

숨긴정보검사에서 불안의 역할 : fMRI 연구*

Role of Anxiety in Concealed Information Test : an fMRI study

음영지** · 엄진섭**,*** · 박광배*** · 손진훈**†

Yeongji Eum** · Jin-Sup Eom**,*** · Kwang-Bai Park*** · Jin-Hun Sohn**†

충남대학교 심리학과/뇌과학연구소**

Department of Psychology/Brain Research Institute, Chungnam National University**

충북대학교 심리학과***

Department of Psychology, Chungbuk National University***

Abstract

The purpose of present study was to examine brain functions associated with intention to conceal information. Kubo & Nittono(2009) and Verschuere et al.(2009) studied the intention to conceal information using P300 amplitude. On the basis of these two studies, present study attempted to identify brain area while participants were performing concealed information test. 19 healthy college students participated in fMRI-based concealed information test. Participants' name were used as concealed information. The test was performed in two conditions. In the intention condition, participants were instructed to try leaving their names undetected by suppressing their brain response to it. In the no intention condition, participants performed the test without intention to conceal. The fMRI results showed that the right anterior cingulate cortex (Rt. ACC), and left orbito-frontal cortex (Lt. OFC) activations were greater in the deceptive condition than the truth condition. These finding confirmed that ACC is area a deception-specific process as shown in the previous fMRI study. The OFC activation was also observed in the deceptive condition. The OFC is an area known as associated with emotional response such as anxiety, fear, and guilty. The anxiety induced while participants were intended to conceal information might be related to the OFC activation.

Keywords : anxiety, intention to conceal, concealed information test, functional magnetic resonance image

요약

본 연구는 정보를 숨기려는 의도가 있을 때의 뇌 기능을 알아보려고 한다. Kubo와 Nittono(2009) 그리고 Verschuere와 동료들(2009)은 P300 진폭을 이용하여 정보를 숨기려는 의도에 대한 연구를 수행하였다. 선행연구에 기초하여, 본 연구는 정보를 숨기려는 '의도'가 있을 때 뇌 기능에 어떤 변화가 나타나는지 관찰하고자 하여 19명의 남자 대학생을 대상으로 실험을 수행하였다. 실험은 실험참가자 본인의 이름을 숨긴정보로 하여 숨기려는 의도가 있는 조건과 숨기려는 의도가 없는 조건에서 수행하였다. 실험 결과, 숨기려는 의도가 있는 조건에서 숨기려는 의도가 없는 조건에 비해 전측대상이랑(Rt. ACC)과, 좌측 안와전전두피질(Lt. OFC)에서 더

* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010K001129).

† 교신저자 : 손진훈 (충남대학교 사회과학대학 심리학과/뇌과학연구소)

E-mail : jhsohn@cnu.ac.kr

TEL : 042-821-6369

FAX : 042-821-8875

큰 활성화가 관찰되었다. ACC는 선행 fMRI 연구에서 거짓말에 특징적인 처리가 이루어지는 영역으로 알려져 있는 영역이다. OFC는 불안, 공포, 및 죄책감과 같은 정서반응과 관련이 있는 것으로 알려진 영역이다. 숨기려는 의도가 있는 조건에서는 거짓말이 탄로 날지도 모른다는 생각 때문에 불안 반응이 나타나게 되고, 이는 OFC의 활성화와 연관이 있는 것으로 볼 수 있다.

주제어 : 불안, 숨기려는 의도, 숨긴정보검사, 기능적 자기공명영상

1. 서론

거짓말과 이에 수반하는 행동의 인지적 처리에 대한 연구는 오랫동안 이루어졌다. 이러한 연구들에서는 질문을 받았을 때 속이는 답변은 정직한 답변보다 더 많은 사고를 필요로 한다고 제안한다(Goldstein, 1923; Horvath, 1973; Siegman & Reynolds, 1983; Sporer, 1997; Vrij & Mann, 2001; Walczyk, et al., 2003). 또한 거짓을 말할 때 활성화된 뇌 영역을 관찰한 뇌 영상연구에서도 진실을 말했을 때와 비교하여, prefrontal cortex(PFC)에서 더 큰 활성화가 나타나는 것을 확인하였으며, 거짓을 말하는 사람은 진실을 말하는 사람처럼 행동하기 위해 자신의 행동을 통제하는 것이 더 많은 인지처리를 하게 된다고 제안한다(Abe et al., 2006; Kozel, Johnson, Mu, Grenesko, Laken, & George, 2005; Kozel et al., 2004; Spence, Crimlisk, Cope, Ron, & Grasby, 2000; Spence, Farrow, Herford, Wilkinson, Zheng, & Woodruff, 2001; Spence et al., 2004).

