

# 의미론적인 단순화된 그림 및 표의문자를 인지하는 과정에 대한 fMRI 연구

윤효운<sup>1</sup> · 김경환<sup>2,3</sup> · 이성이<sup>2</sup> · 송명성<sup>1</sup> · 권민정<sup>2</sup> · 정준영<sup>2</sup> · 박현욱<sup>1,2</sup>

문자와 그림을 인식하는데 있어 인식패턴의 반구차이는 인지심리학적으로 널리 연구되어왔고 또 증명되어졌다. 일반적으로 그림을 인식하는 있어서는 우반구 우세를 문자를 인식하는 있어서는 좌반구 우세를 이야기 하는데 본 논문에서는 그 사실을 바탕으로 fMRI 연구를 진행하였다. 동양 문화권에서 문자로 사용되고 있는 한자 역시 그림으로 인식한다는 견해가 있다는 것이다. 한자의 인지가 좌반구 또는 우반구 우세라는 엇갈린 견해들이 있다. 그래서 본 논문에서는 한자와 그림의 인식패턴에 대한 반구차이 및 활성화되는 두뇌의 영역을 규명하기 위해 비교 실험하였다. 자극으로 사용되어진 그림은 한자와 동일한 의미를 가진 단순화된 것이다. 실험 디자인은 일반적으로 사용되는 블록디자인을 사용하였고 SPM을 사용하여 분석하였다. 결론으로 한자와 그림 인식 패턴 모두 반구우세성을 이야기할 할 경우 시각영역인 후두엽 및 측두엽 부분에서는 우반구 우세가 보이지만 일반적으로 반구우세성을 이야기하기는 무리가 있는 것 같다.

## 서 론

인간에게 있어 언어는 사회적 활동이라는 관점에서 뿐 아니라 개개인의 사고나 인격을 형성하는 구심점이다. 또한, 의식(Consciousness)의 형성과도 밀접한 관련이 있다 (1). 의식이라는 것에 대한 신경과학적인 정의나 해석이 아직까지 이루어지지 않고는 있지만 가장 기본적인 단계의 의식수준보다 한 단계 더 높은 의식수준에서 언어가 중추적 역할을 한다는 사실은 여러 학자들 사이에서 큰 이견이 없는 것 같다 (2). 언어와 뇌의 관계에 대한 연구의 역사는 100년이 넘는데 대다수의 연구가 일시적 혹은 영구적인 뇌기능 장애, 뇌손상(lesion)과 연관되는 언어기능들의 장애와 그에 해당하는 뇌영역을 관찰하는 데 중점을 두었다. 이러한 연구결과들이 현대의 관점에서 보았을 때 정확하게 뇌와 언어의 관계를 이야기해주지는 못하지만 사용되었던 실험 방법들은 현대에서도 응용이 가능한 부분들이다. 또한 이러한 연구결과로 유추된 유사한 사고방식은 신경과학자들에게 정확하지는 않지만 커다란 범주 또는 모듈(a large-module

conceptualization)로서 기능적인 뇌의 자연과학적 접근을 엄청나게 도와주었다고 볼 수 있다. 커다란 모듈로 기능적 뇌를 판단함으로써 인하여 현대의 뇌 및 언어연구자들은 브로카, 베르니케 영역 같은 뇌의 부위가 언어와 밀접한 관련이 있다는 사실을 알고서 연구를 출발시킬 수 있게 되었다. 이러한 큰 모듈을 시작으로 삼아 시작한 연구들을 바탕으로 현재의 연구는 브로카 영역 중에서도 IFG(Inferior Frontal Gyri)등과 같은 구체적인 두뇌의 영역까지 언어의 기능과 어떤 관계가 있는지를 밝히는 단계에까지 이르게 되었다 (3).

언어를 행동학적 측면에서 연구하는 방법은 크게 음성언어를 대상으로 삼는 것과 문자언어를 대상으로 삼는 두 가지 방법이 있는데, 일반적으로 음성언어는 자극의 통제가 어렵고 그의 해석이 용이하지 않다. 이러한 이유로 언어를 연구대상으로 할 경우 문자언어가 연구의 주류를 이루고 있다. 언어, 특히 문자를 대상으로 연구를 시작하는 경우 흥미 있는 것은 반구우세성(lateralization)이라고 말할 수 있다. 이것은 사실 대뇌 피질 특히, 신피질(neocortex)연구 부분에서 유추되는 것들인데 해부학적인 근거로나 다른 기능적인 근거들로 인해 좌, 우뇌가 조

