

# fMRI에 나타난 모국어와 외국어로서의 한국문자와 중국문자의 차이<sup>1</sup>

이동훈\*, 이홍재\*, 문찬홍\*, 유재욱\*\*, 남기춘\*

\*고려대학교 심리학과, \*\*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 영상의학과

## Two Languages in One Brain Shown by fMRI: Orthography Specific Effects in L2

Donghoon Lee\* Hongjae Lee\*, Chanhong Moon\*\*, Jaecook Ryu\*\*, Kichun Nam\*

\*Dept. of Psychology, Korea University, \*\* Dept. of Radiology, Samsung Medical Center, School of Medicine, Sungkyunkwan University

### 요 약

본 연구는 문자 규칙 심층성이 다른 문자체계인 한국어와 중국어의 차이가 이중언어화자의 모국어 처리와 외국어 처리에서 각각 어떤 대뇌 활성화의 차이를 가져오는지 fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging)를 이용하여 살펴보았다. 중국어(L1)-한국어(L2) 이중언어화자 및 한국어(L1)-중국어(L2) 이중언어화자를 제 2언어 습득시기에 따라 초기 및 후기 이중언어화자로 구분하여 모국어 차이와 습득시기에 따른 영향을 알아보았다. 실험 1에서는 어휘 판단 과제(lexical decision task)를 실시하였고, 실험 2에서는 의미 판단 과제(semantic decision task)를 각각 실시하였다. 어휘판단과제를 사용한 실험 1의 결과는 음운처리와 관련된 좌반구 SMG(supramarginal gyrus), 하두정소엽(inferior parietal lobule, BA 39, 40)에서 중국어-한국어 초기 및 후기이중언어화자의 경우, 한국어 조건에서 보다 많은 활성화를 보였으나, 한국어-중국어 화자의 경우 활성화가 나타나지 않았다. 철자처리에 관련된 방추상회(fusiform gyrus, BA 37, 19) 영역에서는 중국어-한국어 화자뿐만 아니라, 한국어-중국어 이중언어화자의 경우도 중국어 조건에서 보다 많은 활성화를 보였다. 실험 2에서 사용한 의미판단과제의 경우, 중국어-한국어 이중언어화자의 경우 어휘판단과제를 사용한 실험 1의 결과에서 보고된 한국어 특징적인 반응, 즉 SMG영역에서의 활성화의 증가가 실험 2에서는 나타나지 않았다. 그러나 한국어-중국어 이중언어화자의 경우, 실험 1에서 나타난 것과 같이 철자처리 혹은 의미처리와도 관련된다고 보고되는 방추상회(fusiform gyrus)등의 영역 유의미한 차이를 나타냈다. 이는 어휘판단과제와 의미판단과제가 유도하는 뇌 활성화 양상이 다름을 시사한다.

종합해 볼 때, 이중언어화자의 뇌 영상 연구에서 어휘수준에서는 거의 공통적인 활성화를 보인다는 개략적 수준의 연구 결과를 넘어, 음운처리 및 철자처리와 같은 어휘접근 수준에서는 이중언어화자들의 뇌 활성화가 다르게 일어남을 보여주고 있다. 따라서 이중언어화자의 뇌 기전을 밝히기 위해서도 보다 개략적 수준을 넘어 언어처리의 세부적인 수준에 따른 접근이 필요함을 시사한다

### 1. 서론

인간의 정신과 언어, 인지 등을 연구하는 학문적 영역에서는 한 가지 이상의 언어 구사하는 것을 오랫동안 다소 예외적인 측면으로 생각하였으며,

주로 단일 언어를 구사하는 사람을 표준으로 하는 연구들이 진행되어 왔다. 그러나 앞서 주지한 바와 같이 외국어 교육과 학습에 대한 연구의 필요성이 증대되었으며, 한 가지 이상의 언어를 구사하는 사람들이 대폭 증가하여 두 언어를 구사하는 것이 이제는 예외적인 측면에서 벗어나, 보다 일반적인 현상으로 고려되고 있으며, 이에 따라 많은 연구자들이 이중언어화자에 대한 연구에 주목하고 있다.

<sup>1</sup> 본 연구는 한국과학재단 특정목적기초연구(R01-2000-00407)지원으로 수행되었음.