피검사자가 거짓을 말하는지 여부를 판단하는 기법에는 비교질문검사(comparison question test, CQT)와 숨긴정보검사(concealed information test, CIT)가 널리 사용된다. CQT는 피검사자가 거짓을 말하고 있는지를 파악하기 위하여 범죄와 관련된 질문에 대한 반응(예: 당신이 ○○에서 돈을 훔쳤습니까?)과 직접적인 관련이 없는 질문(예: 당신은 과거에 다른 사람의 돈을 훔친 적이 있습니까?)에 대한 반응을 서로 비교하는 기법이다. CIT는 피검사자가 범죄와 관련된 정보(예: 도난당한 돈의 액수인 200만원)를 알고 있는지를 파악하기 위하여, 진실과 직접적으로 관련된 자극(예: 200만원)에 대한 반응과 진실과 관련이 없는 자극(예: 100만원, 300만원)에 대한 반응을 서로 비교한다.

CQT의 핵심 가정인 ‘거짓말이 탄로 날 것이라는 두려움’은 거짓을 말하려는 의도와 관련이 있으며, 실무에서는 이 ‘탄로에 대한 두려움’을 극대화시키기 위한 사전 면담이 매우 중요한 것으로 알려져 있다. 사

전 면담에서는 이 검사의 정확도가 매우 높다는 것을 피검사자에게 인식시키고, 진실을 모르는 피검사자에게는 관련질문보다 비교질문에 더 큰 관심을 가지도록 조작한다(Raskin & Honts, 2002).

이에 반해, CIT는 특정 사실을 알고 있는 피검사자에게 관련정보를 제공하면 정향반응이 나타난다고 가정한다. 정향반응은 독특한 자극이나 자극에서의 변화에 의해 유발된 행동적 반응, 생물학적 반응 및 뇌 반응을 말한다(Ben-Shakhar & Elaad, 2002). 피검사자는 사실과 무관한 정보와 비교하여 사실과 관련된 정보에서 더 강한 반응을 보인다면, 그는 사실과 관련된 정보를 알고 있는 것으로 판단한다. 이와 반대로 특정 사실을 모르는 피검사자에게는 모든 질문이 동질적이기 때문에 특정 사실과 관련된 질문에 정향반응이 나타날 가능성이 희박하다(Lykken, 1959).

뇌 영상 기법에 기반한 숨긴정보검사에서는 진실을 말하는 조건과 비교하여 거짓을 말하는 조건에서 관련자극을 제시받을 때 ‘지각’, ‘인식’, ‘억제’와 관련이 있는 ventrolateral prefrontal cortex와 anterior cingulate cortex(ACC)에서 더 큰 활성화가 나타나는 것을 확인하였다(Abe, et al., 2006). 또한 뇌 기능을 관찰하여 거짓말 여부를 판단하는 검사에서는 특정 사실과 관련이 없는 자극에 비해 관련이 있는 자극에서 PFC와 ACC의 활성화가 더 크게 나타나면 거짓말을 하는 것으로 판단한다(Mohamed, Faro, Gordon, Platek, Ahmad, & Williams, 2006). 피검사자가 가지고 있는 카드를 숨긴정보로 하여 검사를 수행하는 동안의 뇌 활동을 fMRI로 분석한 연구에서는 거짓을 말하는 동안 PFC와, ACC에서 거짓말을 할 때 뇌 활성화가 더 증가하는 것을 확인하였다(Phan, et al., 2005).

Walczyk, Mahoney, Doverspike와 Griffith-Ross(2009)는 거짓을 말하는 과정에서는 ‘의도’, ‘기억’, ‘주의’, ‘반응 판단 및 계획’과 관련된 처리가 일어난다고 설명한다. 그러나 선행연구들은 거짓을 말할 때 일어나는 처리 요소들 각각에 대한 연구는 부족하다.

