

## 알코올 중독자의 얼굴 표정 인식과 관련된 뇌 활성화 특성

Brain Activation to Facial Expressions Among Alcoholics

박미숙\* · 이배환\*\* · 손진훈\*\*\*†

Mi-Sook Park\* · Bae Hwan Lee\*\* · Jin-Hun Sohn\*\*\*†

\*서울한영대학교 재활상담심리학과

\*Department of Rehabilitation Counseling Psychology, Seoul Hanyoung University

\*\*연세대학교 의과대학 생리학교실

\*\*Department of Physiology, Yonsei University College of Medicine

\*\*\*충남대학교 심리학과, 뇌과학 연구소

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

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the neural substrates for recognizing facial expressions among alcoholics by using functional magnetic resonance imaging (fMRI). Abstinent inpatient alcoholics (n=18 males) and demographically similar social drinkers (n=16 males) participated in the study. The participants viewed pictures from the Japanese Female Facial Expression Database (JAFFE) and evaluated intensity of facial expressions. The alcoholics had a reduced activation in the limbic areas including amygdala and hippocampus while recognizing the emotional facial expressions compared to the nonalcoholic controls. On the other hand, the alcoholics showed greater brain activations than the controls in the left lingual (BA 19)/fusiform gyrus, the left middle frontal gyrus (BA 8/9/46), and the right superior parietal lobule (BA 7) during the viewing of emotional faces. In sum, specific brain regions were identified that are associated with recognition of facial expressions among alcoholics. The implication of the present study could be used in developing intervention for alcoholism.

**Key words:** Alcoholics, Recognition of Facial Expressions, Brain Activation, fMRI

### 요약

본 연구는 자기공명영상 기법을 이용하여 알코올 중독자의 정서 인식과 관련된 뇌 활성화 특성을 관찰하였다. 입원 치료 중인 알코올 중독자 18명과 이들과 나이, 성별, 교육 수준 등이 유사한 비중독자 16명이 실험에 참여하였다. 참여자들은 뇌 영상 촬영 동안에 얼굴 사진을 보고 얼굴 표정 정서의 강도를 평정하였다. 연구 결과, 행동 반응에서는 알코올 중독자와 비중독자 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 뇌 반응 결과, 알코올 집단에서는 비중독자 집단과

※ 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임[NRF-2014S1A5B5A01016513].

† 교신저자 : 손진훈 (충남대학교 심리학과)

E-mail : jhsohn@cnu.ac.kr

TEL : 042-821-6369

FAX : 042-821-9448

비교하여 얼굴 표정 정서 인식 동안에 정서 처리와 관련된 편도체/해마는 더 적게 활성화되었으며, 얼굴 정보 처리와 관련된 방추이랑, 시·공간 탐색과 관련된 이마엽 및 마루엽 영역은 더 크게 활성화되었다. 반면, 알코올 집단에서 혀이랑/방추이랑(BA 19), 시각적 탐색에 관여하는 가운데이마이랑(BA 8/9/46), 그리고 시공간적 정보 처리에 관여하는 위마루소엽(BA 7)이 더 크게 활성화 되었다. 본 연구를 통해 알코올 중독자의 정서 인식과 관련된 뇌 활성화 특성을 확인할 수 있었다.

**주제어:** 알코올 중독자, 얼굴 표정 인식, 뇌 활성화, fMRI

## 1. 서론

알코올 중독자의 타인 정서 해석에서의 오류는 그들의 사회적 상호 작용과 의사소통에서의 만성적 결함을 야기할 수 있다(Philippot et al., 1999). 얼굴 표정 정서 인식에서 알코올 중독자들에게 나타나는 결함은 알코올 중독자의 대인 관계에 문제를 야기할 수 있으며, 이는 그들이 다시 술을 마시거나 재발하는 원인이 된다(Uekermann & Daum, 2008).

알코올 중독자의 얼굴 표정 인식에 관한 연구는 현재까지 꾸준히 수행되어 왔으며, 알코올 중독자들은 통제군에 비해 얼굴 표정 해석에서 결함이 있는 것으로 알려져 있다. 예를 들면, 알코올 중독자들은 통제군 실험 참여자에 비해 얼굴 표정이 나타내는 정서의 강도를 강하게 인식하는 경향이 있었다(Oscar-Berman et al., 1990; Philippot et al., 1999). 추가적으로, Townshend & Duka(2003)는 알코올 중독자들이 통제군 실험 참여자와 비교하여 여섯 가지 기본 정서를 나타내는 모든 얼굴 표정에 대해서 공포 정서를 강하게 인식함을 밝혔다.

알코올 중독자들은 얼굴에 나타난 정서를 해석하는데 결함을 나타내었는데, 그들은 얼굴에 나타난 슬픈 표정을 적대적인 표정으로 잘못 명명하는 경향이 있었다(Frigerio et al., 2002). 그들은 또한 행복한 얼굴을 부정적인 기분으로 해석하는 경향이 있었으며, 혐오 정서 표현을 분노와 경멸로 귀인하는 체계적인 편향을 나타내었다(Philippot et al., 1999). Townshend & Duka(2003)의 연구에서도 알코올 중독자들은 통제군과 비교하여 혐오 표정을 더 분노로 보았으며, 대부분의 얼굴 표정에 대해서 혐오를 과잉 추정하는 경

향을 보였다. 이 결과들은 알코올 중독자들이 분노와 혐오 정서를 포함하여 정서를 인식하는데 있어 결함을 보인다는 것을 나타낸다.

알코올 중독자들이 나타내는 얼굴 표정 인식에서의 결함은 뇌 기능 손상과 관련이 있을 수 있다(Salloum et al., 2007). Salloum et al.(2007)의 연구에서 알코올 중독 환자들은 정상인에 비해 부정적 얼굴 표정, 즉 공포 및 혐오와 같은 표정을 인식할 때 앞띠겔질에서 기능 저하를 보였다. 공포와 혐오는 진화론적으로 타인에게 위험한 상황에 대한 신호를 제공하여 접근대신 회피 반응을 유발한다. 알코올 중독 환자가 공포 또는 혐오 얼굴 표정에서 앞띠겔질의 활성화가 낮게 나타난 것은 그들이 위험한 신호에 주의를 기울이지 않는 경향과 관련될 수 있다.