### 대한자기공명과학회지 7:93-99(2003)

<sup>1</sup>한국과학기술원 뇌과학연구센터 fMRI 연구실

<sup>2</sup>한국과학기술원 전기전자공학과

<sup>3</sup>삼성종합기술원 HCI랩

\*과기부 고차뇌기능 과제 M1-0107-00-0016

접수 : 2003년 4월 9일, 채택 : 2003년 9월 22일

통신저자 : 윤효운, (305-701) 대전시 유성구 구성동 373-1, 한국과학기술원 뇌과학 연구센터 fMRI연구실

Tel. (042)869-8495 Fax. (042)869-8493 E-mail: hwyoon@fmri.re.kr

## 중요한 의

금씩 서로 다른 기능들을 포함하고 있다는 것이다. 뇌연구의 역사를 보면 앞에서 미리 언급했듯이 뇌손상 환자들의 데이터로부터 많은 것들을 추론하는데, 좌뇌(정확하게 손상된 영역은 환자마다 조금씩 다르지만)가 손상된 환자는 문자를 읽고 해석하는 언어적인 능력에서 정상인들과 현격한 차이를 보이고 우뇌(마찬가지로 정확한 영역은 차이가 있는)를 손상당한 환자들 같은 경우는 문자를 해독하고 이해하는 능력은 정상인들과 큰 차이를 보이지 않거나 행동검사시(behavioral test) 거의 동일한 양상을 보이지만 문자와 비슷한 의미를 가진 그림을 제시하거나 일반적인 사물들(objects)의 사진을 인지할 경우 그의 해석에 정상인들과는 확연하게 드러날 정도로 어려움을 느낀다. 그 외에 두뇌의 한중간에 위치한 corpus callosum이 손상된 split brain patient의 예나 neglect patient등의 예에서 도출하여 반구우세성과 그와 연관된 고등행동 기능들에 대한 설명들이 최근에는 가능하게 되었다. 예를 들면 시각적인 측면에서 문자나 언어의 철자 등은 좌뇌, 기하학적인 무늬나 얼굴들은 우뇌가 우세하고 청각적인 측면에서 언어와 연관된 소리들은 좌뇌, 그렇지 않은 소리들이나 음악 등은 우뇌가 우세하고, 감정적인 측면에서 좌뇌는 긍정적이거나 중립적인 감정을 느끼는 경우 우세하고 우뇌는 부정적이거나 우울한 감정을 느끼는 경우 우세하다고 하는 대체적인 설명들이 이루어지게 된다 (4).

이러한 인간의 고등행동 기능의 다양한 반구우세성이라는 흥미로운 결과들을 바탕으로 그림과 언어(문자)의 인지과정에 대한 서로 다른 반구(hemisphere) 우세 패턴은 인지심리학 분야에서 고전적인 방법으로 연구가 진행되어 왔고 최근에는 첨단 영상기술인 PET이나 fMRI를 이용해서도 널리 연구가 진행되고 있다. 먼저 고전적인 인지과학적인(psychophysics) 실험 방법에서는 문자(대부분의 경우 알파벳)와 그림 또는 사물의 사진 등의 인지에 대한 차이점을 조사했는데 일반적으로 visual hemifield presentation, 즉 가시영역 중 좌측이나 우측에만 자극을 제시하여 다른 쪽 영역을 인지하는 비중이 상대적으로 낮도록 하는 방법을 이용 반응시간 및 정확도 등에서 두 개의 다른 범주의 차이를 유추해 냄으로써 반구우세성을 증명하였다. 이러한 방법들로부터 도출해낸 것은 언어 인지측면에서 우세를 보이는 좌반구가 문자, 특히 알파벳등과 같은 표음문자의 인지에 우세한 현상을 보이고 그림이나 사물의 인지측면에서 우세를 보이는 우반구는 가설적으로 표의문자인 한자를 인지하는데 중추적인 역할을 담당한다는 것이다. 인지과학적인 실험방법으로 알파벳 등을 사용하는 서양언어의 인지실험이 이루어졌고 한자 등을 사용하는 중국, 일본 등의 언어를 대상으로도 동일한 가시영역 실험이 이루어지기도 하였다 (5). 표의문자의 인지과정에서 우반구 우세를 이야기하는 이유는 표의문자 특히, 우리가 상형문자라 부르는 것들이 상징화된 그림의 인지와 크게 다르지 않다는 전체에서 출발한다는 것이다. 하지만 현재까지 발표된 논문들을 보면 그와 꼭 일치하지는 않는다. 몇몇의 논문들 (6, 7)은 한자의 인지가 알파벳 언어의 인지와 별 차이가 없다고 말하고 여타의 논문들(5)은 한자의 우반구 우세를 주장한다. 한자

의 인지가 알파벳 등과 차이가 없다고 주장하는 논리는 결국 언어적인 논리인데 한자의 인지가 이미 시각적인 자극이라기보다는 의미를 가지는 언어적인 자극이라는데 기초한다. 차이가 존재한다고 주장하는 측의 논리는 당연히 시각적인 자극이라는 논리에서 출발한다고 정리할 수 있을 것이다.