특히 거짓을 말하려는 ‘의도’는 거짓을 말할지 또는

진실을 말할지에 대한 여부를 결정하는 것은 거짓말을 하기 위한 과정 중 하나이며(Walczyk, Roper, Seemann, & Humphrey, 2003), 거짓을 말할 지에 대한 여부는 진실을 숨기려고 하는 의도에 의해 결정된다. 최근 거짓말을 하려는 의도에 대한 연구를 수행한 두 편의 연구가 발표되었다(Kubo & Nittono, 2009; Verschuere, Rosenfeld, Winograd, Labkovsky, & Wiersema, 2009). 이 두 편의 연구는 정보를 숨기려는 의도에 대한 측정치로 사건관련전위의 P300 성분을 이용하였다. 두 선행연구에서는 거짓을 말하려고 하는 의도를 가지지 않은 조건에서보다 거짓을 말하려는 의도를 가진 조건에서 더 큰 진폭의 P300이 나타남을 보고하였다. Kubo와 Nittono(2009)는 거짓을 말하려는 의도가 관련자극을 좀 더 의미 있게 만들고, 이로 인한 부가적인 처리가 뇌파를 변화시켰을 것이라고 제안하였다. 또한 Verschuere와 동료들(2009)은 거짓을 말하려는 의도가 관련자극의 현저성(saliency)을 증가시켜, P300을 변화시켰다고 가설화하였다.

선행 연구는 공간해상도가 낮은 뇌파를 이용하여 연구를 수행하였기 때문에 거짓을 말하려는 의도가 뇌 기능에 어떤 영향을 미치는 지는 파악하기가 어렵다. 본 연구에서는 fMRI를 이용하여 숨기려는 의도에 대한 뇌 기능을 확인하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 실험참가자

본 실험에는 19명의 남자 대학생이 실험에 참가하였다(연령범위 20-29세). 이들은 모두 오른손잡이였고, 과거 신경과 혹은 정신과 병력이 없었다.

2.2. 실험 자극

본 연구에서는 세 글자로 구성된 이름을 실험자극으로 사용하였다. 모든 이름은 성을 제외한 나머지 두 글자를 다른 글자로 구성하였다. 실험자극은 목표자극 1개와 관련자극 1개, 그리고 무관련자극 4개로 구성하였다. 목표자극은 실험자가 실험참가자에게 알려준 이름이었고, 관련자극은 실험참가자의 이름이었으며, 무관련자극은 실험참가자에게 특별한 의미를 가지지 않는 이름이었다.

실험참가자들은 본 실험에 들어가기 전 목표자극과

무관련자극 중에 친숙한 이름 혹은 친숙한 사람의 이름이 있는지 여부를 확인하였다. 친숙한 이름이 있다면 이를 친숙하지 않은 다른 이름으로 바꾼 후, 특별한 의미를 가지지 않은 이름인지 여부를 재확인한 다음 본 실험에 참여하였다.

2.3. 실험설계

실험은 실험참가자가 허위기억을 숨기려는 의도가 있는 조건과 숨기려는 의도가 없는 조건에 모두 참여하는 참가자 내 설계(within subject design)를 하였다. 정보를 숨기려는 의도를 통제하기 위하여 한 조건에서는 숨기려는 의도를 가지지 않고 과제를 수행하도록 지시하였고, 다른 한 조건에서는 관련자극을 아는 것이 탄로 나지 않도록 노력할 것을 지시하였다. 실험 참가자들에게는 정보를 아는 것을 숨기려고 의도하는 조건에서 탐지를 피하게 되면 금전적 보상을 주고, 탐지를 피하지 못한다면 금전적 보상을 주지 않는다고 하여 과제 수행에 대한 동기 부여를 하였다. 참가자간 조건을 제시하는 순서는 참가자 간 역균형화(across-subject counterbalancing)하였다.

2.4. 실험절차

실험 참가자들에게 본인의 이름을 포함한 6개의 이름을 무선적인 순서로 하나씩 제시하였다. 실험자가 알려 준 목표자극이 제시되면 ‘예’ 버튼(마우스 왼쪽 버튼)을, 목표자극 이외의 다른 자극이 제시가 되면 ‘아니오’버튼(마우스 오른쪽 버튼)을 가능한 빠르고 정확하게 누르도록 지시하였다. 숨긴정보검사를 실시하는 동안 한 조건에서는 본인의 이름을 알지 못하는 것처럼 행동하고 자신의 이름을 숨기도록 노력하라고 지시하였고, 다른 한 조건에서는 본인의 이름을 숨기는 노력을 하지 않고 단순히 자극에 대한 반응을 하여 검사 과제를 수행하도록 지시하였다.