그러나, Salloum et al.(2007)은 반사회적 성격 장애 등 공존 장애를 가진 알코올 중독자를 대상으로 얼굴 정서 인식과 관련된 뇌 활성화 특성을 규명하였기 때문에 연구 결과가 알코올 중독의 특성에서 기인한 것인지 아니면 다른 공존 장애로 인한 결과인지를 알기가 어렵다. 반사회적 성격장애, 우울 등이 얼굴표정 인식에 영향을 미치기 때문에(Marsh & Blair, 2008; Kohler et al., 2011), 본 연구는 공존 장애가 없는 알코올 중독자를 대상으로 자기공명영상 연구(functional magnetic resonance imaging: fMRI)를 실시하여 알코올 중독자의 정서 인식과 관련된 뇌 활성화 특성을 규명하고자 하였다. 본 연구는 비중독자와 비교하여 알코올 중독자들이 얼굴 표정을 인식하는 동안 정서 처리와 관련된 둘레엽 영역과 얼굴 정보 처리와 관련된 이마엽 및 마루엽 영역에서 기능적 변화가 나타날 것이라고 예측하였다.

## 2. 방법

### 2.1. 실험 참여자

실험 참여자는 D 광역시 H 병원에 입원 중인 남성 알코올 중독자 18명 이었다. 본 연구에 참여한 알코올 중독자들은 정신과 전문의에 의해 DSM-IV 기준에 기반해 알코올 중독이외의 다른 정신 장애로 진단 받지 않은 참여자들이었다. 비중독 집단 참여자는 지역 광고지를 통해 모집되었으며, 알코올 중독집단과 인구 통계학적 변인이 유사한 16명의 남성들이었다. 알코올 중독 환자들의 단주 기간은 11~2,051 (*Median*=314.5)일 이었으며, 연구 참여자들의 인구 통계학적 및 알코올 사용 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Demographics and alcohol use of study participants

Characteristics	Control group (n=16) M(SD)	Alcohol group (n=18) M(SD)
Age (years)	50.06 (6.10)	49.83 (6.60)
Educational level	12.38 (3.57)	10.67 (4.05)
Family history (%)	0	44.4
Number of drinks (day per week)	1.02 (1.55)	4.63 (2.25)
Amounts of drinks (drinks per drinking day)	2.86 (2.10)	16.25 (16.08)
Maximum number of drinks in a lifetime	8.22 (11.26)	29.77 (24.21)
AUDIT-K	6.38 (5.54)	27.89 (9.91)
ADS-K	28.05 (5.39)	50.00 (12.85)

AUDIT (Alcohol Use Disorders Identification Test)를 사용 알코올 중독자들의 알코올 사용 정도를 측정하였다. AUDIT는 6개국 공동 연구를 통하여 WHO에서 개발하였으며 Kim(1998)에 의해 한국어로 번역되어 소개되었다. 총 10개 문항으로 3개의 음주의 양에 대한 문항, 3개의 음주 행태에 대한 문항, 4개의 정신-사회학적 문제의 유무에 대한 문항으로 구성되어 있다. AUDIT 총점이 15점 이상이면 DSM-IV 기준의 알코올 사용 장애에 해당된다(Park et al., 2000). 추가적으로, 한국어 판 알코올 의존 척도(Alcohol Dependence Scale; ADS)를 사용하여(Lee et al., 2000), 알코올 중독자들의 알코올 의존 정도를 평가하였다. ADS 척도는 알코올 의존의

심각성을 양적으로 측정하기 위한 25문항으로 구성되어 있으며 알코올 금단 증상, 음주에 대한 통제력, 음주 충동의 지각, 알코올에 대한 내성, 그리고 음주 행동의 현저성(salience)에 관한 내용을 포함한다.

### 2.2. 실험 절차

실험 참여자들은 실험 30분 전에 실험실에 도착하여 실험 절차에 대한 정보를 제공 받고 동의서를 작성하였다. 그 후, 실험 참여자들은 개인 정보 및 음주에 관한 설문지를 작성하였고, 실험 과제에 대한 설명을 들었다. 얼굴 표정 사진은 일본 여성 얼굴 표정 (Japanese Female Facial Expression: JAFFE) 데이터베이스에서 추출하여 사용하였으며(Lyons et al, 1998), 정서 별로 각각 5장의 사진을 선정하였다. Lyons et al.(1998)은 데이터베이스의 얼굴 사진을 이용하여 60명의 일본 여성들에게 심리 실험을 수행하였고, 실험 참여자들에게 각 사진의 얼굴 표정 강도를 5점 척도 기준(1점: 약한~5점: 강한)으로 평가하도록 하였다. 본 연구에서는 각 정서별로 얼굴 표정의 강도가 4점 이상인 강한 강도의 얼굴 표정 사진을 사용하였다. 이는 알코올 중독자들이 사진 속 얼굴 표정을 중립 표정과 혼동하지 않고 쉽게 인식할 수 있도록 하기 위함이었다. 본 연구에 사용된 사진 자극의 얼굴 표정 평균 강도(표준편차)는 4.46(.23)이었다.

실험 과제는 5개의 고정 자극 조건과 5개의 얼굴 표정 조건(즉, 분노, 공포, 혐오, 행복 및 슬픔)이 포함된 10개의 블록으로 구성되었다. 고정 자극 조건은 얼굴 표정 조건에 앞서 제시되었고 전체 지속 기간 35초 동안 십자가(“+”)가 제시되었다. 얼굴 표정 조건은 각 정서별(분노, 공포, 혐오, 행복 및 슬픔)로 35초 동안 지속되었다. 각 얼굴 표정 조건에서는 각 정서를 나타내는 얼굴 사진이 5장이 각 7초간 제시되었다. 순서 효과를 상쇄하기 위하여 사진 자극의 순서를 무작위로 참여자에게 제시하였다. 결과적으로, 실험 과제는 5개의 고정 자극 조건과 5개의 얼굴 표정 조건을 포함하여 10개의 조건으로 구성되었으며 총 350초간 지속되었다. 실험 참여자는 사진을 보는 동안 버튼을 눌러 각 사진에 나타난 얼굴 표정 강도를 5점 리커트 척도에 따라 평가하였다. 얼굴 강도를 평정

하는 과제는 난이도가 쉬운 과제였는데 이는 Salloum et al.(2007)의 연구에 착안하여 알코올 집단과 비중독자 집단이 행동 반응에서는 차이가 없도록 하기 위함이었다. 난이도가 쉬운 과제를 사용하여 행동 반응에서는 집단 간 차이가 나타나지 않는 상태에서, 비중독자와 비교하여 알코올 중독자에게서 나타나는 얼굴 표정 인식에 따른 뇌 활성화 특성을 확인하고자 하였다. 전체 실험 절차는 연구윤리심의위원회의 기준을 엄격하게 준수하여 수행되었다(Yonsei University Health System, Severance Hospital, Institutional Review Board No. 4-2014-0988).