이런 논란들 중에서 흥미로운 부분은 그림, 더구나 우리가 픽토그램이라 부르는 상징적인 그림과 한자를 직접 비교한 논문은 아직까지 찾아볼 수 없다는 점이다. 픽토그램이 가지는 특성은 (물론 인지심리학자들 사이에서 아직 논란의 소지는 있지만) 사물을 직접 표현하는데 중점을 둔 것이 아니라 그의 의미를 전달하는데 의미를 둔 그림이라는 점이다. 즉, 한자 등과 같은 문자의 처음 출발과 유사한 형태를 가진다고 보는 가설에서 출발한다. 그러므로 본 연구는 그에 대한 고찰에 기본을 두며 시작하고자 하는데, 만약 한자가 그림등과 비슷한 인지패턴을 보인다면 우뇌, 그렇지 않다면 좌뇌에 인지하는 패턴의 우세성이 보이게 될 것이다. 그와 더불어 시각중추가 위치하고 있는 후두엽 부분의 활성화와 여타 다른 부분의 활성화에 대한 비교도 흥미 있게 지켜볼 수 있는 부분일 것이다.

## 대상 및 방법

열네명의 건강한 대학생들(7명의 남학생과 7명의 여학생, 평균연령: 21세, 표준편차: 1.5세)이 피험자로서 본 연구에 참여하였다. 실험 시작 전 그들은 신경정신과적 질병을 앓았거나 치료를 받았는지에 대한 여부와 정기적으로 약물을 복용하고 있는지에 대한 여부를 조사받았고 실험참여의 합당성이 인정되었을 경우 피험자로서 참여하였고 수당도 지급되었다.

본 실험의 자극으로 채택된 한자는 모두 명사들이며 특히 명확한 의미를 가지는 사물과 연관된 명사들이다. 추상명사는 배제되었다. 구체적으로 사용된 자극의 내용들을 살펴본다면 일반적으로 쓰이는 자극들인 동물의 이름이나 간단한 사물의 이름들과 그와 동일한 의미를 가지는 픽토그램이다. 예를 들면, 개나 고양이등과 같은 동물을 치칭하거나 집, 자동차등과 같은 사물을 치칭하는 구체적인 명사들이 사용되었다. 실험에 사용된 패러다임 혹은 실험 디자인은 전형적으로 fMRI실험에 사용되는 블록 디자인, box car 디자인, ABAB패러다임이라고 표현되는 디자인으로 진행되었다. 한 개의 한자가 자극으로 2초 동안 제시되고 그 이후 1초 동안 검은 화면이 제시되는데 이러한 과정이 여덟 번 반복되고 제시되는 여덟 개의 한자는 서로 다른 한자이다. 이와 같은 과정을 하나의 블록이라 부르는데 소요되는 시간은 24초이다. 실험전체에서 보면 한자를 제시하는 블록이 4개이고 픽토그램을 제시하는 블록도 4개인데 블록의 제시 순서는 무작위로 행해졌고 블록과 블록 사이에는 baseline이라고 하는 통제 가능한 조건들이 주어졌는데 2초 동안 응시점 십자가가 보이고 1초 동안 검은 화면이 보이는 것을 의미하는데 이 역시 여덟 번 반복되므로 소요시간은 자극이 제시되는 시간과 동일하다. 한 블록 내에 존재하는 자극의 숫자는 8개이고 4

번 반복되므로 전체 실험 중에서 개별 자극의 숫자는 32개이다.

피험자들은 실험이 시작되기 전 이러한 내용들에 대한 정보를 받게 되는데 그들에게는 응답을 할 수 있는 두 개의 button도 같이 주어졌다(물론, 응답 데이터는 차후 영상분석 과정에서는 배제되었다). 그들은 만약 실험 중에서 픽토그램 또는 한자 여부에 상관없이 의미론적으로 제시된 명사가 생물체를 지칭하면 오른쪽 button을 누르고 무생물을 지칭하면 왼쪽 button을 누르라는 지시를 받게 되었다. 이러한 응답들이 최대한 생각하지 않고 즉흥적으로 이루어져야 한다는 사실도 같이 주지되었다.

전체 실험 데이터는 3테슬라 세기를 가진 MR 기기(Oxford magnet, Varian console, 국내업체 ISOL 제작)를 통해 이루어졌고 Echo planar image sequence(EPI)가 사용되어졌고 각각 영상 슬라이스 두께는 4 mm이고 그 사이의 간격은 주어지지 않았다. 몇몇 다른 기술적인 데이터를 나열한다면; TR = 3 sec, TE = 35 ms, flip angle = 80, Field of View = 220 × 220 mm, acquisition matrix = 64 × 64. 30장의 axial 방향(머리위에서 밑으로의)의 슬라이스가 얻어졌다.