실험자극 패러다임은 사건-관련설계(event-related design)로 이루어져 있으며, 이름자극이 3초간 제시된 후 응시점이 3초간 제시되었다. 실험 조건 당 6개의 이름을 무선적인 순서로 하나씩 제시하는 것을 10회 반복하여, 총 60회 자극을 제시하였다. 한 조건의 실험시간은 모조(Dummy) 영상을 얻는 9초의 시간을 포함하여 369초(6분 9초)였으며, 다른 조건의 실험시간도 동일하였다.

2.5. 실험환경 및 실험장비

뇌 영상 획득을 위한 장치는 3T ISOL Forte(ISOL Technology, Korea)을 사용하였다. 실험에 사용된 자극은 촬영실 외부에 있는 실험 운영실(operating room)의 실험자 컴퓨터에 연결된 프로젝터를 통해 제시하였고, 실험참가자에게 머리 코일(head coil)위에 장착된 거울을 통해 반사된 자극을 볼 수 있게 하였다. 실험 자극의 제시와 반응의 기록은 Stream DX 2.0(KAIST, Korea)을 사용하였다.

2.6. 뇌 영상 파라미터 및 데이터 분석방법

영상획득을 위하여 실험참가자 전면의 스크린을 통하여 제시되는 자극으로 검사를 수행하는 동안 EPI-BOLD(Echo Planner Imaging Blood Oxygen Level Dependent) 기법을 사용하였다. 영상획득 파라미터는 다음과 같다: TR/TE 3000/30ms, Slice Thickness 4mm without gap, 35slices, Matrix Size 64X64 mm, Field of view(FOV) 240X240 mm, flip angle 80°. 각 회기 당 영상은 369초 동안 모조(Dummy) 영상 3개를 포함하여 123개(Phase)를 얻었다. 해부학적 뇌 영상은 T1 강조 영상(T1*)을 수집하였으며, 영상획득 파라미터는 다음과 같다: TR/TE 2800/16msec, slice thickness 3mm with 1mm interslice gap, 25slices, 256X256 matrix, FOV 220X220, flip angle 60°. 촬영평면은 전교련-후교련 선과 평행하게 위치하였다.

영상데이터 분석은 SPM8(Statistical Parametric Mapping 8, WellCome Department of Cognitive Neurology, Oxford, 2009)을 사용하였다.

19명의 실험참가자 중에 전처리 과정에서 2mm 이상의 머리 움직임이 나타나거나 해부학적 영상과 기능적 영상의 정합이 잘 되지 않은 참가자 4명을 제외한 총 15명의 실험참가자를 집단분석에 포함하였다.

3. 연구 결과

3.1. 행동반응

각 자극에 대한 정반응률과 정반응시간은 실험참가자가 실험 상황에 주의를 기울였는지에 대한 지표가 된다(Langleben et al., 2005; Allen, Iacono, & Danielson,

1992). 정반응률과 정반응시간의 평균과 표준편차는 <표 1>에 제시하였다. 관련자극에 대한 반응과 무관련자극에 대한 반응에서 시간차이가 유의미한지를 검증하기 위하여 반복측정 변량분석(repeated-measure ANOVA)을 실시하였다. 분석 결과, 자극유형에 대한 주효과는 유의하지 않았으며(F(2, 16)=2.199, p>.05), 의도에 대한 주효과도 유의하지 않았다(F(1, 8)=.349, p>.05). 자극유형과 의도의 상호작용효과도 유의하지 않았다(F(2, 16)=1.210, p>.05).