### 2.3. 데이터 획득 및 분석

뇌 영상 획득을 위한 장치는 카이스트 기능적 자기 공명영상(fMRI) 연구동에 있는 ISOL 3.0 Forte Korea를 사용하였다. 실험자는 조작실의 컴퓨터를 이용하여 실험 자극을 제시하였고, 실험 참여자는 머리 위에 장착된 거울을 통해 자극을 보았다. 실험 참여자가 머리 위 거울을 통해 제시되는 자극을 보면서 과제를 수행하는 동안 single-shot EPI-BOLD (Echo Planner Imaging Blood Oxygen Level Dependent) 기법을 이용하여 뇌 영상이 획득되었다. 영상 획득을 위한 파라미터는 다음과 같았다: TR/TE 3000/30 msec, FOV 240 mm×240 mm, matrix 64×64, slice thickness 4 mm, flip angle 80°. 뇌의 구조적 뇌 영상은 T1 강조 영상(T1\*)을 수집하였다(TR/TE 280/14 msec, FOV 240 mm×240 mm, matrix 256×256, slice thickness 4 mm, flip angle 60°).

행동 데이터 분석을 위해 SPSS 20.0을 사용하였다. 독립 변인 *t*-test를 수행하여 알코올 집단과 비중독 집단 간의 정서 강도 차이를 비교하였다. 뇌 영상 데이터는 SPM 8을 이용하여 분석되었다. 뇌 영상 데이터 분석 시, 각 개인별로 정서 조건과 고정 자극 조건에 해당하는 각 부피소의 활성 수치 비교를 통해 일반선형 모형(GLM)을 구성하여 각 피험자의 두뇌 활성을 확인하였다. 이와 같은 감산법을 이용하여 개인별 대조 영상(contrast image)을 얻은 후 단일표본 *T* 검증(one sample *t*-test)을 실시하여 각 집단 내에서 뇌 영역들의 활성화 평균을 구하고 *t* 점수에 따라 색

채 부호화하여 뇌 지도를 얻었다. 추가적으로, 두 집단(비중독자와 알코올 집단)간 차이가 나는 영역을 확인하기 위하여 위에서 얻은 대조 영상(정서 조건-고정 자극 조건)을 이용하여 독립표본 *T* 검증(two sample *t*-test)을 실시하였다. 각 영역에서 나타난 신호값에 대한 집단 간 차이를 계산하고 *t* 점수에 따라 색채 부호화하여 뇌 지도를 얻었다. 영상 결과의 산출은 다중 비교(multiple comparison)에서 유의 수준 *p* 값을 보정하지 않은 .001을 적용하였고(uncorrected, *p* < .001), 범위 역치(extent threshold) 값인 *k*는 20 부피소로 두었다. 최종 산출된 영역의 좌표는 Talairach 좌표에 적용하여 위치를 확인하였다.

## 3. 결과

비중독자 집단과 비교하여 알코올 집단에서 고정 자극에 비해 얼굴 표정을 볼 때 유의미하게 활성화된 영역들을 확인하였다. 알코올 중독자의 분노 정서 인식과 관련된 연구 결과는 본 연구자의 다른 논문에서 별도로 보고하였고(Park et al., 2015), 본 연구에서는 공포, 혐오, 행복, 슬픔 얼굴 표정 인식과 관련된 연구 결과를 제시하였다.

### 3.1. 얼굴 표정에 대한 정서 평가

비중독자 집단과 알코올 집단이 5점(1점: 약한~5점: 강한) 척도에 따라 평가한 얼굴 표정의 강도는 정서별로 Table 2와 같았다. *T* 검증을 이용하여 실시한 집단 간 차이 검증 결과, 공포, 혐오, 행복, 슬픔 정서 조건에서 알코올 집단과 비중독자 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 2. The intensity ratings for the facial expressions

Emotion	Control group ( <i>n</i> =16) <i>M</i> ( <i>SD</i> )	Alcohol group ( <i>n</i> =18) <i>M</i> ( <i>SD</i> )	<i>Sig</i>
Fear	3.35 (.70)	3.30 (.73)	<i>p</i> = .61
Disgust	3.41 (.85)	3.29 (.80)	<i>p</i> = .24
Happy	3.33 (.39)	3.37 (.63)	<i>p</i> = .83
Sad	3.32 (.88)	3.24 (.78)	<i>p</i> = .77

### 3.2. 얼굴 표정 인식에 따른 뇌 활성화

비중독자 집단과 알코올 집단 각각에서 고정 자극과 비교하여 공포, 혐오, 행복, 슬픔 얼굴 표정을 볼 때 유의미하게 활성화된 영역을 확인하였다(uncorrected  $p < .001$ ,  $k=20$ ).

**공포** 공포 얼굴 표정을 인식하는 동안 비중독자 집단에서는 오른쪽 아래마루소엽, 오른쪽 위뒤통수이랑, 왼쪽 아래이마이랑(BA 9/47) 및 오른쪽 가운데이마이랑(BA 6), 그리고 오른쪽 위관자이랑이 활성화 되었다. 알코올 집단에서는 왼쪽 가운데이마이랑(BA 6/9), 오른쪽 위마루(BA 7) 및 아래마루소엽, 왼쪽 가운데관자이랑, 그리고 오른쪽 위이마이랑(BA 6)이 활성화되었다. 공포 정서 조건동안 집단 간 차이가 나는 뇌 영역을 확인하였다. 알코올 집단과 비교하여 비중독자 집단에서 더 크게 활성화된 영역은 오른쪽 아래마루소엽(BA 7), 왼쪽 아래이마이랑, 그리고 왼쪽 편도체였다. 반대로, 비중독자 집단에 비해 알코올 집단에서 더 크게 활성화된 영역은 오른쪽 아래뒤통수이랑, 왼쪽 가운데 및 아래이마이랑(BA 9), 오른쪽 위마루소엽(BA 7), 왼쪽 방추이랑(BA 19), 오른쪽 가운데이마이랑이었다. 각 영역의 Talairach 좌표값 및  $t$  값은 Table 3에 제시하였다.

