

한국어-영어 그림 명명 시 나타나는 대뇌 영역: fMRI 연구

최 원 일*, 조 경 덕**, 남 기 춘*

*고려대학교 심리학과, **배재대학교 인문학부

The Cortical representation in Korean-English picture naming: fMRI study

Wonil Choi*, Kyungduk Cho**, Kichun Nam*

*Department of Psychology, Korea University, **Division of Humanities, Paichai University

E-mail : cerouno@korea.ac.kr

본 연구는 한국과학재단의 특정목적기초과제(R01-2000-000-00407-0)의 지원으로 수행되었음.

Abstract

The present study was conducted to investigate the difference of cortical activation in naming the picture in Korean and English. Experimental design was 2(Korean, English) language condition x 4(no distractor, semantic related distractor, semantic unrelated distractor, corresponding distractor) distractor condition. language condition was between subject factor and distractor condition was within subject factor. The result was that Korean naming condition showed less cortical activation than English naming condition. The activation region was reported in each condition.

I. 서론

본 연구는 모국어와 외국어(영어)의 의미 체계가 공통적이냐, 분리되어 있느냐를 알아보기 위해 실시되었고, 의미관련성을 통제하는 대뇌의 영역이 어디인가를 확인하기 위해 이루어졌다.

이중 언어 화자의 대뇌 활성화 연구는 비교적 최근에 들어서 이루어지기 시작하였고, 두 개 이상의 언어를 사용하는 사람들의 대뇌 활성화가 어떠한 양상을 나타내는지 언어심리학분야의 중요한 쟁점으로 부상하고 있다.

Hernandez와 Martinez, 그리고 Kohnert(2000)는 스페인어-영어 초기 이중언어화자¹⁾를 대상으로 그림 명

명 과제를 실시하는 동안의 대뇌 활성화를 fMRI를 통해 알아보았다([1]). Hernandez 등(2000)은 각 언어에 따른 특정한 대뇌 활성화 영역을 발견하지는 않았지만, 두 언어를 전환시키면서 과제를 수행해야할 경우에 복외측 전전두 피질(dorsolateral prefrontal cortex)의 활성화가 나타났다. 이들은 후속 연구를 통해서 이 영역이 두 언어사이의 전환(switching)에 관계된 영역이라 결론 내렸다[2]. 현재까지의 이중 언어 화자의 대뇌 활성화와 관련된 연구에서는 두 언어에 대한 대뇌 표상이 크게 다르지 않다는 결과가 많이 보고되고 있다[2],[3].

이중 언어 화자와 관련된 언어심리학에서의 또 다른 큰 쟁점은 이들의 의미 체계와 어휘 체계가 동시에 활성화 되는가 그렇지 않는가이다[4]. 일반적으로 많은 연구들은 하나의 공통된 의미 체계가 이중 언어 화자의 두 어휘 체계를 동시에 활성화시킨다고 보고하고 있다[5],[6].

Costa 등(1999)은 변형된 그림 명명 과제²⁾를 통해서 초기 스페인어-카탈란어 이중 언어 화자들의 어휘 체계의 동시 활성화 여부를 알아보았다. 한 언어만을 구사하는 실험 참가자를 이용한 기존 연구에서는 그림과 단어가 의미적으로 관련되어 있을 경우는 억제적 점화

- 1) 일반적으로 처음 나오는 언어가 모국어이다. 즉, 스페인어-영어 이중언어화자는 스페인어가 모국어이고 영어가 제 2언어인 경우를 가리킨다. 또한 “초기”란 아주 어렸을 때부터(결정적 시기 이전) 제 2언어를 배우기 시작해서 모국어만큼 그 능숙도가 뛰어난 경우를 가리킨다.
- 2) 과제에 대한 자세한 설명은 실험부분에서 다루겠다.

효과가, 음운적으로 관련되어 있을 경우는 촉진적 점화효과가 나타나는 것으로 나타났다[7]. Costa 등 (1999)은 이러한 연구를 이중 언어 화자들에게 적용하여 유창한 이중 언어 화자들의 경우, 단일 언어 화자에게서 보이는 양상이 유사하게 나타나는지, 또한 이중 언어 화자들의 어휘 체계가 목표 언어만 활성화되는지, 아니면 두 어휘 체계가 모두 활성화되는지를 조사하였다. 연구 결과, 유창한 스페인어-카탈란어 이중 언어 화자들은 목표언어의 어휘 체계만을 선택적으로 활성화시킬 수 있는 것으로 보고 되었다.

본 연구에서는 위의 선행 연구들에서처럼 모국어와 외국어를 산출할 때 활성화되는 대뇌영역이 어떠한 차이가 있는가와, 의미 관련성을 통제하는 영역이 어떤 부분인가를 알아 보기 위해 fMRI 연구를 실시하였다.

