무죄조건 보다 더 크게 나타나는 것이 일반적이었다. 이러한 경향성은 본 연구에서도 동일하게 나타났다. 즉, 선행연구와 본 연구 모두 무죄조건보다 유죄조건에서 CQT에 대한 심리적 부담이 더 크게 나타났다.

fMRI 자료 분석에서 가장 눈에 띄는 것은 유죄조건 관련질문에서 전두엽(우측 하전두회, 우측 중전두회, 좌측 상전두회, 내측전두회)에 대한 활성화가 가장 폭넓게 나타났다는 것이다. 특히 우측 하전두회는 비교질문보다 관련질문에서 통계적으로 유의하게 더 활성화되었다. 전두피질은 주의와 밀접한 관련이 있는

것으로 알려져 있으며(Buschman & Miller, 2007), 진실을 말할 때에 비하여 거짓을 말할 때 활성화되는 영역으로 보고되고 있다(Langleben & Moriarty, 2013). 전전두피질(prefrontal cortex)과 그 주변 영역들은 실행통제(executive control)를 통하여 거짓말을 형성하게 된다(Christ et al., 2008). 실행통제는 생각이나 행동을 조절하도록 하는 상위인지과정을 말한다(Stuss, 1992). 결과적으로 유죄조건에서는 실험참가자들이 비교질문보다는 관련질문에 더 큰 주의를 기울인 것으로 해석된다.

이러한 결과가 주의 수준(또는 심리적 부담 수준)을 반영한 것이 아니라 거짓말을 할지에 대한 판단 여부를 반영한 것일 수 있다. 그러나 CQT에서 관련질문과 비교질문에 대한 판단(즉 반응)은 크게 중요하지 않다. 왜냐하면 피검사자들은 사전면담에서 각 질문에 어떻게 응답할지를 미리 확인하고 CQT를 받기 때문이다. 즉 질문을 보고나서 거짓말할지의 여부를 판단하는 것이 아니라 질문이 제시되면 미리 생각해둔 “아니요” 반응을 할 뿐이다. 따라서 전두엽의 활성화 차이는 거짓말을 할지에 대한 판단보다는 주의의 차이를 반영할 가능성이 높다.

유죄조건에서 우측 하전두회와 더불어 우측 상측두회도 비교질문보다 관련질문에서 더 활성화되었다. 측두회는 그 기능이 다소 모호하기는 하지만 주로 단어의 의미적 처리에 관여하는 것으로 알려져 있다(Acheson & Hagoort, 2013). 우측 측두회는 모의범죄를 수행하고 fMRI를 이용한 CIT에서 주로 활성화된다(Kozel et al., 2005; Mohamed et al., 2006). 유죄조건 실험참가자들에게 관련질문은 본인이 직접 수행한 구체적인 행위에 관련된 것이므로, 비교질문이 제시되었을 때에 비하여 문장의 의미파악이 더 분명하게 이루어지고, 따라서 우측 상측두회가 더 활성화되었을 것으로 보인다.

무죄조건에서는 관련질문과 비교질문에서 모두 우측 하전두회와 측두영역이 활성화되었으며, 관련질문과 비교질문 중 어느 한쪽에서 더 활성화된 영역은 없었다.

심리적 부담에 대한 평가와 fMRI 결과를 종합하여 보면, 유죄조건에 대한 CQT의 논리적 가정은 지지되었다. 즉 유죄조건에서 실험참가자는 비교질문보다는 관련질문에 더 큰 주의를 두는 것이 거의 확실해 보인



다. 그러나 무죄조건에서는 심리적 부담에 대한 평가와 fMRI 결과 모두에서 CQT의 논리적 가정이 지지되지 않았다. 그렇다고 해서 본 연구의 결과가 CQT의 반대론자들의 주장을 지지하는 것도 아니다. Ben-Shakhar & Furedy(2012)은 거짓말 탐지 검사를 받는 모든 사람들에게 관련질문이 비교질문 보다 더 중요하다고 하면서 CQT의 기본가정이 잘못되었다고 주장하였다. 그러나 본 연구의 결과를 보면 무죄조건에서는 실험 참가자들이 관련질문과 비교질문에 대한 중요성은 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 즉, 본 연구의 결과는 CQT의 논리적 가정을 전적으로 지지하는 것은 아니지만 그렇다고 전적으로 부정하는 것도 아니다.