**혐오** 혐오스러운 얼굴 표정을 보는 동안 비중독자 집단에서는 양쪽 아래이마이랑(BA 45/47), 오른쪽 가운데이마이랑(BA 46), 양쪽 위마루소엽(BA 7), 왼쪽 아래뒤통수이랑, 왼쪽 방추이랑(BA 37), 왼쪽 아래관자이랑, 오른쪽 가운데이마이랑(BA 6)이 활성화 되었다. 알코올 집단에서 활성화된 영역은 양쪽 가운데이마이랑(BA 6), 오른쪽 아래이마이랑, 왼쪽 위마루소엽(BA 7), 왼쪽 띠이랑, 오른쪽 위이마이랑(BA 6), 왼쪽 방추이랑, 왼쪽 아래관자이랑이었다. 혐오 정서 조건 동안 집단 간 차이가 나는 뇌 영역을 확인한 결과, 비중독자 집단에서 알코올 집단과 비교하여 더 크게 활성화된 영역은 왼쪽 안쪽이마이랑, 왼쪽 아래뒤통수이랑 및 해마/편도체였다. 알코올 집단에서 비중독자 집단과 비교하여 더 크게 활성화된 영역

은 왼쪽 양쪽 가운데이마이랑(BA 8), 오른쪽 위마루(BA 7) 및 아래마루(BA 40) 소엽이었다. 각 영역의 Talairach 좌표값 및  $t$  값은 Table 4에 제시하였다.

**행복** 행복한 얼굴 표정을 보는 동안 비중독자 집단에서 활성화된 영역은 왼쪽 위마루소엽, 오른쪽 가운데 뒤통수이랑, 왼쪽 가운데이마(BA 6/9) 및 위이마(BA 8)이랑, 오른쪽 아래마루소엽, 오른쪽 방추이랑, 오른쪽 가운데관자이랑이었다. 알코올 집단에서 활성화된 영역은 오른쪽 가운데뒤통수이랑(BA 18), 양측 가운데이마(BA 6/46) 및 아래이마이랑(BA 9), 오른쪽 중심앞이랑 및 위이마이랑(BA 6), 오른쪽 가운데관자이랑이었다. 행복 정서 인식 동안 집단 간 차이가 나는 뇌 영역을 확인한 결과, 비중독자 집단에서 알코올 집단에 비해 더 크게 활성화된 영역은 왼쪽 띠이랑(BA 32), 오른쪽 아래이마이랑(BA 9) 이었다. 반대로, 알코올 집단에서 비중독자 집단보다 더 크게 활성화된 영역은 오른쪽 중심앞이랑(BA 6), 오른쪽 위마루소엽, 오른쪽 가운데뒤통수이랑(BA 19), 왼쪽 가운데이마이랑(BA 46)이었다. 각 영역의 Talairach 좌표값 및  $t$  값은 Table 5에 제시하였다.

**슬픔** 슬픈 얼굴 표정을 보는 동안 비중독자 집단에서 활성화된 영역은 양쪽 위마루소엽(BA 7), 오른쪽 아래마루소엽(BA 7), 오른쪽 아래이마(BA 47) 및 가운데이마(BA 6)이랑, 오른쪽 방추이랑(BA 19), 오른쪽 가운데관자이랑, 왼쪽 위이마(BA 6) 및 가운데이마(BA 10)이랑 이었다. 알코올 집단에서는 양쪽 위마루소엽, 오른쪽 가운데관자이랑, 왼쪽 가운데이마이랑(BA 6), 왼쪽 췌기소엽(BA 7), 오른쪽 아래이마이랑, 오른쪽 방추이랑(BA 18) 이었다. 슬픔 정서 인식 동안, 비중독자 집단에서 알코올 집단과 비교하여 더 크게 활성화된 영역은 오른쪽 아래마루소엽(BA 7), 오른쪽 가운데이마이랑 및 해마였다. 반대로, 알코올 집단에서 비중독자 집단과 비교하여 더 크게 활성화된 영역은 양쪽 위마루소엽, 오른쪽 가운데이마이랑(BA 8) 및 오른쪽 혀이랑이었다. 각 영역의 Talairach 좌표값 및  $t$  값은 Table 6에 제시하였다.

Table 3. Talairach coordinates and *t*-scores of activated brain areas during recognition of facial expressions of fear in each group and between groups

Region	Side	X	Y	Z	Brodmann's areas (BA)	<i>t</i> -score
<b>Fear</b>						
<i>The control group</i>						
Culmen	Left	-42	-50	-26		13.54
Inferior Parietal Lobule	Right	38	-60	44		11.17
Postcentral Gyrus	Right	42	-26	32		7.45
Superior Occipital Gyrus	Right	34	-78	26		4.78
Inferior Frontal Gyrus	Left	-40	8	26	BA 9	7.26
Supramarginal Gyrus	Left	-42	-48	32		6.96
Middle Frontal Gyrus	Right	38	-2	46	BA 6	6.13
Superior Temporal Gyrus	Right	56	14	-18		5.47
Inferior Frontal Gyrus	Left	-30	26	-6	BA 47	3.88
<i>The alcohol group</i>						
Middle Frontal Gyrus	Left	-44	6	38	BA 9	8.97
Middle Frontal Gyrus	Left	-40	18	28	BA 9	8.14
Middle Frontal Gyrus	Left	-38	4	48	BA 6	8.10
Superior Parietal Lobule	Right	34	-64	44	BA 7	7.34
Inferior Parietal Lobule	Right	42	-52	42		6.24
Declive	Right	42	-60	-22		6.71
Middle Temporal Gyrus	Left	-54	-34	-6		6.27
Middle Temporal Gyrus	Left	-64	-50	-6	BA 21	
Superior Frontal Gyrus	Right	2	16	56	BA 6	
<i>The control group &gt; the alcohol group</i>						
Inferior Parietal Lobule	Right	36	-60	46	BA 7	10.10
Culmen	Left	-42	-50	-24		8.27
Inferior Frontal Gyrus	Left	-38	8	26		7.47
Amygdala	Left	-22	-4	-24		5.23
<i>The control group &lt; the alcohol group</i>						
Culmen	Right	42	-50	-28		7.55
Inferior Occipital Gyrus	Right	32	-88	-12		4.22
Middle Frontal Gyrus	Left	-42	6	38	BA 9	7.52
Inferior Frontal Gyrus	Left	-48	18	24	BA 9	5.40
Superior Parietal Lobule	Right	36	-62	46	BA 7	7.46
Fusiform Gyrus	Left	-40	-66	-14	BA 19	3.84