표 1. 조건별 정반응률과 정반응시간 기술통계치

	자극유형	숨김의도	숨김의도
		없음(M±SD)	있음(M±SD)
정반응률	목표자극	.96±.09	.99±.03
	관련자극	1.00±0	1.00±0
	무관련자극	1.00±0	1.00±0
정반응시간	목표자극	.76±.21	.76±.15
	관련자극	.78±.21	.69±.15
	무관련자극	.73±.24	.73±.22

3.2. 집단분석결과

정보를 숨기려는 의도가 있는 조건에서 활성화되는 뇌 영역을 밝히기 위하여 집단분석을 실시하였다. 조건 별로 무관련자극과 관련자극을 비교하는 감산법(subtraction)을 이용하였으며, 일정한 유의수준을 역치로 하여 얻어진 최종 활성화 영상을 Talairach 좌표에 적용하여 활성화 위치를 확인하였다. 숨기려는 의도가 있는 조건에서는 무관련자극을 보았을 때에 비하여 관련자극을 보았을 때 ACC, orbito-frontal cortex(OFC), superior parietal lobule, postcentral gyrus, parahippocampal gyrus, supplementary motor area(SMA)가 활성화되었다. 정보를 숨기려는 노력을 하지 않은 조건에서 관련자극을 보았을 때 무관련자극을 보았을 때보다 primary motor area, postcentral gyrus, caudate, putamen, cuneus, SMA가 활성화되었다.

무관련자극에 비해 관련자극이 제시되었을 때 활성화되는 뇌 영역을 추출하여 두 조건(숨기려는 의도가 있는 조건, 숨기려는 의도가 없는 조건)간 비교를 하기 위하여 대응집단 t 검증을 실시하였다. 분석 결과, 우반구의 ACC가 활성화되었고, 좌반구에서는 OFC, posterior cingulate cortex, superior temporal cortex가 활성화되었다. 활성화된 뇌 영역의 좌표, t값, 그리고 해

당 좌표의 있는 복셀(voxel)의 z 값은 <표 2>에 제시하였다(Unc., $p < .05$).

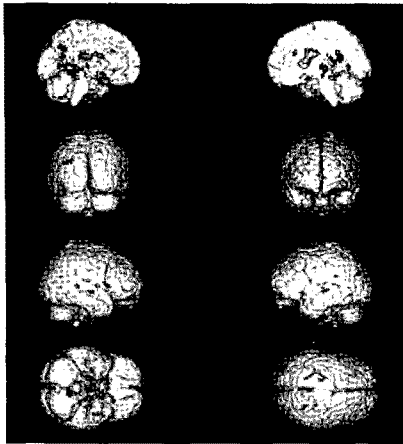


그림 1. 숨김의도가 없는 조건에 비해 숨김의도가 있는 조건에서 활성화되는 뇌 영역

표 2. 거짓을 말하려는 의도 조건에서 활성화된 뇌 영역

방향	영역	BA	x	y	z	t
Right	anterior cingulate cortex	32	3	23	31	2.24*
Left	orbito-frontal cortex	11	-9	23	-20	3.07*
	posterior temporal cortex	29	-12	-43	7	2.35*
	superior temporal cortex	38	-45	11	-14	2.05*

* $p < .05$

4. 논의 및 결론

본 연구는 정보를 숨기려는 의도와 관련된 뇌 기능을 fMRI를 이용하여 확인하고자 하였다. 동일한 검사 과제를 한 조건에서는 숨기려는 의도 없이 수행하도록 지시하였고, 다른 한 조건에서는 숨기려는 의도를 가지고 거짓말이 탄로나지 않도록 노력하도록 지시하였다. 정보를 숨기려는 의도가 없는 조건에 비해 숨기려는 의도가 있는 조건에서는 우반구의 ACC 그리고 좌반구의 OFC, posterior cingulate cortex, superior temporal cortex가 활성화되는 것으로 나타났다. 특히 ACC와 superior temporal cortex의 활성화는 거짓을 말할 때 활성화되는 뇌 영역을 확인한 선행 연구 결과와 일치하는 것으로 나타났다(Davatzikos, et al., 2005; Nose, Murai, Taira, 2009; Phan, et al., 2005; Spence, et al., 2001, 2004).

ACC(BA32)는 거짓을 말하려는 의도가 작업부하량(workload)을 증가시켜 과제에 대한 주의를 분할하게

하는 기능과 관련이 있다(Ganis, Kosslyn, Stose, Thomson, & Yurgelun-Todd, 2003; Greely & Illes, 2007; Kozel, et al., 2005; Langleben, 2008; Langleben, et al., 2005; Langleben, et al., 2002; Lee, Au, Liu, Ting, Huang, & Chan, 2009; Spence, et al., 2001; Spence, et al., 2004). 특히 이 영역은 안다는 거짓말과 모른다는 거짓말 중에서 모른다고 말하는 거짓말을 할 때 활성화되는 영역으로, 숨긴정보검사를 수행할 때 비목표 자극 중에 섞여있는 관련자극을 알아보았으나 모른다는 속임 반응을 하였기 때문에 활성화가 나타나는 것으로 생각된다(Abe, et al., 2006).