이중언어화자의 대뇌 언어표상에 대한 연구는 초기에 뇌 손상 환자를 통한 해리(dissociation) 혹은 이중해리(double dissociation) 현상을 통한 접근이 주를 이루었다. 초기에는 뇌 손상 후, 언어장애를 회복하는 과정에서 모국어를 구사하는데 장애를 보이지만, 외국어를 구사하는 것은 어려움 없이 가능한 사례가 있는가 하면, 그 반대의 경우 외국어 구사하는 것은 장애가 있는 반면, 모국어를 구사하는 것은 장애가 없는 사례가 보고됨에 따라 모국어를 담당하는 뇌 영역과 외국어를 담당하는 뇌 영역은 분리되어 있다고 생각하였다[4].

그러나 19세기 후반, Pitres(1895)를 비롯한 여러 신경학자들은 뇌 손상 후 언어장애에서 회복하지 못하는 것이 그 언어를 잃어버린 것에 기인한 것이 아니라, 뇌 손상 영역에 의한 병소 생리적 방해 효과에 따른 것이라 주장하였다. 따라서 이라고 주장하였다. Pitres(1895)의 이러한 주장은 현대 이중언어화자의 뇌 기전을 연구하는 대부분의 연구 결과에 큰 영향을 미쳤다[11].

Paradis(1977, 1989, 1998, 2001)는 다중언어화자의 실어증 연구에서 서로 다른 회복패턴을 계속 보고하면서, 하나의 언어에 대한 손상은 그 언어를 담당하는 신경 구조물의 물리적 손상에 기인한 것이 아니라 방해효과의 증가, 활성 역치의 상승 등에 기인한 언어 시스템 자체의 약화 때문이라고 설명하면서 Pitres(1895)의 주장을 지지하였다. 그러나 뇌 손상 후 회복단계를 지나서도 지속적으로 하나의 언어 사용에만 선택적으로 손상을 보이는 사례는(Fabbro *et al.* 1997; Fabbro, 1999, Fabbro, 2001) 대뇌 피질 및 피질하 구조물의 물리적 손상이 언어 특정한 영향을 미칠 수 있음을 보였다.

뇌 손상 환자를 통한 접근은 이중언어화자의 뇌기전에 대해 여러 가지 논의를 이끌어 내었지만, 동일사례의 부족 및 뇌 손상 환자를 통한 정상인의 정신 과정에 대한 적용은 한계가 있어 보인다. 이에 뇌를 연구하는 학자들은 정상인을 대상으로 한 실험을 발전시켰다. 이중언어화자의 대뇌 언어 처리에 대한 실험적 접근은 1970년대 Ojemann등의 전기자극법에 의해 처음으로 시도되었다. Ojemann 등은 간질환자의 대뇌 일부 조직 제거를 위한 외과 수술을 위해 국소마취를 한 후, 일정 언어 과제를 환자가 실시하는 동안 대뇌 피질에 전기적 자극을 주어 과제 수행에 영향을 미치는 가를 알아 보았다. 환자는 시각적으로 주어지는 자극의 이름을 두 언어로 말하는 과제를 수행하였는데, 전기적 자극을 받은 일부 영역은 두 언어 조건 모두 영향을 미치고, 일부 영역은 한 언어에서 보다 많은 방해 일으켰으며, 또한 일부 영역은 한 언어에서는 방해를 미치지 않지만 다른 하나의 언어에는 전혀 영향을 미치지 않는 것을 볼 수 있었다(Ojemann & Whitaker, 1978; Rapport *et al.*, 1989). 그러나

Ojemann등의 연구는 윤리적 문제 등으로 인해 많은 실험적인 증거를 제시하지 못하였고, 사례 수의 부족 및 자극을 뇌 영역의 위치의 부정확함 등으로 비판을 받았다.

1990년대 들어서 양성자 방출 촬영법(positron emission tomography; PET)과 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging; fMRI)과 같은 대뇌 기능을 비침습적인 방법으로 알아볼 수 있는 기술의 발달로 정상인을 대상으로 하는 실험들 현대 기술적인 발전을 통해 가능해진 비침습적 뇌기능 영상 방법인 PET(positron emission tomography), fMRI(functional magnetic resonance imaging)등을 사용한 실험이 진행되었다.