II. 실험 1

2.1 연구 방법

2.1.1 실험참가자

대전대학교와 배재대학교에 재학 중인 9명의 학부생이 실험에 참여하였다. 이 학생들은 모두 남학생이었으며, 오른손잡이 학생들이었다. 나이의 분포는 20세에서 27세까지였으며, 실험을 하기에 충분한 시력을 갖고 있었다. 이들은 모두 중, 고등학교 정규 교육과정에서 영어를 공부한 학생들이었고 어휘 수준에서는 영어를 산출하는데 어려움이 크게 없는 학생들이었다.

2.1.2 실험재료

실험에 사용된 자극은 총 50개의 그림자극 이었다. 그림은 구체어를 나타내는 자극이었고, 각 그림은 조건별로 방해어(distractor)와 짝지어졌다. 실험에 사용된 방해어(distractor)는 한국어였고, 조건에 따라 그림과 의미가 관련된 조건, 의미 무관한 조건, 일치 조건이었고, 방해어가 사용되지 않은 그림도 있었다. 방해어는 그림 속에 포함된 채 제시되었고, 방해어의 위치는 편향을 막기 위해 무선화 시켰다. 통제 자극으로는 무의미한 선 그림(line drawing)이 사용되었고, 실험 설계상 실험 자극 그림보다 10개가 많은 60개가 사용되었다.

2.1.3 실험절차 및 방법

실험 1에 사용된 과제는 그림을 보고 그 그림의 이름을 명명하는 과제였다. 방해어의 조건에 따라서 실험은 총 4개의 하위 실험으로 구성되었다. 첫 번째 실험은 아무런 방해어도 있지 않은 순수한 그림 명명 과제였고, 두 번째 실험은 그림과 의미적 관련성이 짙은

방해어가 그림과 함께 제시된 조건이고, 세 번째 실험은 그림과 의미적으로 전혀 관련이 없는 단어가 방해어로 쓰인 조건이고, 마지막 실험은 그림과 일치하는 단어가 방해어로 사용된 조건이었다. 실험 참가자는 각 조건에 따른 네 가지 하위 실험을 수행해야 하고, 연습에 의한 효과를 최소화시키기 위해 각 하위 실험의 순서는 실험 참가자에 따라 무선화 시켰다.

실험 참가자는 그림을 보고 그 그림의 이름을 한국어로 명명하는 과제를 수행하였다. 일반적인 명명과제에서는 그림의 이름을 빠르고 정확하게 말해야 하지만, fMRI 실험에서는 실험 시 머리의 움직임이 결과에 큰 영향을 주므로 움직임을 최소화시키기 위해서 속으로 말하도록 하였다. 통제 조건의 경우에는 구체적인 이름이 없기 때문에 “무무”라고 속으로 말하도록 지시하였다.

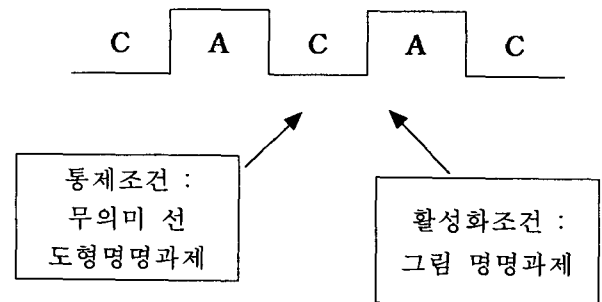


그림 1 실험 1의 자극제시 흐름도

2.1.4 영상획득 및 자료 분석

영상획득은 카이스트 fMRI 센터에 설치된 ISOL

3.0T forte를 사용하였으며, 실험참가자가 헤드코일에 부착된 거울을 통해 제시되는 시각적 자극을 보며 과제를 수행하는 동안 EPI-BOLD(Echo Planner Imaging Blood Oxygen Level Dependent)기법을 사용하여 영상을 획득하였다(TR/TE 3000/35msec, 5mm no gap 20 slices, 64×64Matrix, FOV 24cm×24cm, flip angle 80°). 각 하위 실험 당 총 체적(volume) 영상은 342초 동안 모조 영상 4개를 포함하여 114개(Phases)를 얻었다.

영상 데이터 분석은 SPM99(Statistical Parametric Measure 99)를 off-line으로 이용하였다. SPM99를 이용하여 realignment, coregister, smoothing(FWHM 7.5), normalization을 통하여 각 실험 참가자의 체적 영상(image)을 얻고, 이 영상에 대한 통계 분석은 실험 시 자극을 주었던 패턴을 대상으로 일반 선형 모형에 기초한 모수 추정을 수행하였다. 이러한 모수 추정을 통해서 일정한 유의수준을 역치로 하여 얻은 최종 활성화 영상을 SPM에서 제공하는 MNI 동위상 좌표

에 적용하여 활성화 위치를 확인하였다. 뇌기능지도에서 확인된 영역좌표는 MNI좌표에서 Talairach-Tournoux system을 사용하여 뇌 영역을 확인하였다.