본 연구에서 CQT의 논리적 가정이 심리적 부담 질문과 fMRI 결과로 지지되지 못한 것은 여러 가지 이유 때문일 수 있다. CQT의 논리적 가정이 잘못되었기 때문일 수 있지만 이것을 제외한다면, 모의범죄 상황이라는 점이 가장 큰 이유일 것으로 생각된다. 범죄를 가정한 상황에서 시행하는 CQT는 실제 범죄 상황에서 시행하는 CQT 만큼의 심리적 긴장감을 유발시키기 어려울 수 있다. 특히, 무죄조건에서 유죄판결에 대한 두려움을 크게 느끼지 못하였을 것이다. 이러한 단점은 모의범죄를 사용하는 모든 연구들이 가지는 것으로 본 연구만이 가지는 고유한 단점은 아니다.

다른 이유로는 비교질문의 구성이 적절하지 않았다고 생각할 수 있다. CQT의 질문을 구성할 때 가장 중요하면서 어려운 것이 비교질문을 만들어내는 것이다 (Raskin & Honts, 2002). 비교질문은 범죄 상황과 조사대상자에 따라서 서로 다른 질문으로 적절하게 구성하는 것이 좋다. 그러나 본 연구에서는 우리나라의 검찰에서 수행하는 실제 거짓말 탐지 상황에 비슷하도록 일률적으로 동일한 비교질문을 사용하였다.

또 다른 이유는 검사자의 전문성에 대한 것이다. CQT는 적절한 자격을 갖춘 사람에 의해서 수행되어야 한다. 적절한 자격이란 대체로 CQT에 관한 전문적인 교육이수를 의미한다. 본 연구는 거짓말 탐지 방법에 관한 연구로 박사학위를 받은 연구자가 수행하였지만, 이 연구자가 CQT에 대한 전문적인 교육을 이수한 것은 아니었다. 따라서 본 연구의 CQT 과정이 실제 CQT 과정과 다르지 않지만 어느 정도의 차이는 존재할 가능성이 있다.

CQT에서는 관련질문에 대한 생리적 반응과 비교질문에 대한 생리적 반응을 비교하여 채점한다. 관련질문에 대한 반응이 더 크면 - 점수가 주어지고 비교질문에 대한 반응이 더 크면 + 점수가 주어진다. Backster (1963)는 점수가 -13점 이하이면 ‘거짓’, -12~+6점이면 ‘판단불능’, +7점 이상이면 ‘진실’로 판정할 것을 권하였다. Backster(1963)의 기준점수를 잘 생각해 보면, 관련질문과 비교질문이 유죄인 피검사자와 무죄인 피검사자에게서 정확하게 동일한 정도로 기능한다고 가정하지 않는다는 것을 알 수 있다. 즉, CQT는 유죄인 피검사자는 비교질문보다 관련질문에서 아주 큰 반응을 보일 것이지만 무죄인 피검사자는 관련질문보다 비교질문에서 조금 더 큰 반응을 보일 것이라고 가정하는 것이다.

국내 검찰에서는 이러한 가정을 조금 더 완화하여 CQT 점수가 -12점 이하이면 ‘거짓’, -11~0점이면 ‘판단불능’, +1점 이상이면 ‘진실’이라고 판단한다(Han & Park, 2008)<sup>1)</sup>. 즉, 국내 검찰에서 수행되는 CQT는 무죄인 피검사자는 관련질문과 비교질문에서 비슷한 반응을 보일 것이라고 가정함을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 이러한 국내의 상황과 일치하는 결과라고 할 수 있다. 즉, 본 연구는 국내에서 실시되는 CQT의 기본 가정을 지지하는 결과라고 해석할 수도 있다.

결과적으로 본 연구의 결과가 CQT 논리적 가정의 요구특성을 배제한 상태에서 완벽하게 지지되는 것은 아니었지만 국내 검찰에서 사용하는 CQT의 논리를 지지하는 결과인 것으로 평가된다.

CQT의 타당성에 대한 논쟁은 어느 하나의 연구에 의해서 명확한 결론이 날 수 있는 것은 아니다. 수많은 연구들이 지속되면서 어느 한 쪽으로 수렴될 것이다. 따라서 본 연구의 몇 가지 단점들을 보완한 후속 연구들이 필요할 것이다. 첫째로 모의범죄 상황에서 실험참가자들에게 무죄를 받으려는 동기를 더욱 높여주는 것이 필요하다. 본 연구에서는 ‘1만원’이라는 금전적 보상을 강화물로 사용하였지만 다소 부족한 것으로 보인다. 둘째로 전문적인 거짓말 탐지 검사관이 CQT를 실시하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 대학생만 실험에

1) 국내에서는 검찰, 경찰, 군 수사기관에서 CQT를 사용하지만, 검찰의 판정기준만 문헌에서 찾을 수 있었다.