얻어진 데이터는 SPM99(Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK)라는 소프트웨어를 이용하여 분석되었다. 얻어진 데이터들은 일단 motion correction을 거치게 되는데 그 방법으로 첫 번째 블록에서 얻어졌던 데이터를 기준으로 교정이 이루어지게 된다. 그 이후 co-registration이라는 과정도 거치게 되는데 functional data를 얻기 전에 촬영되었던 해부학적 영상과 functional image의 mean값들을 같이 기록(registration)하는 과정이다. 표준뇌와 좌표 등을 일치시켜 주는 normalization과정도 거치게 되는데 이 과정을 통해 우리는 functional image의 해부학적인 위치를 알 수가 있게 된다. 마지막으로 얻어진 영상데이터들은 smoothing이라 불리는 과정을 거치게 되는데 이것은 수학적으로 full-width half-maximum(FWHM) gaussian filter(본실험시 10 mm)를 거쳐서 이루어지게 된다. 분석 시

사용되는 모든 contrast들은 hemodynamic response function (HRF)에 특성화된 디자인 matrix로부터 정의되어 계산된 SOA(stimulus onset asynchrony)에 의해 결정된다. 또한 데이터들은 GLM(general linear model)을 거쳐 모든 voxel들은 고유의 값을 가지게 된다. 결과물로 얻어진 voxel들의 값은 서로 통계적으로 비교되어져서 활성화된 영역을 결정하게 된다. 그룹 분석시 각 개인의 통계결과들은 random effect model을 통해 진행되었다. 통계적 계산에 사용된 contrast는 각각의 조건들에 대해 simple t-test를 이용하여 generate되었다. 일반적으로 이에 사용되는 통계적인 방법은 t-test이다. 활성화 영역을 정의하는 것은 p-value를 얼마를 주느냐에 따라 차이가 있는데 일반적으로  $p < 0.001$  정도(uncorrected) 또는  $p < 0.05$  (corrected)의 값을 사용하게 된다 (Fig. 1).

### 결 과

fMRI는 혈관내의 산소 변화량을 측정하는 것을 기본으로 한다. 이를 우리는 BOLD(Blood Oxygenation Level Dependency) 효과라 부르는데 이 BOLD효과를 통해 특정 부위가 활성화 되었다는 말은 그 부위에 산소공급이 다른 부위에 비해 많은 것 즉, 많은 에너지를 필요로 했다는 것이다. 실제로 혈류량의 변화를 시간적으로 표시하면 그러한 현상들을 실제적으로 관찰할 수 있다. 이러한 변화를 해부학적인 영상과 일치시켜 만든 것이 일반적인 fMRI 실험 결과가 보여주는 활성화된 뇌의 영상이다.

픽토그램과 baseline을 직접적으로 비교한 조건에서의 활성화 부위를 보면( $p < 0.001$ , uncorrected) 좌반구 후두엽(BA 19) 부분에서 강한 활성화가 이루어진 것을 볼 수 있다. 좌, 우 반구 모두 전두엽 부분인 BA 9 영역에서 이루어졌다는 것을 볼 수 있고 그와 더불어 역시 강하지는 않지만 temporo-occipital region인 BA 28 영역의 활성화를 관찰할 수 있다. 일반적으로 피험자가 픽토그램을 인지할 경우 시각중추(주로 후두엽 부분

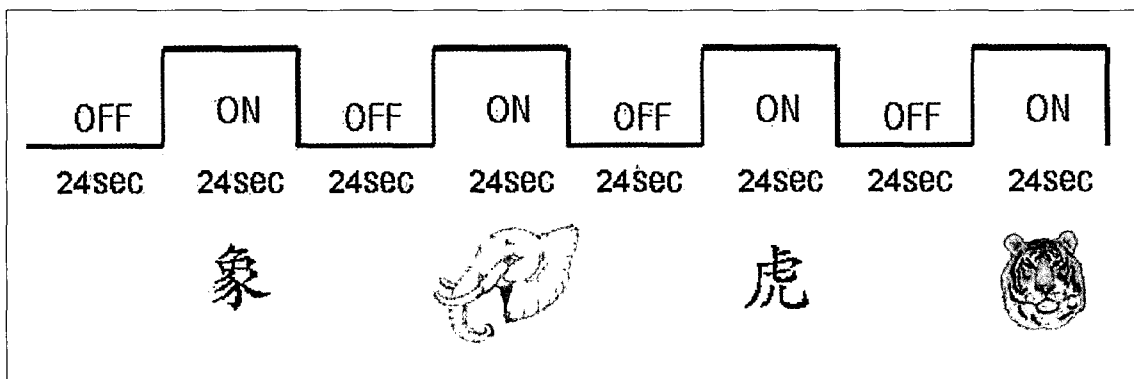


Fig. 1. A Scheme of the paradigm used for the experiment. A fixation cross was presented in OFF phase for 24 seconds long, and 8 pictograms and 8 Chinese character as stimuli were presented for ON phase for 2 seconds each, following a blank screen for 1 second.

