

# 문자감각인지와 관련된 뇌영역에 대한 연구 : 문자인지와 관련된 감각과정에 대한 기능적 뇌자기공명영상 연구

。 김광기, 우성호, 이경민  
서울대학교 인지과학 협동과정

## Brain Areas involved in graphaesthesia : Tactile sensation to letter recognition

Kwang-Ki Kim, Sung-Ho Woo, Kyoung-Min Lee  
Program of Cognitive Science, Seoul National University

### 요 약

신경과 의사들은 실제 임상에서 환자들에게 대뇌피질감각의 이상 여부를 알기 위해 손바닥에 숫자나 문자를 쓰게 하여 알아 맞추게 하는 검사를 시행한다. 손바닥에 쓰여진 문자나 숫자를 인식하기 위해서는 몇 가지 단계의 인지과정이 필요할 것으로 생각된다. 첫번째로 손바닥에 닿는 감각을 인지해야 하고, 다음 단계로 이감각들을 시공간적으로 통합하는 과정이 필요할 것이고, 이러한 정보들을 유지하면서 마지막 단계로 우리 머리속에 있는 문자와 일치시키는 과정이 필요할 것이다. 본 연구에서는 위와 같은 가설 아래 각각에 해당할 수 있는 뇌영역을 밝히기 위해 기능적 뇌자기공명영상을 이용하였다.

손바닥의 일차적 감각을 인지하는 데는 일차감각영역이 활성화 되었고, 이차감각영역의 활성화는 감각들의 시공간적 통합과 관련될 것으로 생각되었으며, 이것들을 유지하는 것은 작업기억의 하부구조인 시공간 그림판과 관련되는 영역이며, 문자를 일치시키는 과정은 브로카영역 부근의 활성화와 관련되는 것으로 생각되었다.

위의 가설에 대한 추가검증 및 실제로 일어나는 인지과정에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

### 1. 서론

신경과 의사들은 신경학적 검사의 일부로서 문자 감각실인증 검사를 시행한다. 이것은 환자의 손바닥에 검사자의 손가락으로 문자 혹은 숫자를 써서 환자가 이것을 보지 않고 알아 맞추게 하는 것이다.

정상인이 손바닥에 쓰인 문자나 숫자를 인식하는 데는 단순감각인지 이상의 인지과정이 필요할 것으로 생각할 수 있다.

먼저 손바닥에 닿는 일차적인 감각을 인지해야 할 것이고, 그 다음 단계로 이 감각들을 시공간적으로 통합하는 과정과 이 정보를 유지하고, 이것을 뇌에 담겨진 기존의 문자 정보와 일치시키는 과정까지가 필요할 것으로 가정할 수 있다.

이러한 가설을 검증하기 위해서 뇌자기 공명영상법을 이용하여 단순 감각 자극시와 문자 자극시에

각각 활성화되는 뇌영역을 비교하여 보았다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 피험자

열명의 오른손잡이 정상인(남자 6명 여자 4명)에게서 시행되었다. 피험자들의 연령은 22세부터 28세까지(평균 24.3± 2.0 세)로 모두 신경학적으로 정상이었다.

## 2.2 자극방법

2가지의 자극을 시행하였다. 먼저 단순감각자극으로 수세미로 손바닥을 문지르는 자극이었고, 문자자극은 검사자가 손가락으로 피험자의 손바닥에 한글이나, 숫자를 쓰는 자극이었다.

기저상태, 단순자극, 문자자극의 3가지 시기로 구분되었고, 각 시기의 시간은 21초였다.

1회의 시행에 기저상태-단순자극-문자자극의 순으로 5번이 반복 되었고, 좌우측 손 각각 1회의 시행을 하였다.

## 2.3 영상획득 및 분석

1.5 테슬라 의 자기공명영상 촬영기 (General Electric, Milwaukee, USA) 를 이용하여 T2\* 강조영상을 얻었다. AC-PC(anteior commissure - posterior commissure)평면과 평행하게 20개의 영상면을 맞추고 촬영하였다. 영상획득을 위해 설정한 변수들은 다음과 같았다. Interleaved gradient echo single shot EPI, TR 3000ms, TE 60ms, flip angle 90도, slice thickness 5.0mm, number of slices 20 with no separation, matrix 64X64, field of view 24cm.

SPM 99(Wellcome Department of Cognitive Neurology, University College London)를 이용하여 3차원적 위치를 재정렬하고, Talairach and Tournoux (1988) atlas에 표준화(normalization) 하였다.활성화 양상은 4가지 대비조건 ( 대비조건 1: 단순자극 -기저상태, 대비조건 2: 문자자극-기저상태, 대비조건 3: 문자자극-단순자극, 대비조건 4: 우측 문자자극- 좌측 문자자극)으로 나누었고 SPM 99 를 이용하여 통계처리 하였다..

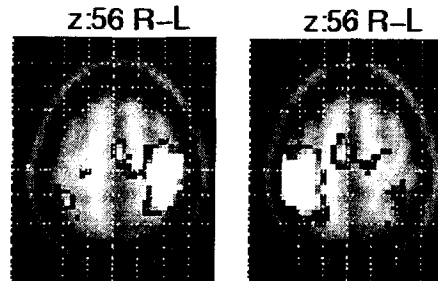
## 3. 결과

대비조건 1인 단순자극과 기저상태의 비교에서는 자극 받는 손의 반대편 일차감각영역이 활성화 되는 것으로 관찰되었다(그림 1).

문자자극과 기저상태의 비교에서는 자극 받는 손의 반대편 일차감각영역과 양측 전두엽, 두정엽, 상측두이랑(superior temporal gyrus)의 활성화가 관찰되었다

대비조건 3인 문자자극과 단순자극의 비교에 의한 뇌의 활성화 영역은 그림 2에서처럼 양측 전두엽, 두정엽, 양측 상측두이랑의 활성화가 관찰된다.