2.2 실험 결과

실험의 결과를 다음 그림 2에 나타내었다.

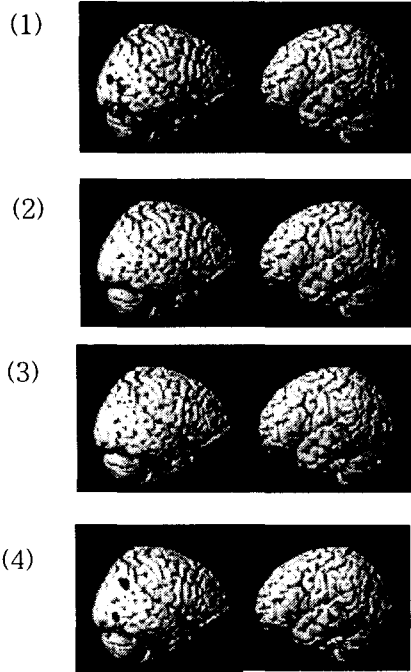


그림 2 한국어 그림 명명 과제 시 각 조건에서 활성화되는 뇌 영역, (1)은 방해어가 없는 조건 (2)는 무관련 방해어 조건 (3)은 관련 방해어 조건 (4)는 일치 조건

위의 그림에서 볼 수 있듯이 한국어 명명 조건에서는 활성화의 크기가 비교적 작은 것을 알 수 있다. 모국어를 사용하는 것이기 때문에 실험 참가자들에게는 익숙한 과제일 것이고, 이러한 능숙함이 활성화의 강도가 낮게 된 원인일 것이다. 위의 그림에서 볼 수 있듯이 산출과 관련된 좌, 우 반구의 소뇌(cerebellum)에서의 활성화가 나타났다. 또한 (2), (3)에서 볼 수 있듯이, 의미적으로 관련되어 있는 단어나 관련되어 있지 않은 비단어가 방해어로 제시된 경우 우중 전두회(right middle frontal gyrus)에서의 활성화가 나타났다. 또한 일치 조건에서는 우반구 각회(right angular gyrus)에서의 활성화가 나타났다.

III. 실험 2

3.1 연구 방법

3.1.1 실험참가자

실험 1과 매우 유사한 조건의 12명의 대학생이 실험에 참가하였다.

3.1.2 실험재료

자극은 실험 1과 동일하였다.

3.1.3 실험절차 및 방법

실험 2와 동일한 방식으로 실시되었다. 다만 실험 1에서는 한국어로 명명과제를 실시하였으나, 실험2에서는 영어로 과제를 수행하였다. 실험이 끝난 뒤에는 그림에 대해서 정말로 실험 참가자가 알고 있는가를 조사하였고, 그림에 대해서 모두 영어로 명명할 수 있었다.

3.1.4 영상획득 및 자료 분석

실험 1과 동일한 방식으로 이루어졌다.

3.2 실험 결과

실험 2의 결과를 그림 3에 나타내었다.

위의 뇌 영상에서 볼 수 있듯이 실험 1에서 보여졌던 한국어 명명과제와는 약간 다른 뇌 영상이 얻어진 것을 알 수 있다. 일단 가장 주목할 점은 고전적으로 언어 산출 영역이라고 보고 되고 있으며, 흔히 broca 영역이라고 알려져 있는 좌하 전두회(left inferior frontal gyrus)에서 강한 활성화가 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 좌반구의 두정엽(left parietal lobe)에서 각 조건에서 모두 강한 활성화가 나타났다. 반면 한국어 명명 시 방해어의 의미 관련성 여부에 따른 조건에서 많이 활성화되었던 우반구 각회에서의 활성화는 거의 나타나지 않은 것을 볼 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 그림을 보고 그 이름을 명명하는 과제에서 한국어와 영어에서 어떤 차이가 있는지를 알아보았고, 방해어가 제시되었을 때의 뇌 활성화 영역이 어떻게 다른지를 알아보았다. 그림 명명 과제를 사용할 경우 그림을 보고 의미 체계에 접근하지 않을 경우 그 그림의 이름을 말할 수 없으므로, 결국 의미 체계의 활성화가 언어에 따라서 어떤 공통점과 차이점을 나타