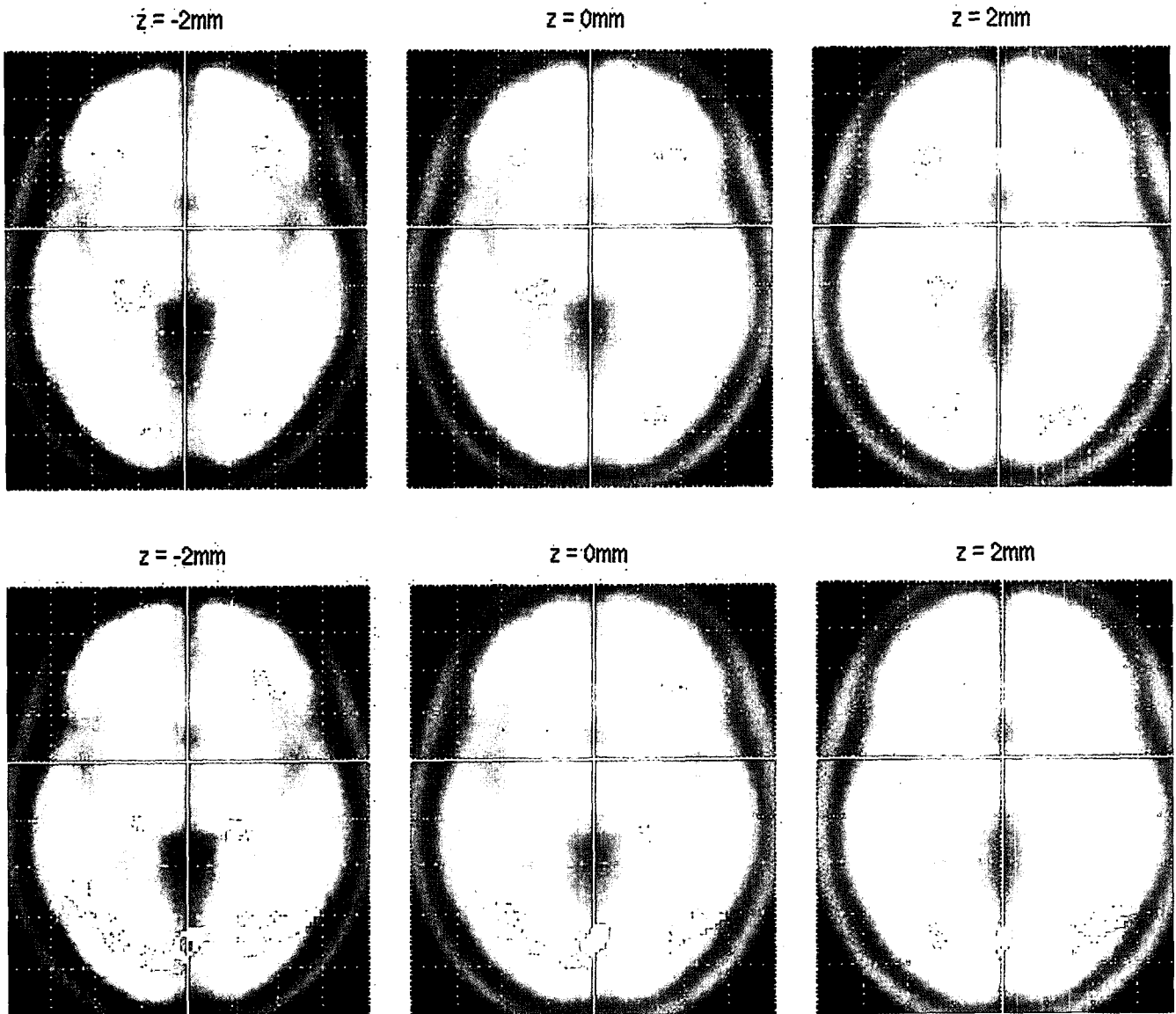
윤효운 외

에 집중되어 있는) 영역보다는 더 높은 단계의 즉, 전두엽으로  
까지 활성화 영역이 넓게 분포한다고 볼 수 있다.

