

## 긍/부정 감성자극에 대한 행동활성화체계 및 행동억제체계 민감도에 따른 뇌파의 LORETA 분석

LORETA analysis of EEG responding to positive/negative emotional stimuli for different sensitivities of behavioral activation and inhibition systems

김원식\* · 진승현\*†

Wuon-Shik Kim\* · Seung-Hyun Jin\*†

한국표준과학연구원 생활계측그룹\*

Human Life Measurement Group, Korea Research Institute of Standards and Science

**Abstract :** The purpose of the present study was to investigate the responses to positive/negative emotional stimuli for the different sensitivities of behavioral activation system (BAS) and behavioral inhibition system (BIS). We recorded 16-channel EEG data for 8 BAS sensitive subjects and 8 BIS sensitive subjects. EEGs were analyzed with LORETA (Low-resolution electromagnetic tomography). From scalp-recorded electrical potential distribution, LORETA computes the three-dimensional intracerebral distributions of current density for specified EEG frequency bands. As results, significant differences between the BAS sensitive group and the BIS sensitive group appeared LORETA alpha activities over the prefrontal lobe and the cingulate gyrus. Prefrontal regions and limbic system including cingulate gyrus are involved in emotional processing. Moreover, subjects with the high BAS sensitivity responded more sensitively to the positive stimulation than subjects with the high BIS sensitivity. Therefore, our results suggest the possibility of correlation between BAS/BIS sensitivity and positive/negative emotional stimuli.

**Key words :** EEG, LORETA (Low-resolution electromagnetic tomography), behavioral activation system (BAS), behavioral inhibition system (BIS), positive/negative visual stimuli

**요약 :** 본 연구에서는 긍정 또는 부정 시각자극이 제시되었을 때, 행동활성화체계(Behavioral Activation System : BAS) 민감 집단과 행동억제 체계(Behavioral Inhibition System : BIS) 민감 집단 사이에 차이가 있는지를 살펴보았다. 실험은 8명씩의 BAS와 BIS 민감 성향을 가진 남자 대학생을 대상으로 이루어졌고, 안정 상태와 국제정서 사진체계(International Affective Picture System)의 긍정/부정 사진자극이 제시되는 동안의 뇌파를 측정하였다. 뇌파의 분석은 뇌 신호원 국소화를 위해, 뇌파의 전기적 신호에 의하여 형성되는 전류밀도에 대한 3차원적인

\* 교신저자 : 진승현(한국표준과학연구원 생활계측그룹)

E-mail : shjin@kriis.re.kr

Tel : 042-868-5456

Fax : 042-868-5455

접근방식으로 데이터를 처리하는 방법 중의 하나인 LORETA(Low-resolution electromagnetic tomography)를 사용하였다. 그 결과, 긍정자극제시의 경우, BAS 민감 집단이 BIS 민감 집단에 비해 알파 대역에서 변연계에 포함되는 cingulate gyrus와 전전두엽이 더 활성화되는 반응을 보였다. 이는 BAS 민감집단이 BIS 민감집단에 비해 긍정자극에 대한 반응이 더 민감하고, BAS 또는 BIS라는 인간의 동기체계가 감성자극의 인지와도 관련이 있을 가능성을 시사한다.

**주제어 :** 뇌파, LORETA(Low-resolution electromagnetic tomography), 행동 활성화체계(BAS), 행동 억제체계(BIS), 긍/부정 감성자극

## 1. 서론

인간의 두뇌는  $10^{11}$ 개 정도의 신경세포인 뉴런들로 구성되어 있고, 각 뉴런들은 서로 다른 수천 개의 뉴런들과 서로 연결되어 있다. 이처럼 복잡한 구조를 형성하는 수많은 뉴런들을 통해 인간은 사물, 색깔, 문자 등을 인식하고, 뇌의 활동도 감정 및 인지 활동 등의 다양한 경우에 대하여, 서로 다른 부분들이 주도적인 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 뇌를 구성하는 부분들에 대한 기능은 살아있는 상태에서 직접적인 검사 방법으로는 얻기 곤란하기 때문에, 뇌파 등과 같은 비침습적인 수단을 이용하여 뇌의 기능을 간접적으로 검사하는 방법이 행하여지고 있다. 뇌의 기능을 간접적으로 검사하는 방법으로는 뇌파의 전류밀도를 측정하거나, 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging : MRI)에 의하여 자기적 성질을 측정하여 컴퓨터를 통하여 다시 재구성함으로써 영상화하는 기술을 사용하는 방법 등이 있다. 이 중에서, 뇌파의 전류밀도를 이용하는 방법은 뇌의 활동을 전기적인 신호로서 인식하여 검사하는 것이다. 이러한 전기 신호는 두 피를 통하여 검출할 수 있다. 두피에서 전기신호를 검출하는 방법으로는 전기장을 검출하는 전기뇌파 기록기(Electroencephalograph : EEG)와 전기신호에 동반되는 자기장을 검출하는 자기뇌파기록기(Magnetoecephalograph : MEG)가 있다.

이러한 장치들을 이용하여 얻어지는 전기·자기 신호는 뇌 내부 깊은 곳에서 어떤 전기적 활성화가

된 것이 두피에 투영된 정보이지만, 실제 전기적 변화가 일어나는 뇌 부위와 전극 사이의 뇌척수액, 머리뼈, 머리피부, 머리카락 등에 의해서 많은 잡음이 섞이게 되어 실제 전류원에 대한 정확한 정보는 알기 어렵다. 그리고 이때 얻어지는 신호의 경우에도 전극의 숫자에 영향을 받는다. 즉, 머리에 아무리 근접하여 전극을 설치한다고 하여도 전극들 사이에는 빈 공간이 형성되므로 정확한 자료를 얻기에는 문제점이 있다.

따라서, 뇌 내부 깊은 곳에서 실제적으로 활성화되는 곳이 어디인지, 그 전기신호/자기신호가 어떠한 특징을 가지고 있는가에 대하여 연구의 필요성이 제기되었으며, 이러한 연구를 뇌 신호원 국소화(Source localization)라고 한다. 뇌파의 전기적 신호에 의하여 형성되는 전류밀도에 대한 3차원적인 접근방식으로 데이터를 처리하는 방법 중의 하나로서 뇌 신호원 국소화를 위한 알고리즘인 LORETA(Low-resolution electromagnetic tomography)가 있다. LORETA는 신호원 강도의 2차 미분값인 라플라시안을 이용하여 모델함을 만든 것으로, 인근의 신호원들이 비슷한 강도를 가지는 경향을 가지게 하여 연속적인 전류밀도분포를 재구성할 수 있도록 한다. 즉, 두피로부터 측정된 전기적 신호 분포에서 LORETA는 특정 뇌파 주파수 밴드에 대한 전류 밀도의 3차원적인 분포를 계산하는 것이다[27].

LORETA는 Pascal-Margui 등[22,24]이 제안한 이후, 인지과정 연구[26,28]를 비롯해 시각 또는 청각 자극에 대한 피질의 활성 반응에 관한 연구[22,15,