참가하였기 때문에 연구결과를 일반화하는데 문제가 있을 수 있음을 밝힌다. 셋째로 본 연구에서는 절도사건과 모의범죄사건을 이용하였는데, 두 가지 사건에 대한 뇌 반응이 다를 수 있음에도 불구하고 사례수가 적어서 사건별로 분석을 수행하지 못하였다. 마지막으로 fMRI 자료에 대한 통계적 분석에서 유의수준 .001과 범위역치 k 20 이상을 사용하였다. 최근 SPM을 이용한 통계분석 결과가 복셀단위(voxelwise) 추론에서는 보수적이지만 군집단위(clusterwise) 추론에서는 타당하지 않다는 결과가 보고되었다(Eklund et al., 2016). 따라서 본 연구의 결과도 오류긍정률에 의한 결과일 가능성이 있으므로, 추후 연구를 통하여 본 연구의 재현 가능성을 확인해 보아야 할 것이다.

## REFERENCES

- Acheson, D. J. & Hagoort, P. (2013). Stimulating the brain's language network: syntactic ambiguity resolution after TMS to the inferior frontal gyrus and middle temporal gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(10), 1664-1677. DOI: 10.1162/jocn\_a\_00430
- Backster, C. (1963). The Backster chart reliability rating method. *Law and Order*, 1, 63-64.
- Ben-Shakhar, G. (2002). A critical review of the Control Questions Test (CQT). *Handbook of polygraph testing*(pp.103-126). San Diego: Academic Press.
- Ben-Shakhar, G. & Elaad, E. (2002). The Guilty Knowledge Test (GKT) as an application of psychophysiology: Future prospects and obstacles. *Handbook of polygraph testing*(pp.87-102). San Diego: Academic Press.
- Ben-Shakhar, G., Gamer, M., Iacono, W., Meijer, E., & Verschuere, B. (2015). Preliminary process theory does not validate the comparison question test: A comment on Palmatier and Rovner (2015). *International Journal of Psychophysiology*, 95(1), 16-19. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2014.08.582
- Ben-Shakhar, G. & Furedy, J. J. (2012). *Theories and applications in the detection of deception: A psychophysiological and international perspective*. Springer Science & Business Media.
- Buschman, T. J. & Miller, E. K. (2007). Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices. *Science*, 315(5820), 1860-1862. DOI: 10.1126/science.1138071
- Cabeza, R., Ciaramelli, E., Olson, I. R., & Moscovitch, M. (2008). The parietal cortex and episodic memory: an attentional account. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(8), 613-625. DOI: 10.1038/nrn2459
- Corbetta, M. & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215. DOI: 10.1038/nrn755
- Christ, S. E., Van Essen, D. C., Watson, J. M., Brubaker, L. E., & McDermott, K. B. (2008). The contributions of prefrontal cortex and executive control to deception: evidence from activation likelihood estimate meta-analyses. *Cerebral Cortex*, 19(7), 1557-1566. DOI: 10.1093/cercor/bhn189
- Davis, R. C. (1961). Physiological responses as a means of evaluating information. In A. Biderman & H. Zimmer (Eds.), *The manipulation of human behavior*. New York: Wiley.
- Eklund, A., Nichols, T. E., & Knutsson, H. (2016). Cluster failure: why fMRI inferences for spatial extent have inflated false-positive rates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(28), 7900-7905. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00345
- Elaad, E. (2003). Is the Inference Rule of the "Control Question Polygraph Technique" Plausible?. *Psychology, Crime and Law*, 9(1), 37-47. DOI: 10.1080/10683160308143
- Han, Y. H. & Park, K. (2008). The cutoff criterion and the accuracy of the polygraph test for crime investigation. *Korean Journal of Psychological and Social Issues*, 14(4), 103-117.
- Han, Y. H. & Park, K. (2009). Validity of the basic assumption underlying the comparison question technique(CQT) for forensic lie detection. *Korean Journal of Psychology: General*, 28(2), 471-484.
- Honts, C. R. (2003). Participants perceptions support rationale of comparison question tests for