OFC(BA11)는 관련정보를 알고 있다는 것을 숨기고 모르는 것처럼 행동하기 위하여 행동을 억제하려고 할 때 활성화된다고 제안되었다(Kozel, et al., 2004). 이 영역은 또한 정서와 관련이 있는 영역으로 알려져 있다(Murphy, Nimmo-Smith, & Lawrence, 2003). 특히 공포, 분노와 같이 높은 각성 수준을 보이는 부적정서와 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Adolphs, Russell, & Tranel, 1999). 또한 OFC는 자율신경계의 각성을 조절하는 영역으로 알려져 있다. 경두개 자기 자극(Transcranial magnetic stimulation, TMS)를 이용하여 일시적으로 OFC에 손상을 입힌 후 피부전도활동을 관찰한 연구에서는 피부전도수준이 감소하는 것으로 나타났다(van Honk et al., 2001). 또한 반사회성 성격장애자를 대상으로 한 연구에서는 OFC 포함한 PFC의 회백질의 용적(volume)이 정상인에 비해 감소되어 있고, 자율신경계 활성화도 감소하는 것으로 나타났다(Raine, Lencz, Bihle, LaCasse, & Colletti, 2000). 이를 바탕으로 거짓을 말할 때 활성화되는 피부전도도 활성화와 뇌 활성화를 동시 측정된 연구에서는 거짓을 말할 때 OFC의 활성화와 함께 피부전도도(electrodermal activity, EDA)가 증가한다고 보고하였다(Kozel, et al., 2004). 거짓을 말하는 이는 거짓말이 탄로나는 것이라 불안, 공포, 및 죄책감을 가지게 된다. 이러한 피검사자의 반응은 OFC의 활성화와 관련이 있는 것으로 볼 수 있다.

기존의 CIT 연구에서는 정보를 숨기려는 의도가 중요하지 않고, 관련자극을 재인하는지 여부가 중요하다는 생각이 지배적이었다(Bashore & Rapp, 1993; Farwell & Donchin, 1991; Lykken, 1959, 1998; Rosenfeld, Cantwell, Nasman, Wodjac, Ivanov, & Mazzeri, 1988). 숨기려는 의도가 중요하지 않다는 주장은 뇌파(Johnson, 2003, 2004, 2005) 혹은 fMRI-기반

의 CIT(Abe, et al., 2006; Langleben et al., 2002; Nose, Murai, & Taira, 2009)에서도 지지되었다.

그러나 CIT에서 관련자극과 무관련자극을 구분하는 것은 거짓말을 하는 것으로 간주할 수 있다. 피검사자의 주된 과제는 관련자극 재인한다는 것을 숨기는 것이고, 이는 숨기려는 의도가 포함되어있다는 것을 시사한다(Verschuere, et al., 2009).

본 연구는 정보를 숨기려는 의도와 관련된 뇌 기능을 확인한 점에서 의의를 가진다. 정보를 숨기려는 의도가 있는 사람은 그 정보가 ‘탄로 날지도 모른다’는 생각 때문에 불안 반응을 나타내게 되고, 이는 OFC의 활성화로 나타난다.

본 연구 결과는 두 가지 중요한 제한점을 가지고 있다. 한 가지는 본 연구의 분석결과인 p 값이 제1종 오류를 교정하지 않은 값이라는 점이다. fMRI를 이용한 숨김정보검사를 수행한 선행연구의 표본 크기가 대략 30명 정도인 것을 감안하면, 본 연구에서 표본 크기를 늘리면 선행연구와 동일하게 corrected에서 뇌 활성화를 관찰할 수 있을 것이라고 예상된다. 다른 한 가지는 숨김의도의 조작이 성공적이었는지에 대한 객관적이 지표가 없다는 점이다. 본 연구에 중요한 선행연구인 Verschuere 등(2009)은 단순히 반응시간으로 숨김의도의 조작을 검증하고자 하였으며, Kubo와 Nittono(2009)의 연구에서는 숨김 의도의 조작에 대한 검증이 이루어지지 않았다는 점에 비추어보면, 거짓말에 중요한 요소인 숨김의도를 객관적으로 측정할 수 있는 기법의 개발이 필요하다고 할 수 있다.