이중언어화자의 대뇌 언어처리 양상에 대한 뇌 기능 영상 연구는 언어처리에 있어 몇 가지 수준 별로 나누어 볼 수 있다. 실험의 용이성 및 해석의 명료성을 위해 대부분의 연구는 단어 처리 수준에서 이루어졌으며, 몇몇의 연구가 문장 처리 및 담화 수준을 다루었다.

단어 처리 수준에서 이루어진 대부분의 연구 결과들은 유창한 이중언어화자의 경우, 모국어 처리 및 외국어 처리에 관여하는 대뇌 영역은 별다른 차이가 없으며, 이는 두 언어의 대뇌 동일한 영역, 다른 처리를 주장하는 Pitres(1895)의 주장을 뒷받침하는 결과였다(Chee *et al.*, 1999a, 2000; Hernandez *et al.*, 2000, 2001; Klein *et al.*, 1995, 1999; Illes *et al.*, 1999).

그러나 문장 수준에서는 조금 다르다. Kim 등(1997)은 문장 산출과정에서 초기 이중언어화자의 경우 모국어 및 외국어 조건이 비슷한 뇌 활성화를 보였으나, 후기 이중언어화자의 경우, Broca 영역에서의 중심점(center)가 두 언어가 다소 떨어져 있음을 발견하였다. 문장 수준을 넘어 담화수준에 대한 연구는 결과의 해석이 까다로운 점이 있어 많이 연구되지 않았다. 그러나 몇몇의 연구결과는 담화수준에서는 모국어처리와 외국어 처리에 따른 대뇌 활성화가 달라짐을 보였다(Perani *et al.*, 1996; Dahan *et al.*, 1997).

그러나 현재까지 비침습적인 뇌 영상방법은 직접적인 신경세포의 활동양상을 측정하는 것이 아니라 혈류변화나 신진대사를 매개로 하는 기술적인 제약이 있으며, 실험설계와 자극의 특성 등에 의한 제약 등 한계가 존재한다. 따라서 현재까지의 연구 결과를 토대로 이중언어화자의 대뇌 언어처리에 대해 정확한 결론을 내리기에는 무리가 있어 보인다. 왜냐하면 뇌 영상 연구는 연구 결과에 미칠 수 있는 수많은 요인들이 정확히 통제되어야 하기 때문이다.

fMRI나 PET을 이용한 뇌 영상 연구는 주로 시각 혹은 청각 자극을 주고 실험참가자가 일정한 과제

를 수행하게 함으로써, 자극 혹은 과제에 따른 특정 인지작용에 대한 대뇌 활성화를 유도하는 것이다. 따라서 어떤 자극과 어떤 과제를 수행하느냐에 따라 대뇌활성화는 달라질 수 있다. 또한 과제를 수행하는 실험참가자가 어떤 사람인가에 따라 인지작용은 달라질 수 있으며 그에 따른 대뇌 활성화도 달라질 수 있다. 따라서 인지작용에 대한 뇌 영상 연구에서 가장 중요한 요인은 어떤 사람이 어떤 자극을 받고 어떤 과제를 수행했느냐 하는 것이다[10].

문자 규칙 심층성 측면에서 한국어와 중국어는 다른 시각적 단어처리 과정을 거친다는 것은 반응 시간(reaction time) 연구(남기춘., 1995)와 난독증 및 난서증 환자사례를 통해 지지되었다(권미선 외., 2000; Kim & Na., 2000). 이와 유사한 일본의 가나와 간지에 관한 연구들도 문자 규칙 심층성에 따른 시각적 단어처리 과정의 차이를 지지한다(Hayashi, Ulatowska & Sasanuma., 1985; Kawahata, Nagata & Shishido., 1988; Sasanuma., 1974; Yamatori., 1975).

따라서 본 연구에서는 문자 규칙 심층성(orthographic depth) 정도가 정반대의 문자체계인 한국어와 중국어를 구사할 수 있는 한국어(L1)-중국어(L2), 중국어(L1)-한국어(L2) 이중언어화자를 대상으로 어휘판단과제와 의미판단과제를 사용하여 실험을 진행하였다.