Table 4. Talairach coordinates and *t*-scores of activated brain areas during recognition of facial expressions of disgust in each group and between groups

Region	Side	X	Y	Z	Brodmann's areas (BA)	<i>t</i> -score
<b>Disgust</b>						
<i>The control group</i>						
Inferior Frontal Gyrus	Left	-30	22	-10	BA 47	9.58
Middle Frontal Gyrus	Right	54	26	28	BA 46	9.91
Inferior Frontal Gyrus	Right	60	22	16	BA 45	6.70
Superior Parietal Lobule	Right	36	-62	48		7.57
Inferior Occipital Gyrus	Left	-38	-78	-4		7.07
Fusiform Gyrus	Left	-46	-60	-18	BA 37	5.80
Inferior Temporal Gyrus	Left	-46	-54	-24		5.26
Culmen	Left	-44	-50	-26		5.61
Middle Frontal Gyrus	Right	32	0	46	BA 6	6.49
Superior Parietal Lobule	Left	-28	-60	48	BA 7	5.39
<i>The alcohol group</i>						
Middle Frontal Gyrus	Left	-46	12	48	BA 6	8.32
Cerebellar Tonsil	Left	-30	-64	-32		11.78
Middle Frontal Gyrus	Right	40	2	40	BA 6	9.37
Inferior Frontal Gyrus	Right	46	12	24		6.55
Superior Parietal Lobule	Left	-30	-60	54	BA 7	5.93
Cingulate Gyrus	Left	-8	16	42		6.28
Medial Frontal Gyrus	Left	-4	24	46		6.04
Superior Frontal Gyrus	Right	4	18	58	BA 6	5.94
Lentiform Nucleus	Left	-16	-4	0		5.54
Fusiform Gyrus	Left	-40	-20	-26		4.72
Inferior Temporal Gyrus	Left	-44	-10	-36		5.52
<i>The control group &gt; the alcohol group</i>						
Medial Frontal Gyrus	Left	-8	18	46		7.44
Inferior Occipital Gyrus	Left	-30	-96	-6		6.22
Hippocampus/Amygdala	Left	-20	-11	-25	35	4.35
<i>The control group &lt; the alcohol group</i>						
Culmen	Left	-44	-52	-30		8.22
Middle Frontal Gyrus	Left	-46	24	40	BA 8	7.83
Middle Frontal Gyrus	Right	54	16	40	BA 8	7.11
Superior Parietal Lobule	Right	36	-64	50	BA 7	7.42
Inferior Parietal Lobule	Right	42	-52	48	BA 40	5.88
Precuneus	Right	16	-70	48	BA 7	4.45

Table 5. Talairach coordinates and *t*-scores of activated brain areas during recognition of facial expressions of happy in each group and between groups

Region	Side	X	Y	Z	Brodmann's areas (BA)	<i>t</i> -score
<b>Happy</b>						
<b><i>The control group</i></b>						
Superior Parietal Lobule	Left	-26	-66	56		7.89
Culmen	Right	38	-44	-24		7.10
Middle Occipital Gyrus	Right	52	-70	-10		5.98
Middle Frontal Gyrus	Left	-46	20	32	BA 9	6.14
Superior Frontal Gyrus	Left	-10	12	48	BA 8	5.81
Middle Frontal Gyrus	Left	-28	0	44	BA 6	5.89
Precentral Gyrus	Left	-26	-14	48	BA 6	4.58
Middle Frontal Gyrus	Left	-32	6	62	BA 6	4.31
Inferior Parietal Lobule	Right	44	-48	44		4.76
Middle Frontal Gyrus	Right	46	6	54	BA 6	4.70
Fusiform Gyrus	Right	38	-44	-24		4.56
Middle Temporal Gyrus	Right	52	-22	-12		4.52
<b><i>The alcohol group</i></b>						
Middle Occipital Gyrus	Right	44	-86	0	BA 18	9.40
Middle Frontal Gyrus	Right	44	16	26	BA 46	7.55
Inferior Frontal Gyrus	Right	54	22	22	BA 9	7.46
Precentral Gyrus	Right	48	0	48	BA 6	6.39
Supramarginal Gyrus	Left	-44	-42	30		7.28
Middle Temporal Gyrus	Right	58	-38	-2		7.21
Cerebellar Tonsil	Left	-44	-52	-36		5.75
Middle Frontal Gyrus	Left	-42	0	40	BA 6	5.62
Precentral Gyrus	Left	-36	-6	38	BA 6	3.75
Superior Frontal Gyrus	Right	8	24	54	BA 6	5.61
Middle Temporal Gyrus	Left	-60	-56	8		4.32
Insula	Right	32	24	0	BA 47	4.69
Middle Temporal Gyrus	Left	-64	-50	-4	BA 21	4.87
<b><i>The control group &gt; the alcohol group</i></b>						
Cingulate Gyrus	Left	-8	20	42	BA 32	5.96
Inferior Frontal Gyrus	Right	54	22	22	BA 9	4.09
<b><i>The control group &lt; the alcohol group</i></b>						
Precentral Gyrus	Right	46	-2	52	BA 6	7.26
Superior Parietal Lobule	Right	36	-62	50		6.72
Middle Occipital Gyrus	Right	50	-74	-10	BA 19	6.69
Middle Frontal Gyrus	Left	-46	32	20	BA 46	4.21



Table 6. Talairach coordinates and *t*-scores of activated brain areas during recognition of facial expressions of sad in each group and between groups