- psychophysiological detection of deception. *Psychophysiology*, 40, S48.  
DOI: 10.1111/1469-8986.40.s1.1
- Horvath, F. & Palmatier, J. J. (2008). Effect of two types of control questions and two question formats on the outcomes of polygraph examinations. *Journal of Forensic Sciences*, 53(4), 889-899.  
DOI: 10.1111/j.1556-4029.2008.00775.x
- Iacono, W. G. (2011). Encouraging the use of the Guilty Knowledge Test (GKT): What the GKT has to offer law enforcement. In B. Verschuere, G. Ben-Shakhar, & E. Meijer(Eds.), *Memory Detection: Theory and Application of the Concealed Information Test*(pp.12-24). Cambridge: Cambridge University Press.  
DOI: 10.1017/CBO9780511975196.002
- Jeong, J-Y., Kim, J-H., Kang, M-G., Kim, Y-M., Ji, H-K., Kim, K-H., & Lee, J-H. (2010). Estimating the accuracy of polygraph for cases involving opposing statements. *Korean Journal of Social and Personality Psychology*, 24(1), 1-10.
- Kozel, F. A., Johnson, K. A., Mu, Q., Grenesko, E. L., Laken, S. J., & George, M. S. (2005). Detecting deception using functional magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 58(8), 605-613.  
DOI: 10.1016/j.biopsych.2005.07.040
- Langleben, D. D. & Moriarty, J. C. (2013). Using brain imaging for lie detection: Where science, law, and policy collide. *Psychology, Public Policy, and Law*, 19(2), 222-234. DOI: 10.1037/a0028841
- Lee, H. J., Wi, S. A., & Kim, B. J. (2015). A study of aggression and delinquent behavior -Focusing on gender difference and change-. *The Korean Journal of Woman Psychology*, 20(4), 675-695.
- Lykken, D. T. (1988). Detection of guilty knowledge: A comment on Forman and McCauley. *Journal of Applied Psychology*, 73, 303-304.  
DOI: 10.1037/0021-9010.73.2.303
- Lykken, D. T. (1998). *A tremor in the blood: Uses and abuses of the lie detector*. New York: Plenum Press.
- MacNeill, A. L., Bradley, M. T., Cullen, M. C., & Arsenault, A. M. (2014). Cognitive and emotional reactions to questions in the comparison question test. *Perceptual and Motor Skills*, 118(2), 429-445.  
DOI: 10.2466/22.03.pms.118k20w9
- Mohamed, F. B., Faro, S. H., Gordon, N. J., Platek, S. M., Ahmad, H., & Williams, J. M. (2006). Brain mapping of deception and truth telling about an ecologically valid situation: functional MR imaging and polygraph investigation—initial experience. *Radiology*, 238(2), 679-688.  
DOI: 10.1148/radiol.2382050237
- National Research Council (2003). *The polygraph and lie detection*. New York: Springer.  
DOI: 10.17226/10420
- Nunez, J. M., Casey, B. J., Egner, T., Hare, T., & Hirsch, J. (2005). Intentional false responding shares neural substrates with response conflict and cognitive control. *Neuroimage*, 25(1), 267-277.  
DOI: 10.1016/j.neuroimage.2004.10.041
- Offe, H. & Offe, S. (2007). The comparison question test: Does it work and if so how?. *Law and Human Behavior*, 31(3), 291-303.  
DOI: 10.1007/s10979-006-9059-3
- Palmatier, J. J. & Rovner, L. (2015). Credibility assessment: Preliminary Process Theory, the polygraph process, and construct validity. *International Journal of Psychophysiology*, 95(1), 3-13.  
DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2014.06.001
- Podlesny, J. A. (2003). A paucity of operable case facts restricts applicability of the guilty knowledge technique in FBI criminal polygraph examinations. *Forensic Science Communications*, 5(3).
- Raskin, D. C. & Honts, C. R. (2002). The Comparison Question Test. In Murray Kleiner (Ed.), *Handbook of polygraph testing*(pp.1-47). San Diego: Academic Press.
- Reid, J. E. & Inbau, F. E. (1977). *Truth and deception: The polygraph ("lie-detector") technique*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Shomstein, S. & Yantis, S. (2006). Parietal cortex mediates voluntary control of spatial and nonspatial auditory attention. *Journal of Neuroscience*, 26(2), 435-439. DOI: 10.1523/jneurosci.4408-05.2006
- Spence, S. A., Farrow, T. F., Herford, A. E., Wilkinson, I. D., Zheng, Y., & Woodruff, P. W. (2001).

Behavioural and functional anatomical correlates of deception in humans. *Neuroreport*, 12(13), 2849-2853. DOI: 10.1097/00001756-200109170-00019

Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition*, 20(1), 8-23.

DOI: 10.1016/0278-2626(92)90059-u

원고접수: 2018.03.06

수정접수: 2018.06.10

게재확정: 2018.06.18