한자와 baseline을 직접 비교한 실험 경우에 좌우반구의 모  
두에서 고차 시각영역(BA 19, 37)의 활성화를 관찰할 수가 있  
다. 또한 전두엽 부분에서도 좌우반구 모두의 활성화를 관찰할  
수 있다 (Table 1). 반구우세성을 시험하기 위해 각각 ROI의  
size of effect를 비교할 수 있는데 한자의 경우 후두엽 부분의  
고차시각영역에서 우반구 영역의 조금 강한 효과를 관찰할 수  
있고(0.59 vs. 0.83), 전두엽 부분에서는 그 반대로 좌반구 우  
세를 볼 수 있다(0.93 vs. 0.37). 픽토그램의 경우도 전두엽 부  
분에서는 좌반구의 우세성을 볼 수 있다(0.82 vs. 0.63)  
(Table 1) (Fig. 2).

**Table 1.** Activated brain regions for the condition of Chinese Characters and Pictograms compared to baseline condition (Indicated as Brodmann Area) at the  $p < 0.001$  (Uncorrected). All coordinates were standardized by talairach and Tournoux (15)

	Brodman Area	Side	Talairach coordinates	z-value
漢字	37	left	-48, -58, -10	6.1
	19	right	35, -74, -16	5.32
	9	left	-46, 16, 30	4.83
	47	right	36, 28, 4	4.78
픽토그램	19	left	-38, -62, -16	6.39
	9	left	-46, 18, 34	5.23
	9	right	52, 34, 34	4.66
	28	right	24, 6, -18	3.51



**Fig. 2.** Images of activated regions for the condition of Chinese characters (top) and pictograms (bottom) compared to baseline condition. The functional images were coregistered to the anatomical image, which presented axial.

## 고 찰

본 실험결과를 보면 한자와 픽토그램의 인지패턴 모두 우반구 보다는 좌반구, 특히 전두엽 부분의 경우, 우세 쪽에 무게가 실린다. 이 실험결과는 또한 과거 행하여 졌던 psychophysics 실험결과(5)와는 상이함을 보여준다. 하지만 이러한 결과들을 가지고 의미론적 언어의 인지과정에 대해 반구우세론으로 쉽게 결정내리기에는 미비한 부분이 존재한다. 그중 특히 흥미로운 부분은 픽토그램의 인지는 후두엽 중 고차시각영역인 Brodmann Area 19번등에서 활성화가 보여 졌다는 것이고 한자는 측두엽 부분인 Brodmann Area 37번등에서 활성화 된 것을 볼 수 있다. 두개의 조건 모두 공통적으로 전두엽 부분인 Brodmann Area 9번등의 활성화를 관찰할 수 있다. 물론 이러한 영역들이외에도 다른 부분들이 조금씩 활성화된 부분을 관찰할 수 있지만 peak activation이 형성된 영역은 위에서 언급한 Brodmann Area 19번, Brodmann Area 37번, Brodmann Area 9번 이라고 볼 수 있다.

일단 픽토그램을 인지할 시 활성화된 영역인(그중 제일 우세하게 나타난) BA 19 영역은 일반적으로 고차시각영역이라고 불리는 곳이다. BA 19 영역이 활성화되었다는 것은 시각 자극(단순한 무늬나 방향을 나타내는 적은 정보를 가진 자극이 아닌 의미론적으로 무엇인가를 더 많이 내포하고 있는 자극)이 일단 제1차 시각영역(primary visual cortex)을 정문(gateway)으로 삼아 더 고차 시각영역에 도달하여 자극에 대한 정보가 처리된다고 아주 거칠게 해석할 수 있다 (8). 여기에서 문제제기를 할 수 있는 부분은 본 영역이 픽토그램등과 비슷한 의미론적인 그림, 상징화된 무늬 등을 인지할 때 활성화되는 영역이라고 주장을 펼칠 수 있으면 좋을 것 같은데 사실 이 영역은 현재의 여타 다른 인지심리학적 연구나 최근의 fMRI, PET을 이용한 brain mapping연구 결과를 토대로 본다면 그렇지 않다고 할 수 있다.

본 영역의 역할에 대한 다른 연구결과들은 이곳을 물체, 사물, 또는 인간의 사회적 행동에서 무척이나 중요한 형태인식 및 얼굴인식 영역이라고 말한다. fMRI라는 기술이 산소변화량을 기준으로 하는 BOLD 효과를 바탕으로 활성화 영역을 측정하기에 지칭된 영역 내에서 자극들 각각에 대한 정체성(identity)을 밝힐 수는 없지만 넓은 의미에서 본다면 본 실험의 결과에서도 나타난 것처럼 고차시각영역 활성화의 전반적인 패턴은 의미(semantic interference)를 내포한 문자이외의 자극의 인지와 정보처리를 담당한다고 가설을 세울 수 있을 것이다 (9, 10). 또한 본 실험과는 직접적으로 관련은 없지만 BA 37은 기억 즉, 어떠한 형태의 자극을 인지하고 난 이후 그것을 다시 retrieval할 때 한 역할을 담당하는 영역이다. 이 영역이 흥미 있는 것은 언어적인 기억을 담당한다고 하기보다는 사물이나 공간적이고 기하학적인 무늬, 그림등과 같은 상징화된 것들의 기억에 더 큰 역할을 담당하고 있는 부분이기 때문이다 (11).