## 2. 실험 1

### 2.1 실험참가자

실험참가자는 한국어-중국어 이중언어화자, 중국어-한국어 이중언어화자 그룹으로 구성되었고, 각각의 그룹을 이중언어환경에 노출된 시기, 만 12세를 기준으로 초기 및 후기 이중언어화자들로 세분하여 총 4개의 그룹이 구성되었다. 각 그룹은 7명이 할당되었으며, 이들에 대해 영상 획득 실험 전에 신경심리검사(Oldfield, 1971)를 이용하여 손잡이 여부를 판단하였는데, 전원 오른손잡이로 판단되었으며, 질문을 통해, 신경학적인 이상이 없음을 확인하였다.

### 2.2. 실험설계 및 자극

영상 획득은 자기공명영상 장치 외부에서 Project를 사용하여 시각적으로 제시하는 화면(slide)을 보며 실험참가자가 과제를 수행하는 동안 이루어졌다. 실험참가자가 수행해야 하는 과제는 통제 조건인 크기 판단 과제(size decision task)와 활성화 조건인 어휘판단 과제(lexical decision task)가 교

대로 5번의 블록과 4번의 블록으로 구성되었으며, 어휘 판단 과제에 쓰인 언어에 따라 한국어 조건과 중국어 조건으로 두 번의 시행이 진행되었다. 두 번의 시행은 실험참가자에 따라 역균형화(counter-balancing)시켰다(그림 1). 크기 판단 과제는 실험참가자가 습득한 경험이 전혀 없는 언어인 아랍어 두 단어를 좌우에 제시하여(예: 1. 2. ), 실험참가자는 두 단어의 크기가 같은지를 판단하도록 지시하였다. 어휘 판단 과제에 사용된 자극은 한국어의 경우 한자어가 아닌 고유어 단어 72개와 읽기는 가능하지만 의미가 없는 비단어 24개를 사용하여, 좌우 단어가 모두 단어인 화면(slide) 24개(예: 아들 물건), 좌우 단어 중 하나가 단어가 아닌 화면 24개(예: 숨디 예기)를 구성하였으며, 실험참가자는 두 단어가 모두 단어인지 판단하도록 지시하였다. 중국어 조건에서는 중국어 초급 수준의 단어 72개와 낱자의 조합이 단어가 되지 않는 비단어 24개를 사용하여 좌우 단어가 모두 단어인 화면 24개(예: 歌劇 李子)와 하나가 단어가 아닌 화면(slide) 24개(예: 護士 升旗)를 구성하였으며 판단 요령은 한국어와 동일하였다.

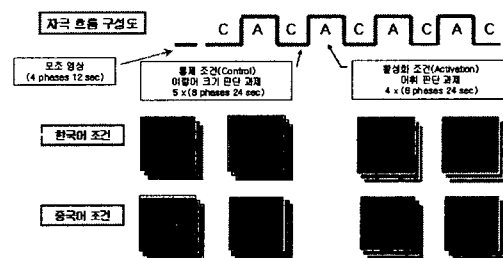


그림 1 실험자극과 이미지 절차

### 2. 3. 영상획득과 자료분석

자기공명영상 장치는 서울 삼성병원 영상의학과에 있는 1.5T 초전도 자기공명영상 장치(GE medical system, Milwaukee, USA)를 사용하였다. 영상획득은 EPI-BOLD(echo planner imaging-blood oxygen level dependent)기법을 사용하였으며 (TR/TE 3000/60msec, 64×64Matrix, FOV 24×24cm, flip angle 90°), 영상은 전교련과 후교련을 연장한 AC-PC line을 기준으로 뇌의 아래에서부터 위로 횡단면 20절편(slices)으로 구성된 체적영상(volume image)을 228초(3초×76 phases)동안 모조 영상 4개(phases)를 포함하여 총 76개(phases)를 얻었다.

영상 데이터 분석은 SPM99(Statistical Parametric Measure 99)를 off line으로 이용하였다. 움직임 보정을 위한 재정렬(realignment)과 EPI(Echo Planner Image) 와 T1 영상의 공간 해상도를 공통좌표로 맞추는 coregister 과정을 수

행하였다. 이후 noise 제거 및 3차원 gaussian field를 만들기 위해 7.5mm FWHM(full-width, half maximum) gaussian kernel를 이용하여 영상 다듬기(smoothing)를 수행하였으며, 그런 다음, SPM 99에서 제공하는 표준 뇌 영상(template image)영상을 이용하여 표준화(normalization)하였다.