Region	Side	X	Y	Z	Brodmann's areas (BA)	<i>t</i> -score
<i>Sad</i>						
<i>The control group</i>						
Superior Parietal Lobule	Left	-26	-62	50	BA 7	9.18
Inferior Parietal Lobule	Right	36	-60	46	BA 7	8.55
Inferior Frontal Gyrus	Right	32	28	-4	BA 47	7.28
Middle Frontal Gyrus	Right	30	2	58	BA 6	6.95
Fusiform Gyrus	Right	40	-66	-14	BA 19	6.80
Middle Temporal Gyrus	Right	60	-48	4		6.32
Superior Frontal Gyrus	Left	-8	12	52	BA 6	6.18
Middle Temporal Gyrus	Right	66	-48	2		5.93
Middle Frontal Gyrus	Left	-40	40	12	BA 10	6.12
<i>The alcohol group</i>						
Superior Parietal Lobule	Right	34	-56	48		8.94
Middle Temporal Gyrus	Right	36	-78	22		6.89
Middle Frontal Gyrus	Left	-40	0	40	BA 6	6.34
Precentral Gyrus	Left	-36	-5	32	BA 6	5.12
Superior Parietal Lobule	Left	-36	-60	48		10.10
Precuneus	Left	-20	-74	38	BA 7	9.73
Inferior Frontal Gyrus	Right	46	28	12		9.67
Cerebellar Tonsil	Left	-38	-60	-38		5.17
Fusiform Gyrus	Right	30	-92	-14	BA 18	6.23
Lingual Gyrus	Right	24	-96	-6		4.51
Lentiform Nucleus	Left	-20	-6	-4		5.21
Middle Temporal Gyrus	Right	58	-36	-12		4.82
Middle Temporal Gyrus	Right	52	-28	-6		4.93
<i>The control group &gt; the alcohol group</i>						
Inferior Parietal Lobule	Right	36	-58	46	BA 7	7.96
Middle Frontal Gyrus	Right	38	6	38		5.76
Hippocampus	Right	24	-30	-7		5.13
<i>The control group &lt; the alcohol group</i>						
Superior Parietal Lobule	Right	30	-62	46		9.18
Superior Parietal Lobule	Left	-28	-62	48		8.55
Middle Frontal Gyrus	Right	30	2	54	BA 8	7.65
Culmen	Right	32	-42	-30		6.95
Lingual Gyrus	Right	22	-98	-6	BA 18	3.70

#### 4. 논의

본 연구는 알코올 중독자의 정서 인식과 관련된 뇌 활성화 특성을 규명하고자 하였으며, 연구 결과, 알코올 중독자 집단에서는 비중독자 집단과 비교하여 얼굴 표정을 인식하는 동안 정서 처리와 관련된 변연엽 영역에서는 활성화가 더 적게 그리고 얼굴 정보 처리와 관련된 이마엽 및 두정엽 영역에서는 활성화가 더 크게 나타났다. 먼저, 얼굴 표정 지각과 관련하여 두 집단에서 공통적으로 활성화된 영역을 살펴보면, 뒤통수이랑, 관자이랑, 두정소엽, 위이마 및 아래이마이랑(BA 6)에서 두드러진 반응이 나타났으며, 이 영역들의 활성화는 얼굴 표정 정서 처리와 관련된 선행 연구 결과와 일치한다(Carr et al., 2003). 뒤통수이랑의 활성화는 자극의 시각 처리를 위해 활성화된 신경 회로의 일부로 여겨진다. 관자이랑은 얼굴의 역동적이고, 가변적인 특성을 표상하는데 관여하며, 얼굴 표정에서 시선의 방향을 부호화하는데 기여한다(Haxby et al., 2000).

마루이랑은 행동 지각과 관련된 영역들로 이 영역들은 얼굴 표정(Leslie et al., 2004)을 지각하는 동안에 활성화된다. 위이마 및 아래이마이랑(BA 6)은 운동앞 영역으로, 원숭이의 운동앞 영역인 F4 에 해당한다(Rizzolatti et al., 2002). 이 영역은 손 운동(Iacoboni et al., 1999) 및 얼굴 표정(Carr et al., 2003) 모방에 관여하는 것으로 알려져 있다.

알코올 중독자가 얼굴 표정을 처리할 때 강도 평가의 행동 반응에서는 비중독자와 차이가 없었다. 본 연구는 알코올 중독자의 얼굴 표정 인식에 따른 뇌 활성화 특성을 규명하기 위하여 행동 반응에서는 차이가 나타나지 않도록 난이도가 쉬운 과제를 사용하였다(Salloum et al., 2007). 결과적으로, Salloum et al. (2007)의 연구 결과와 일관되게 행동 반응에서는 두 집단 간 차이가 없었다.

뇌 반응 결과에서는 알코올 중독자들은 공포, 혐오, 행복, 슬픔 정서 인식 동안 비중독자에 비해 정서 처리와 관련된 영역들이 더 적게 활성화되었다(uncorrected

$p < .001$ ). 구체적으로, 공포 얼굴을 인식하는 동안 왼쪽 편도체에서, 혐오 얼굴 인식 동안에는 왼쪽 해마/편도체에서 그리고 슬픔 얼굴 인식 동안에는 오른쪽 해마에서 기능 저하가 나타났다. 편도체가 정서 기능에서 중요한 역할을 한다는 사실은 수많은 연구 결과를 통해 보고되었으며(Aggleton, 2000), 편도체는 긍정적 또는 부정적인 얼굴 표정에 의해 활성화된다(Breiter et al., 1996; Fitzgerald et al., 2006; Winston et al., 2003). 일반적으로, 연구들은 해마는 얼굴 처리에 관여하며(Gur et al., 2002), 정서적 기억 작업에서 편도체-해마가 상호 작용하는 것으로 제안한다(Phelps, 2004).

정서적 얼굴 자극에 대한 편도체의 관여는 다양한 사회적 정서를 인식하는데 결정적이며(Adolphs et al., 2002), 다양한 임상군 연구를 통해 그 사실이 보고되었다. 구체적으로, 편도체의 활동 저하는 반사회적 성격 장애(Kiehl et al., 2001)와 냉담하고 비정서적인 정신병질적 정서특성을 가진 청소년들에게서 관찰되었다(Marsh et al., 2008). 알코올 중독 가족력이 있는(FH+) 또는 없는(FH-) 젊은 사회적 음주자를 비교한 연구에서 얼굴 자극에 대한 반응으로, 알코올 중독 가족력이 없는 참가자들에게서만 편도체가 활성화되었다(Glahn et al., 2007). 가족력이 있는 그룹과 없는 두 그룹 모두에서 편도체의 활성화 정도는 행동 억제 척도와 관련이 있었다. 이러한 결과들을 통해 볼 때, 정서 인식 동안 나타난 알코올 중독자의 편도체 활성화 저하는 그들의 감정 기능에서의 문제와 관련 있음을 시사한다.

반면, 공포, 혐오, 행복, 슬픔 정서 인식 동안 알코올 집단에서 비중독자에 집단에 비해 활성화가 더 크게 나타난 영역들이 있었다(uncorrected  $p < .001$ ). 그 영역들은 구체적으로 얼굴 처리에 관여하는 혀이랑/방추이랑(BA 19), 시각적 탐색과 시공간적 정보 처리에 관여하는 가운데이마이랑(BA 8/9/46) 및 위마루소엽(BA 7)이었다.