실험 전 세웠던 가설은 픽토그램을 인지할 경우 후두엽 부분의 활성화나 parahippocampal area의 활성화를 기대했었는데 그러한 가설은 거절되어야 할 것 같다. 이미 널리 알려진 바와 같이 parahippocampal area는 기억과 크게 관련이 있는데 BA 37처럼 retrieval하는 것 뿐 아니라 encoding하는데도 영향을 미친다는데 기인한다. 하지만, 본 실험의 결과에서는 추측하건데 이 부분의 활성화가 약하게 형성되었다고 해석되어질 것 같다(9).

다음으로 한자의 인지에 대한 설명은 가설에서 픽토그램의 인지와 유사할 것이라고 출발했지만 본 실험의 결과를 놓고 보면 좀 다른 관점에서 접근해야 할 것 같다. 물론, 본 실험을 계획할 때 의도적으로 추상명사 등을 배제한 것은 한자가 가지는 고등 언어적인 성격을 배제하고자 하는 의도였는데 우반구이기는 하지만 전두엽 부분의 활성화(BA 9)는 그런 의도와는 조금 벗어난 결과라고 해석될 듯 하다. 현재까지의 fMRI나 PET을 이용한 실험결과들에서 한자의 인지에 대한 논제들은 여러 가지가 있다. 일단, 한자의 인지도 언어의 인지라는 측면 하에 좌반구 우세로 보는 이론과 우반구 또는 반구에 상관없이 어떠한 의미론적 한자를 사용하여 실험하느냐에 따라 후두엽, 또는 측두엽부터 전두엽까지이냐가 결정되어진다는 논제가 있다 (12). 본 실험결과는 일단 반구우세론보다는 위처럼 쪽으로 기울어져서 해석되어야 할 것 같은데 그 이유는 어느 정도 시각적인 영역 또는 그와 관계하는 영역들인 후두엽이나 측두엽보다는 전두엽 부분에서의 많은 활성화 때문에 그러하다. 물론, 우반구의 우세가 보이기도 하고 그것이 객관적인 자료이기는 하지만 인지 자체에 관한 반구우세를 이야기하기에는 너무나 고차영역의 활성화인 것 같다 (13).

두 개의 실험결과들을 정리하자면 먼저 픽토그램의 인지 과정에 대한 뇌영역 활성화 데이터를 놓고 볼 때 좌반구보다 우반구가 그의 인지과정에 우세하게 작용한 것에 대한 증명은 실패했다고 볼 수 있다 (14). 한자의 인지에 대한 반구우세는 본 실험의 결과를 가지고는 선불리 결론을 내릴 수 없을 것 같다. 후두엽 부분의 활성화 경우 우반구 부분의 우세가 보이기는 하지만 전두엽 부분에서는 그 반대의 결과를 보인다. 이러한 두 가지 사실은 알파벳등과 같은 문자의 인지와 구별되는 부분이기도 하다. 이와 더불어 더 한걸음 나아가 약간은 도박적인 가설을 세워 논제를 펼친다면 한자의 인지는 좀더 복잡한 과정을 내포하고 있다고 해석되어야 할 것 같다. 왜냐하면 전두엽 부분은 생각, 사고등과 고등인지 기능을 담당한다고 여겨져 왔기 때문이다. 결국 이 이야기를 다시 한번 풀어서 설명한다면 한국인을 대상으로 한자를 가지고 실험을 하였을 경우 모국어인 한글이나 쉬운 그림문자 보다는 한자의 인지와 그에 대한 반응이 조금 더 생각 등의 복잡한 기능을 필요로 하였다고 결론지을 수 있을 것이다. 더구나 피험자 집단이 한국인들에 있어 한자에 익숙한 세대가 아니라 젊은 대학생들을 상대로(비록 무척 쉬운 한자를 택하기는 했지만) 실험을 진행한 것이라 그에 따른 효과도 배제할 수 없는 부분이라고 여겨진다.

## 유효한 의

그림과 언어, 상징화된 심벌, 사물의 인지와 뇌의 작용에 관한 연구는 이미 오래전부터 진행되어왔고 많은 부분이 밝혀졌지만 대부분 서양언어의 인지에 관한 연구들이다. 앞으로 동양 언어의 주를 이루고 있는 한자와 한문의 인지, 그의 언어적 특성, 그리고 현대 사회로 이전되면서 서양언어와 뒤섞인 언어의 인지 과정과 뇌활동의 상관관계를 밝히는 것은 아주 흥미 있는 향후의 연구주제가 될 것이다.