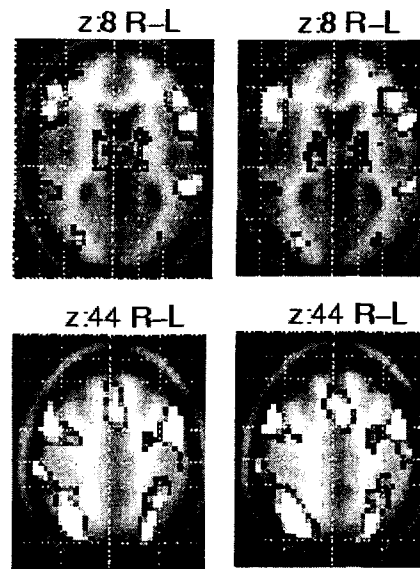
그림1. 단순자극에 의한 활성화



우측 손 자극

좌측 손 자극

그림2. 문자자극에 의한 활성화 (문자자극-단순자극)

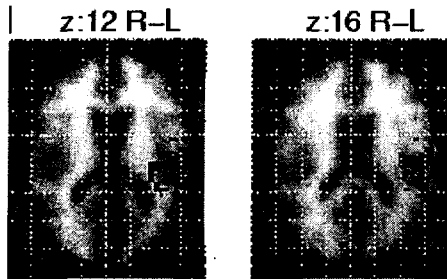


우측 손 자극

좌측 손 자극

좌우측 손의 문자자극을 비교했을 때는 우측 상측두이랑을 포함하는 측두엽은 좌우측 손의 자극시 모두 활성화 되었으나, 좌측 상측두이랑 영역은 우측 손 자극시에만 활성화되는 것을 알수 있었다 (그림 3).

그림3. 좌우측 손의 문자자극시의 비교



Rt hand graphic > Lt hand graphic

#### 4. 고찰

단순감각자극과 문자감각자극 모두에서 일차 감각영역의 활성화가 관찰되었다. 문자감각자극에서는 단순감각자극에서는 활성화 되지 않는 여러 영역의 활성화가 관찰되었다. 우선 양측 상측두이랑의 활성화가 관찰되었는데, 이것은 이차감각영역이 포함된 부분으로 단순감각자극을 시공간적으로 통합하는데 관련되는 것으로 생각할 수 있고, 특히 우측의 상측두이랑의 활성화는 양측 손의 자극 모두에서 관찰되어서 우측반구가 시공간적인 정보통합에 있어서 중요한 우성이라는 것을 시사한다고 볼 수 있다. 또한 전두엽중 전전두피질 영역의 활성화가 관찰되었는데 이 영역은 작업기억중 시공간적 기억을 담당하는 하부구조인 시공간그림판(visuospatial sketch pad) 과 관련된 영역으로 생각되고, 이 부분이 시공간적으로 통합된 감각자극의 정보들을 유지시키는 역할을 하는 것으로 생각된다. 좌측 하전두이랑(inferior frontal gyrus) 부위의 활성화는 이렇게 가공된 정보들을 대뇌에 저장된 문자 정보와 일치시키는 역할을 하는 것으로 생각할 수 있다.

위에서 살펴 본 것처럼 서론에서 가정한 각각의 과정들을 처리하는 것처럼 보이는 각각의 대뇌영역들이 활성화 되는 것을 관찰할 수 있었다. 하지만, 이외에 전운동영역(premotor area) 과 다른 전전두영역(prefrontal area)의 활성화도 관찰되어 이부위의 활성화가 다른 개념적인 혹은 언어적인 과정과 관련되는 것이 아닌지에 대한 연구가 더 필요할 것이라고 생각된다.

#### 참고 문헌

- [1] Caselli R.J., "Ventrolateral and dorsomedial somatosensory association cortex damage produces distinct somesthetic syndromes in humans," *Neurology*, Vol 43, pp.762-771, April, 1993
- [2] Nystrom L.E., Braver T.S., Sabb F.W., Delgado M.R., Noll D.C., and Cohen J.D. "Working memory for letters, shapes, and locations: fMRI evidence against stimulus-based regional organization in human prefrontal cortex," *Neuroimage*, Vol 11, pp.424-446, May, 2000.
- [3] McCarthy G., Blamire A.M., Puce A., Nobre A.C., Bloch G., Hyder F., Goldman-Rakic P., and Shulman R.G. "Functional magnetic resonance imaging of human prefrontal cortex activation during a spatial working memory task," *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol 91, pp.8690-8694, August, 1994.
- [4] Ginsberg, Yoshi F., Vibulsresth S., Chang J.Y., Duara R., Barker W.W., Boothe T.E. "Human task-specific somatosensory activation", *Neurology*, Vol 34, pp.1301-1308, August, 1987.
- [5] Caselli R.J. "Tactile agnosia and disorders of tactile perception", in Feinberg T.E. and Farah M.J.(eds): *Behavioral Neurology and Neuropsychology* McGraw-Hill, pp. 267-276, 1997
- [6] Reed C.L., Caselli R.J. "The nature of tactile agnosia: A case study", *Neuropsychologia* Vol 32, pp.527-539, May, 1994
- [7] Garcha H.S., Ettliger G. "The effects of unilateral or bilateral removals of the second somatosensory cortex (area SII): A profound tactile disorder in monkeys", *Cortex*, Vol 14, pp.319-326, September, 1978
- [8] Warrington E.K., Taylor A.M. "The contribution of the right parietal lobe to object recognition", *Cortex*, Vol 9, pp.152-164, June, 1973.