내는지를 알 수 있을 것이다. 물론 본 연구만을 가지고 한국어와 영어에서 다른 의미 체계를 가

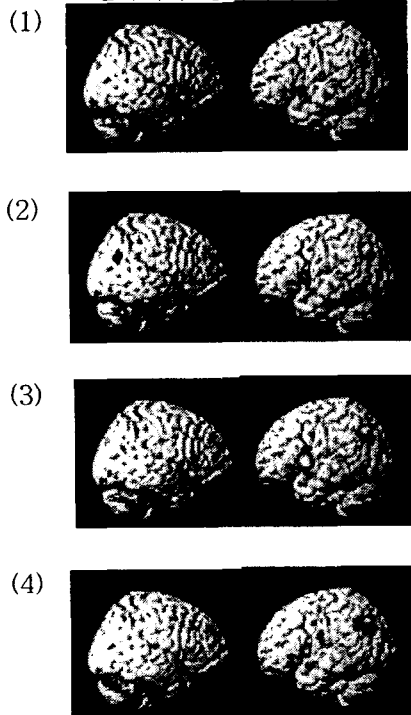


그림 3 영어 그림 명명 과제 시 각 조건에서 활성화되는 뇌 영역, (1)은 방해어가 없는 조건 (2)는 무관련 방해어 조건 (3)은 관련 방해어 조건 (4)는 일치 조건

지고 있다거나 의미체계에서 어휘 체계로의 진행 경로를 단언할 수는 없을 것이다. 하지만 본 연구를 통해서 한국어 산출 시보다는 영어 산출 시에 훨씬 더 큰 대뇌영역의 활성화를 나타내었고, 이 활성화와 관련된 대뇌영역이 좌하 전두회와 두정엽 부분이라는 것을 알 수 있었다. 기존의 많은 연구들이 모국어와 외국어를 말할 때 대뇌 표상의 차이가 거의 없다는 결과를 보인 것과는 다른 결과라 할 수 있다. 이러한 차이를 나타내게 된 원인은 여러 가지가 있겠지만, 유창성의 차이를 들 수 있겠다. 기존의 연구들은 두 언어에서 모두 유창한 능숙도를 보이는 이중 언어 화자들이 실험에 참여하였고, 본 연구에서는 영어를 늦게, 공식적인 교육기관으로부터 배운 화자들이었기 때문에 나타난 결과라 말할 수 있다. 물론 이에 대한 연구는 더 심층적으로 이루어져야 할 것이다.

또한 한국어 산출의 경우, 의미적으로 관련되어 있는 단어나 관련되어 있지 않은 비단어가 방해어로 제시되었을 때, 우중 전두회(right middle frontal gyrus)에서의 활성화가 보인 것은 이 영역이 관련성 여부를

통제하는 부분이라 생각할 수 있을 것이다. 실제로 전두엽의 대표적인 기능 중의 하나가 여러 가지 정보를 통합하는 것인데, 이러한 전두엽의 기능과 관련이 되어 있을 것이다. 또한 영어 산출 조건에서는 이러한 영역이 활성화되지 않았는데, 이는 영어 산출 시 과제 자체가 어려웠기 때문에 미처 두 가지 정보를 통합하는 정보처리까지는 일어나지 않았다고 말할 수 있을 것이다. 정확히 우중 전두회가 언어 연구에서 어떤 기능을 담당하는지는 추후 연구를 통해서 더 밝혀내야 할 문제이다.

참고문헌

- [1] Hernandez, A. E., Martinez, A., & Kohnert, K, " In search of the language switch: An fMRI study of picture naming in Spanish-English bilinguals." *Brain and Language*, 73, pp.421-431, 2000.
- [2] Hernandez, A. E., Dapretto, M., Mazziotta, J., & Bookheimer, S, "Language Switching and Language Representation in Spanish-English Bilinguals: An fMRI Study," *NeuroImage*, 14, pp510-520, 2001.
- [3] Chee, M. W. L., Tan, E. W. L., & Thiel, T, "Mandarian and English single word processing studied with functional magnetic resonance imaging," *The Journal of Neuroscience*, 19, pp3050-3056, 1999.
- [4] Costa, A., Miozzo, M., & Caramazza, A, "Lexical Selection in Bilinguals: Do Words in the Bilingual's Two Lexicons Compete for Selection?," *Journal of Memory and Language*, 41, pp365-397, 1999.
- [5] De Bot, K, "A bilingual production model: Levelt's speaking model adapted," *Applied Linguistics*, 13, pp1-13, 1992.
- [6] Green, D. W., "Control, activation and resource: A framework and a model for the control of speech in bilinguals," *Brain and Language*, 27, pp210-223, 1986.
- [7] Glaser, W. R., "Picture naming," *Cognition*, 42, 61-106.