## 결론

본 실험의 결과는 한자와 그림 인식패턴의 반구우세성을 증명하는 것은 성공하지 못하였다. 흥미 있는 사실은 한자 인식의 경위 low level인 시각영역의 경우 우반구 우세적인 활성화를 보였고, high level인 전두엽의 경우 좌반구 우세성을 보였다는 것이다. 그림의 인식패턴은 우세성을 이야기할 수 없는 결과를 보여주었다. 향후의 연구들이 이에 대한 좀 더 명확한 기작들을 설명할 수 있으리라 본다.

## 참고 문헌

1. Damasio AR. Investigating the biology of consciousness. 1998, Phil. Trans. R. Soc. Lond. 353, 1879-1882
2. Damasio AR. The feeling of what happens. 1999, Harcourt Brace & Company, New York
3. Bookheimer S. Functional MRI of language: New approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. 2002, Annu. Rev. Neurosci., 25:151-88
4. Previc FH. A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization. 1991, Psych. Rev., 98:299-334
5. Tzeng OJL, Hung DL, Cotton B, Wang WS-Y. Visual lateralisation effect in reading chinese characters. 1979, Nature, 282:499-501
6. Tan LH, Feng C-M, Fox PT, Gao J-H. An fMRI study with written chinese. 2001, Neuroreport, 12:83-88
7. Katanoda K, Yoshikawa K, Sughishita M. A functional MRI Study on the neural substrates for writing. 2001, Human Brain Mapping, 13:34-42
8. Aguirre GK, Singh R, D' Esposito M. Stimulus inversion and the responses of face and object-sensitive cortical areas. 1999, Neuroreport, 10:189-194
9. Leube D, Erb M, Grodd W, Bartels M, Kircher TTJ. Differential activation in parahippocampal and prefrontal cortex during word and face encoding tasks. 2001, Neuroreport, 12:2773-77
10. Gallagher HL, Happe F, Brunswick N, Fletcher PC, Frith U, Frith CD. Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of 'theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. 2000, Neuropsychologia, 38:11-21
11. Cabeza R & Nyberg L. Imaging Cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. 2000, Journal of Cognitive Neuroscience, 12:1-47
12. Kuo W-J, Yeh T-C, Duann J-R, Wu Y-T, Ho L-T, Hung D, Tzeng OJ, Hsieh J-C, A left-lateralized network for reading Chinese words: a 3T fMRI study. 2001, Neuroreport, 12:3997-4001
13. de Zubicaray GI, Wilson SJ, McMahon KL, Mutiah S. The semantic interference Effect in the Picture-Word Paradigm: An Event-Related fMRI study employing overt responses. 2001, Human Brain Mapping, 14:218-227
14. Leube D, Erb M, Grodd W, Bartels M, Kircher TTJ. Activation of right fronto-temporal cortex characterizes the 'living' category in semantic processing. 2001, Cognitive Brain Research, 12:425-430
15. Talairach J & Tournoux P. Co-planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain 1988. Georg Thieme Verlag: Stuttgart.

## Functional MRI Study on Perceiving Orthographic Structure and Simplified Semantic Pictures

Hyo Woon Yoon<sup>1</sup>, Kyung Hwan Kim<sup>1,3</sup>, Sung Ki Lee<sup>2</sup>, Myung Sung Song<sup>1</sup>,  
Min Jung Kwon<sup>2</sup>, Jun Young Chung<sup>2</sup>, Hyun Wook Park<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>fMRI laboratory, Korean Advanced Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Electrical Engineering, Korean Advanced Institute of Science and Technology

<sup>3</sup>Human-computer Interaction laboratory, Samsung Advanced Institute of Technology

The different perceiving patterns of each picture, alphabetic words and Chinese characters, were widely investigated psychophysically. The more precise localisation can be done in terms of brain activity using functional image technique such as PET and fMRI recently. Until now, there was no fMRI study to make direct comparison between perception of single Chinese character and simplified pictures (pictograph). We have made direct comparison of these two components using modern magnetic resonance techniques. We cannot confirm the right hemispheric dominance for perception of single Chinese character and pictographs. These two kinds of perceiving pattern can be underlying different mechanism.

**Index words :** fMRI (functional magnetic resonance imaging)  
Pictograph  
Lateralisation

Address reprint requests to : Hyo Woon Yoon, fMRI laboratory, Korean Advanced Institute of Science and Technology,  
#373-1 Kuseongdong, Yuseong-gu, 305-701 Daejeon, Korea.  
Tel. 82-42-869-8495 Fax. 82-42-869-8493 E-mail: hwoon@fmri.re.kr