이렇게 준비된 각 실험참가자의 체적 영상(volume data 혹은 image)들에 대한 통계분석은 실험 시 자극을 주었던 패턴(stimulation time pattern, 즉, box car pattern)을 대상으로 일반 선형 모형(general linear model)에 기초한 모수 추정(parameters estimation)을 수행하였다. 실험참가자의 개별 자료를 고정효과모델(fixed effect model)에 기초한 대비 추정을 수행한 후, 그룹 분석을 실시하였다. 그룹 분석은 개

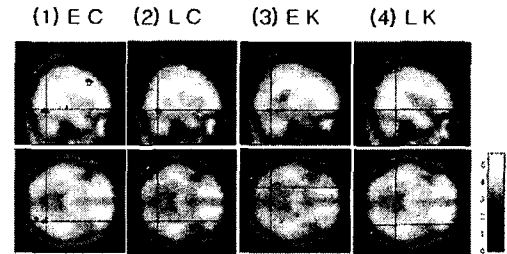


그림 2 각 피험자 그룹에서 한국어에 비해 중국어 어휘 판단 조건에서 보다 많은 활성화 신호를 보인 영역. (1) 중국어-한국어 초기 이중언어화자, (2) 중국어-한국어 후기 이중언어화자, (3) 한국어-중국어도 초기 이중언어화자, (4) 한국어-중국어도 후기 이중언어화자

별 피험자의 자극 패턴에 대한 대조영상(contrast image)을 원자료로 하는 임의 효과분석(random effect analysis)을 수행하였다. 수행 결과에 대해 일정한 유의수준(uncorrected  $p < 0.005$  or  $0.001$ )을 역치(threshold)로 하여 얻은 최종 활성화 영상(SPM T-map)을 SPM에서 제공하는 NMI 동위상 좌표에 적용하여 활성화 위치를 확인하였다.

### 2. 4. 결과

그림 2는 각 피험자 그룹에서 한국어에 비해 중국어 조건에서 보다 많은 활성화 신호를 보인 영역을 나타내고 있다. 초기 및 후기 중국어-한국어 이중언어화자의 경우, 우반구 방추상회(fusiform gyrus, BA 37)에서 유의미한 신호가 나타났으며, 한국어-중국어도 이중언어화자의 경우, 좌우반구 방추상회(fusiform gyrus, BA 19, 37)에서 유의미한 신호가 나타났다. 중국어에 비해 한국어 조건에서 보다 많은 활성화 신호는 그림 3에서 보이는 바와 같이 좌반구 SMG (supramarginal gyrus, BA 40)에서 중국어-한국어 초기 및 후기 이중언어화자

그룹의 경우 나타났으며, 한국어-중국어도 이중언어화자의 경우는 중국어 조건에서보다 한국어 조건에서 활성화 신호가 높은 영역은 없었다.[12]

### 2. 5. 논의

중국어 조건과 한국어 조건에서 차이를 보인 방추회(fusiform gyrus) 영역과 좌반구 SMG(supramarginal gyrus, BA 40)은 각각 철자정보처리와 음운정보처리에 관여하는 영

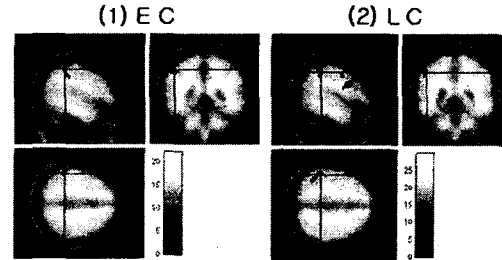


그림 3 중국어에 비해 한국어 어휘판단 조건에서 보다 많은 활성화 신호를 보인 영역. (1) 중국어-한국어 초기 이중언어화자, (2) 중국어-한국어 후기 이중언어화자

역으로 알려져 있다. 실험참가자 그룹에 따라 방추회 영역의 경우, 좌우반구 차이가 조금 보이지만, 전체적으로 한국어조건에서 보다 중국어 조건에서 더 많은 활성화를 보인 것은 문자규칙 심층성이 높은 중국어 어휘처리가 보다 철자정보처리에 의존적임을 시사하는 것이다. 또한 음운정보처리와 관련된 SMG의 경우, 중국어-한국어도 이중언어화자 그룹에서 중국어 조건에서 보다 한국어 조건에서 높은 활성화를 보였는데, 이러한 결과는 중국어-한국어도 이중언어화자의 경우, 음운과 철자와의 관계가 규칙적인 한국어를 처리할 때, 음운적인 정보를 보다 많이 사용하는 것으로 보인다. 한국어-중국어도 이중언어화자의 경우, 차이 나는 활성화 신호가 보인지는 않은 것은 한국어 처리가 보다 자동적이기 때문으로 해석할 수 있다.