구체적으로, 방추이랑은 얼굴인식과 관련되어 선택적으로 활성화되는데, 얼굴에서 나이, 연령, 정체성

등과 같은 정보 처리에 관여한다. 즉, 방추이랑은 얼굴에 나타난 정보 처리 중 얼굴의 정적인 요소와 연관이 있다(Haxby et al., 2000). 알코올 중독자가 공포, 혐오, 행복, 슬픔 얼굴 표정을 처리할 때 가운데 이마 영역에서 더 큰 활성화를 나타낸 결과는 선행 연구 결과와 일치한다(Salloum et al., 2007). 가운데이마이랑은 등쪽가쪽 이마앞겉질의 뒤쪽에 해당하는데 해부학적 그리고 생리학적으로 안구운동 시스템과 가깝게 연결되어 있다(Bruce & Goldberg, 1985). 가운데이마이랑(BA 8)이 손상된 원숭이는 특정한 시각적 단서에 기반해 적절한 시각 자극을 선택하는 능력에서 결함을 나타내었다(Petrides, 1987). 따라서, 가운데이마이랑은 제시되는 특정한 자극에 기반해 시각적 탐색 목표가 되는 특정 자극을 찾는데 중추적인 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Petrides, 1987). 마루소엽은 시공간적인 특징 분석(Prvulovic et al., 2002)과 일반적인 시각적 주의(Wojciulik & Kanwisher, 1999)에 관여하는 것으로 알려져 있다. 특히, 위마루소엽은 시공간적인 정보 처리와 관련된다(Hubl et al., 2003). 얼굴 표정 정서 인식 동안 알코올 집단에서 비중독 집단에 비해 얼굴 표정 처리와 관련된 영역에서 뇌 활성화가 더 크게 나타난 결과는, 알코올 중독자가 비중독자에 비해 정서 표정 인식 시 더 많은 시공간적 노력을 기울였을 가능성을 시사한다(Hubl et al., 2003).

종합적으로, 알코올 집단에서 비중독자 집단에 비 얼굴 표정 정서 인식 동안에 정서 처리와 관련된 편도체/해마는 더 적게 활성화 되었으며, 얼굴 정보 처리와 관련된 방추이랑, 시·공간 탐색과 관련된 이마 및 마루겉질 영역은 더 크게 활성화 되었다. 본 연구는 알코올 중독자들이 얼굴 표정을 처리하는 동안에 비중독자와는 다른 뇌 기능 특성을 나타냄을 규명하였다. 본 연구는 알코올 중독자가 얼굴 표정 인식에서 보이는 뇌 기능 변화를 제안하였다는데 의의가 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 존재한다. 본 연구에서는 사례수가 적었고, 한 번씩만 실험 자극을 제

시한 실험 디자인의 제한점으로 인해 보다 엄격한 유의도 수준을 적용하기 어려웠다. 추후 연구에서는 이와 같은 제한점을 보완하여 보다 개선된 연구를 수행하고자 한다. 본 연구 결과를 기반으로 알코올 중독자의 정서 인식과 관련된 신경 기전이 규명된다면, 알코올 중독자들의 정서 문제를 완화할 수 있는 중독 치료 기법 개발에 기여할 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- Adolphs, R., Baron-Cohen, S., & Tranel, D. (2002). Impaired recognition of social emotions following amygdala damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(8), 1264-1274. DOI: 10.1162/089892902760807258
- Aggleton, J. P. (2000). *The amygdala: A functional analysis* (2nd ed.). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Breiter, H. C., Etcoff, N. L., Whalen, P. J., Kennedy, W. A., Rauch, S. L., Buckner, R. L., Strauss, M. M., Hyman, S. E., & Rosen, B. R. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, *17*(5), 875-887. DOI: 10.1016/S0896-6273(00)80219-6
- Bruce, C. J., & Goldberg, M. E. (1985). Primate frontal eye fields. I. Single neurons discharging before saccades. *Journal of Neurophysiology*, *53*(3), 603-635.
- Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M. C., Mazziotta, J. C., & Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: a relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Science*, *100*(9), 5497-5502. DOI: 10.1073/pnas.0935845100
- Cermak, L. S., Verfaellie, M., Letourneau, L., Blackford, S., Weiss S., & Numan, B. (1989). Verbal and nonverbal right hemisphere processing by chronic alcoholics. *Alcoholism: Clinical and Experimental*

- Research*, 13(5), 611-617.  
DOI: 10.1111/j.1530-0277.1989.tb00391.x
- Darwin, C. (1872). *The expression of emotions in man and animals*. Chicago, University of Chicago Press.
- Fitzgerald, D. A., Angstadt, M., Jelsone, L. M., Nathan, P. J., & Phan, K. L. (2006). Beyond threat: amygdala reactivity across multiple expressions of facial affect. *Neuroimage*, 30(4), 1441-1448.  
DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.11.003
- Fitzpatrick, L. E., Jackson, M., & Crowe, S. F. (2008). The relationship between alcoholic cerebellar degeneration and cognitive and emotional functioning. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(3), 466-485. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.08.004
- Frigerio, E., Burt, D. M., Montagne, B., Murray, L. K., & Perrett, D. I. (2002). Facial affect perception in alcoholics. *Psychiatry Research*, 113(1), 161-171.  
DOI: 10.1016/S0165-1781(02)00244-5
- Glahn, D. C., Lovullo, W. R., & Fox, P. T. (2007). Reduced amygdala activation in young adults at high risk of alcoholism: Studies from the Oklahoma family health patterns project. *Biological Psychiatry*, 61(11), 1306-1309.  
DOI: 10.1016/j.biopsych.2006.09.041
- Gur, R. C., Schroeder, L., Turner, T., McGrath, C., Chan, R. M., Turetsky, B. I., Alsop, D., Maldjian, J., & Gur, R. E. (2002). Brain activation during facial emotion processing. *Neuroimage*, 16(3 Pt 1), 651-662.  
DOI: 10.1006/nimg.2002.1097
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Science*, 4(6), 223-233. DOI: 10.1016/S1364-6613(00)01482-0
- Hubl, D., Bölte, S., Feineis-Matthews, S., Lanfermann, H., Federspiel, A., Strik, W., Poustka, F., & Dierks, T. (2003). Functional imbalance of visual pathways indicates alternative face processing strategies in autism. *Neurology*, 61(9), 1232-1237.  
DOI: 10.1212/01.WNL.0000091862.22033.1A
- Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286(5449), 2526-2528. DOI: 10.1126/science.286.5449.2526
- Kiehl, K. A., Smith, A. M., Hare, R. D., Mendrek, A., Forster, B. B., Brink, J., & Liddle, P. F. (2001). Limbic abnormalities in affective processing by criminal psychopaths as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 50(9), 677-684. DOI: 10.1016/S0006-3223(01)01222-7
- Kim, J. S. (1998). A understanding about recovery process of alcoholism. *Journal of the Korean Academy of Family Medicine*, 19(5 Suppl), 304-312.
- Kohler, C. G., Hoffman, L. J., Eastman, L. B., Healey, K., & Moberg, P. J. (2011). Facial emotion perception in depression and bipolar disorder: A quantitative review. *Psychiatry Research*, 188(3), 303-309.  
DOI: 10.1016/j.psychres.2011.04.019
- Lee, D. K., Shin, J. K., Yun, S. M., Byun, W. T. (2000). A reliability and validity study of the Korean Version of the Alcohol Dependence Scale in alcoholics. *Journal of Academy of Addiction Psychiatry*, 4, 30-37.
- Leslie, K. R., Johnson-Frey, S. H., & Grafton, S. T. (2004). Functional imaging of face and hand imitation: towards a motor theory of empathy. *NeuroImage*, 21(2), 601-607. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.09.038
- Lindquist, K. A., Wager, T. D., Kober, H., Bliss-Moreau, E., & Barrett, L. F. (2012). The brain basis of emotion: a meta-analytic review. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(3), 121-143.  
DOI: 10.1017/S0140525X11000446
- Litt, M. D., Cooney, N. L., Kadden, R. M., & Gaupp, L. (1990). Reactivity to alcohol cues and induced mood in alcoholics. *Addictive Behaviors*, 15(2), 137-146. DOI: 10.1016/0306-4603(90)90017-R