참고문헌

- Abe, N., Suzuki, M., Tsukiura, T., Mori, E., Yamaguchi, K., Itoh, M., & Fujii, T. (2006). Dissociable roles of prefrontal and anterior cingulate cortices in deception. *Cerebral Cortex*, 16(2), 192-199.
- Adolphs, R., Russell, J., & Tranel, D. (1999). A role for the human amygdala in recognizing emotional arousal from unpleasant stimuli. *Psychological Science*, 10(2), 167-171.
- Allen, J., Iacono, W., & Danielson, K. (1992). The Identification of Concealed Memories Using the Event Related Potential and Implicit Behavioral Measures: A Methodology for Prediction in the Face of Individual Differences. *Psychophysiology*, 29(5), 504-522.
- Bashore, T., & Rapp, P. (1993). Are there alternatives to traditional polygraph procedures? *Psychological Bulletin*, 113(1), 3-22.
- 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* (pp. 87-102). San Diego: Academic Press.
- Davatzikos, C., Ruparel, K., Fan, Y., Shen, D.G., Acharyya, M., Loughhead, J.W., Gur, R.C., Langleben, D.D. (2005). Classifying spatial patterns of brain activity with machine learning methods: Application to lie detection. *Neuroimage*, 28(3), 663-668.
- Farwell, L., & Donchin, E. (1991). The truth will out: Interrogative polygraphy ("lie detection") with event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 28(5), 531-547.
- Ganis, G., Kosslyn, S., Stose, S., Thompson, W., & Yurgelun-Todd, D. (2003). Neural correlates of different types of deception: an fMRI investigation. *Cerebral Cortex*, 13(8), 830-836.
- Goldstein, E. (1923). Reaction times and the consciousness of deception. *The American Journal of Psychology*, 34(4), 562-581.
- Greely, H., & Illes, J. (2007). Neuroscience-based lie detection: the urgent need for regulation. *American Journal of Law & Medicine*, 33(2&3), 337-431.
- van Honk, J., Schutter, D., d'Alfonso, A., Kessels, R., Postma, A., de Haan, E., & Raine, A. (2001). Repetitive transcranial magnetic stimulation at the frontopolar cortex reduces skin conductance but not heart rate: reduced gray matter excitability in orbitofrontal regions.
- Hooker, C., & Knight, R. (2006). The role of the lateral orbitofrontal cortex in the inhibitory control of emotion. In D. Zald & S. Rauch (Eds.), *The orbitofrontal cortex* (pp. 307-324). Oxford: Oxford University Press.
- Horvath, F. (1973). Verbal and nonverbal clues to truth and deception during polygraph examinations. *Journal of Police Science and Administration*, 1(2), 138-152.
- Johnson, R. (2003). The deceptive response: effects of