### 3. 실험 2

실험 2의 경우, 실험 1의 실험참가자가 약간의 휴식 후 계속해서 실험에 임하였고, 실험 설계는 실험 1과 동일하였으며, 과제만 화면에 보이는 두 단어가 의미적으로 관련이 있는지 (예를 들어, 엄마-아빠, 언니-수레)판단하는 의미판단과제(semantic decision task)였다. 영상획득과 데이터 분석 절차도 실험 1과 동일하였다.

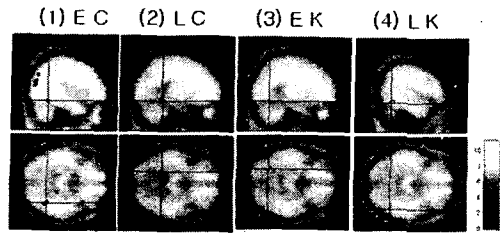


그림 4 각 피험자 그룹에서 한국어에 비해 중국어 의미 판단 조건에서 보다 많은 활성화 신호를 보인 영역. (1) 중국어-한국어 초기 이중언어화자, (2) 중국어-한국어 후기 이중언어화자, (3) 한국어-중국어도 초기 이중언어화자, (4) 한국어-중국어도 후기 이중언어화자

### 3. 1. 결과

그림 4는 각 피험자 그룹에서 한국어에 비해 중국어 조건에서 보다 많은 활성화 신호를 보인 영역을 나타내고 있다. 초기 중국어-한국어 이중언어화자의 경우, 우반구 방추상회(fusiform gyrus, BA 37)에서 유의미한 신호가 나타났으며, 후기 중국어-한국어 이중언어화자의 경우 좌측 해마주변부에서 유의미한 활성화 신호가 나타났다. 초기 한국어-중국어도 이중언어화자의 경우, 좌반구 방추상회(fusiform gyrus, BA 37)에서, 후기 한국어-중국어도 이중언어화자의 경우, 우반구 방추회에서 유의미한 신호가 나타났다. 실험 1에서 중국어에 비해 한국어 조건에서 보다 많은 활성화 신호를 나타내었던 좌반구 SMG (supramarginal gyrus, BA 40) 영역은 실험 2의 경우 나타나지 않았다.

### 3. 2. 논의

어휘판단과제가 초기 어휘처리에 관한 신경활동을 유발한다면, 의미판단과제는 그보다 어휘처리에 보다 적은 부담을 줄 것이며, 의미처리와 관계된 영역에서 활성화가 있을 것이라는 가설을 가지고 실험 2를 진행하였다. 중국어-한국어도 이중언어화자의 경우 어휘판단과제를 사용한 실험 1의 결과에서 보고된 한국어 특징적인 반응, 즉 SMG 영역에서의 활성화의 증가가 실험 2에서는 나타나지 않았다. 그러나 한국어-중국어도 이중언어화자의 경우, 실험 1에서 나타난 것과 같이 철자처리 혹은 의미처리와도 관련된다고 보고되는 방추회(fusiform gyrus)등의 영역 유의미한 차이를 나타냈다. 이는 어휘판단과제와 의미판단과제가 유도하는 인지적 신경세포의 활성화는 차이가 남을 보여준다. 그러나 의미판단과제의 경우, 어휘판단과제에서 나타나는 활성화 수준이 조금 떨어지는 단점이 있었다.

### 종합논의

본 연구는 문자 규칙 심층성에 따라, 표층 문자 체계로서의 한국어와 심층 문자 체계로서의 중국어의 차이가 시각적 단어 재인에 있어 이중언어화자의 모국어 처리와 외국어 처리에서 각각 어떤 대뇌 활성화의 차이를 가져오는지 fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging)를 이용하여 살펴본 것이다.