- Lyons, M. J., Akamatsu, S., Kamachi, M., & Gyoba, J. (1998 April). Coding Facial Expressions with Gabor Wavelets. *Third IEEE Proceedings of International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, IEEE Computer Society, Nara Japan. DOI: 10.1109/AFGR.1998.670949
- Marinkovic, K., Oscar-Berman, M., Urban, T., O'Reilly, C. E., Howard, J. A., Sawyer, K., & Harris, G. J. (2009). Alcoholism and dampened temporal limbic activation to emotional faces. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 33(11), 1880-1892. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2009.01026.x
- Marsh, A. A., & Blair, R. J. R. (2008). Deficits in facial affect recognition among antisocial populations: a meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(3), 454-465. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.08.003
- Marsh, A. A., Finger, E. C., Mitchell, D. G., Reid, M. E., Sims, C., Kosson, D. S., Towbin, K. E., Leibenluft, E., Pine, D. S., & Blair, R. J. (2008). Reduced amygdala response to fearful expressions in children and adolescents with callous-unemotional traits and disruptive behavior disorders. *American Journal of Psychiatry*, 165(6), 712-720. DOI: 10.1176/appi.ajp.2007.07071145
- Moselhy, H. F., Georgiou, G., & Kahn, A. (2001). Frontal lobe changes in alcoholism: A review of the literature. *Alcohol Alcoholism*, 36(5), 357-368. DOI: 10.1093/alcalc/36.5.357
- Oscar-Berman, M., Hancock, M., Mildworf, B., Hutner, N., & Weber D. A. (1990). Emotional perception and memory in alcoholism and aging. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 14(3), 383-393. DOI: 10.1111/j.1530-0277.1990.tb00491.x
- Park, B. K., Kim, J. S., Lee, D. B. (2000). Comparison of four alcoholism screening tools based on sensitivity and specificity for DSM-IV criteria. *Journal of the Korean Academy of Family Medicine*, 21(11), 1427-1435.
- Park, M. S., Kim, S. H., Sohn, S., Kim, G. J., Kim, Y. K., & Sohn, J. H. (2015). Brain activation during processing of angry facial expressions in patients with alcohol dependency. *Journal of Physiological Anthropology*, 34(1), 6. DOI: 10.1186/s40101-015-0046-6
- Petrides, M. (1987). *Conditional learning and the primate frontal cortex*. In E. Perecman (Ed.), *The frontal Lobes Revisited*, New York: IRBN press, 91-108.
- Philippot, P., Kornreich, C., Blairy, S., Baert, I., Den Dulk, A., Le Bon, O., Streel, E., Hess, U., Pelc, I., & Verbanck, P. (1999). Alcoholics' deficits in the decoding of emotional facial expression. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 23(6), 1031-1038. DOI: 10.1111/j.1530-0277.1999.tb04221.x
- Prvulovic, D., Hubl, D., Sack, A. T., Melillo, L., Maurer, K., Frölich, L., Lanfermann, H., Zanella, F.E., Goebel, R., Linden, D. E., & Dierks, T. (2002). Functional imaging of visuospatial processing in Alzheimer's disease. *Neuroimage*, 17(3), 1403-1414. DOI: 10.1006/nimg.2002.1271
- Salloum, J. B., Ramchandani, V. A., Bodurka, J., Rawlings, R., Momenan, R., George, D., & Hommer, D. W. (2007). Blunted rostral anterior cingulate response during a simplified decoding task of negative emotional facial expressions in alcoholic patients. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 31(9), 1490-1504. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2007.00447.x
- Townshend, J. M., & Duka, T. (2003). Mixed emotions: alcoholics' impairments in the recognition of specific emotional facial expressions. *Neuropsychologia*, 41(7), 773-782. DOI: 10.1016/S0028-3932(02)00284-1
- Uekermann, J., & Daum, I. (2008). Social cognition in alcoholism: a link to prefrontal cortex dysfunction?

*Addiction*, 103(5), 726-735.

DOI: 10.1111/j.1360-0443.2008.02157.x

Winston, J. S., O'Doherty, J., & Dolan, R. J. (2003).

Common and distinct neural responses during direct and incidental processing of multiple facial emotions. *Neuroimage*, 20(1), 84-97.

DOI: 10.1016/S1053-8119(03)00303-3

Wojciulik, E., & Kanwisher, N. (1999). The generality

of parietal involvement in visual attention. *Neuron*, 23(4), 747-764. DOI: 10.1016/S0896-6273(01)80033-7

원고접수: 2017.05.17

수정접수: 2017.10.20

게재확정: 2017.10.24