- response conflict and strategic monitoring on the late positive component and episodic memory-related brain activity. *Biological psychology*, 64(3), 217-253.
- Johnson, R. (2004). The contribution of executive processes to deceptive responding. *Neuropsychologia*, 42(7), 878-901.
- Johnson, R. (2005). Differential effects of practice on the executive processes used for truthful and deceptive responses: An event-related brain potential study. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 386-404.
- Kozel, F., Johnson, K., Mu, Q., Grenesko, E., Laken, S., & George, M. (2005). Detecting deception using functional magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 58(8), 605-613.
- Kozel, F., Revell, L., Lorberbaum, J., Shastri, A., Elhai, J., Horner, M., Nahas, A., Bohning, D., & George, M. (2004). A pilot study of functional magnetic resonance imaging brain correlates of deception in healthy young men. *Journal of Neuropsychiatry Clinical Neuroscience*, 16(3), 295-305.
- Kubo, K., & Nittono, H. (2009). The role of intention to conceal in the P300-based concealed information test. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 34(3), 227-235.
- Langleben, D. (2008). Detection of deception with fMRI: Are we there yet? *Legal and Criminological Psychology*, 13(1), 1-9.
- Langleben, D., Loughhead, J., Bilker, W., Ruparel, K., Childress, A., Busch, S., & Gur, R. (2005). Telling truth from lie in individual subjects with fast event related fMRI. *Human Brain Mapping*, 26(4), 262-272.
- Langleben, D., Schroeder, L., Maldjian, J., Gur, R., McDonald, S., Ragland, J., O'Brien, C., & Childress, A. (2002). Brain activity during simulated deception: an event-related functional magnetic resonance study. *Neuroimage*, 15(3), 727-732.
- Lee, T., Au, R., Liu, H., Ting, K., Huang, C., & Chan, C. (2009). Are errors differentiable from deceptive responses when feigning memory impairment? An fMRI study. *Brain and cognition*, 69(2), 406-412.
- Lykken, D. (1959). The GSR in the detection of guilt as an Application of Psychophysiology: Future Prospects and Obstacles. *Journal of Applied Psychology*, 43(6), 385-388.
- Mohamed, F., Faro, S., Gordon, N., Platek, S., Ahmad, H., & Williams, J. (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.
- Murphy, F., Nimmo-Smith, I., & Lawrence, A. (2003). Functional neuroanatomy of emotions: a meta-analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(3), 207-233.
- Nose, I., Murai, J., & Taira, M. (2009). Disclosing concealed information on the basis of cortical activations. *Neuroimage*, 44(4), 1380-1386.
- Phan, K., Magalhaes, A., Ziemlewicz, T., Fitzgerald, D., Green, C., & Smith, W. (2005). Neural correlates of telling lies: A functional magnetic resonance imaging study at 4 Tesla. *Academic Radiology*, 12(2), 164-172.
- Raine, A., Lencz, T., Bihle, S., LaCasse, L., & Colletti, P. (2000). Reduced prefrontal gray matter volume and reduced autonomic activity in antisocial personality disorder. *Archives of General Psychiatry*, 57(2), 119-127.
- Raskin, D., & Honts, C. (2002). The comparison question test. In M. Kleiner (Ed.), *Handbook of polygraph testing* (pp. 1-47). London: Academic Press.
- Rosenfeld, J., Cantwell, B., Nasman, V., Wojdac, V., Ivanov, S., & Mazzeri, L. (1988). A modified, event-related potential-based guilty knowledge test. *International Journal of Neuroscience*, 42(1), 157-161.
- Siegmán, A., & Reynolds, M. (1983). Self-monitoring and speech in feigned and unfeigned lying. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(6), 1325-1333.
- Spence, S., Crimlisk, H., Cope, H., Ron, M., & Grasby, P. (2000). Discrete neurophysiological correlates in prefrontal cortex during hysterical and feigned disorder of movement. *The Lancet*, 355(9211), 1243-1244.
- Spence, S., Farrow, T., Herford, A., Wilkinson, I., Zheng, Y., & Woodruff, P. (2001). Behavioural and functional anatomical correlates of deception in humans. *Neuroreport*, 12(13), 2849-2853.

- Spence, S., Hunter, M., Farrow, T., Green, R., Leung, D., Hughes, C., & Ganesan, V. (2004). A cognitive neurobiological account of deception: evidence from functional neuroimaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359(1451), 1755-1762.
- Sporer, S. (1997). The less travelled road to truth: Verbal cues in deception detection in accounts of fabricated and self-experienced events. *Applied Cognitive Psychology*, 11(5), 373-397.
- Verschuere, B., Rosenfeld, J., Winograd, M., Labkovsky, E., & Wiersema, R. (2009). The role of deception in P300 memory detection. *Legal and Criminological Psychology*, 14(2), 253-262.
- Vrij, A., & Mann, S. (2001). Telling and detecting lies in a high-stake situation: The case of a convicted murderer. *Applied Cognitive Psychology*, 15(2), 187-203.
- Walczyk, J., Mahoney, K., Doverspike, D., & Griffith-Ross, D. (2009). Cognitive lie detection: Response time and consistency of answers as cues to deception. *Journal of Business and Psychology*, 24(1), 33-49.
- Walczyk, J., Roper, K., Seemann, E., & Humphrey, A. (2003). Cognitive mechanisms underlying lying to questions: Response time as a cue to deception. *Applied Cognitive Psychology*, 17(7), 755-774.

원고접수 : 11.02.11

수정접수 : 11.03.11

게재확정 : 11.05.03