문자 규칙 심층성에 따른 중국문자와 한국문자의 어휘처리에 관련된 뇌 활성화는 중국어-한국어도 이중언어화자와 한국어-중국어도 이중언어화자에 따라 다른 양상을 보였다. 문자 규칙 심층성에 따라, 표층문자인 한국문자의 경우, 중국어-한국어도 이중언어화자가 어휘 처리를 할 경우 음운처리를 더 많이 하는 것으로 보이며, 심층문자인 중국문자의 경우, 중국어-한국어도 이중언어화자와 한국어-중국어도 이중언어화자 모두 어휘처리에서 철자처리를 한국어보다 많이 하는 것으로 나타났다.

습득시기에 따른 초기 이중언어화자와 후기 이중언어화자의 대뇌 활성화 양상은 후기 이중언어화자의 경우 제 2언어 조건에서 활성화 정도가 높아졌는데, 이는 난이도에 따른 결과로 보인다. 그러나 영역 상에서는 차이가 나지 않았다. 이는 후기 이중언어화자의 경우, 어휘처리수준에서 초기 이중언어화자와 다른 대뇌처리를 보이는 것은 아니라고 볼 수 있다.

실험 1, 2에서 사용된 어휘판단과제와 의미판단과제는 과제에 따른 뇌 활성화의 차이를 보여준다. 이는 뇌 영상 연구에서 과제의 중요성을 시사한다.

본 연구의 전체적인 결과는 이중언어화자의 뇌 영상 연구에서 어휘수준에서는 거의 공통적인 활성화를 보인다는 개략적 수준의 연구 결과를 넘어, 음운처리 및 철자처리와 같은 어휘접근 수준에서는 이중언어화자들의 뇌 활성화가 다르게 일어남을 보여주고 있다. 따라서 이중언어화자의 뇌 기전을 밝히기 위해서도 보다 개략적 수준을 넘어 언어처리의 세부적인 수준에 따른 접근이 필요함을 시사한다.

### 참고문헌

- [1] 권미선, 박혜숙, 심현섭, 남기춘, 이재홍(2000). 한국어 읽기의 dual system에 대한 고찰. 한국언어청각임상학회 2000년 학술대회 발표논문 모음집, 188-193.
- [2] 남기춘, 신윤경, 이윤형, 황유미, 이재욱, Greg, S.(1999). 외국어 단어재인에서의 철자 및 음운 정보처리 특성. 한국심리학회지; 실험 및 인지,

11(2), 107-129.

- [3] 이동훈. 이홍재. 이은정. 문찬홍. 유재욱. 나동규. 남기춘(2001). 기능적 자기공명영상 (Functional MRI)에 나타난 한글과 한자 단어재인의 차이. 언어척각장애연구. 6. 1. 105-130
- [4] Albert, M. L., & Obler, L. K. (1978). The bilingual brain. New York: Academic Press.
- [5] Chee, M. W. L., Caplan, D., Soon, C. S., Sriram, N., Tan, E. W. L., Thiel, T., & Weekes, B. (1999). Processing of visually presented sentences in Mandarin and English studies with fMRI. *Neuron*, 23, 127-137.
- [6] Fabbro, F. (1999). The neurolinguistics of bilingualism. Hove, UK: Psychology Press.
- [7] Hernandez, A. E., Martinez, A., & Kohnert, K. (2000). In search of the language switch: An fMRI study of picture naming in Spanish-English bilinguals. *Brain and Language*, 73, 421-431.
- [8] Illes, J., Francis, W. S., Desmond, J. E., Gabrieli, J. D. E., Glover, G. H., Poldrack, R., Lee, C. J., & Wagner, A. D. (1999). Convergent cortical representation of semantic processing in bilinguals. *Brain and Language*, 70, 347-363.
- [9] Kim, K. H. S., Relkin, N. R., Lee, K. M., & Hirsch, J. (1997). Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, 388, 171-174.
- [10] Müller-Gärtner, H. W.(1998). Imaging techniques in the analysis of brain function and behaviour, *Trends in Biotechnology*, 16, 3, 122-130
- [11] Pitres, A. (1895). Aphasia in polyglots. In M. Paradis (Ed.), *Readings on aphasia in bilinguals and polyglots* (pp. 26-49). Montreal: Didier.
- [12] Price, C. J. (1988). The functional anatomy of word comprehension and production. *Trends in Cognitive Neuroscience*, 2, 281-287.