

기능적 자기 공명 영상을 이용한 전문가와 일반인의 무용 지각에 대한 비교 연구

이경민^{1,2} 전현애^{1,2}

서울대학교 대학원 인지과학협동과정¹

서울대학교 의과대학 신경과²

서울특별시 연건동 서울대학병원 임상의학연구소 5층 301호, 760-1763,

kminlee@snu.ac.kr , hajysm@cogsci.snu.ac.kr

Comparing expert and ordinary perception of dance using fMRI

Kyung-Min Lee^{1,2}, Hyeon-Ae Jeon^{1,2}

Interdisciplinary program in cognitive science,

Graduate school of Seoul National University¹

Department of Neurology, Seoul National University college of Medicine²

요 약

본 논문에서는 전문 안무가와 일반인들을 대상으로, 현대적 스타일의 독무와 임의적으로 움직이는 육면체를 제시할 때의 두뇌 활동 양상을 fMRI를 통하여 알아보았다. 피험자들은 총 8명으로 구성되었으며, 4명은 안무 전문가들, 4명은 동일한 연령대의 일반인들이었다. 피험자들은 시각 자극으로 제시되는 춤 동작과 다양하게 변화하는 단순한 육면체의 움직임에 아무런 반응 없이 보는 과제를 수행하였다. 두 피험자 그룹 모두에서 육면체의 움직임보다 무용을 응시할 때 occipital cortex에서 더 큰 활성화를 보였고, 특히 좌측 STS와 angular gyrus사이의 경계선 영역, 그리고 좌측 fusiform gyrus에서는 안무가들이 무용을 볼 때 일반인들보다 더 높은 활성화를 나타내었다. STS/angular gyrus와 fusiform gyrus가 시각 자극의 의미 표상을 이해하는데 관련이 있고, angular gyrus가 사전적 의미 해석에 있어 중계적 역할을 하는 곳이며, fusiform gyrus는 사물을 지각하는데 있어서 보조 역할을 맡고 있다는 논의를 바탕으로, 무용가들은 그들이 지니고 있는 안무에 대한 전문적인 소견과 지식을 이용하여 몸의 움직임을 분석할 수 있고, 또 그것에서부터 어떠한 상징적인 의미까지 끌어내어 결과적으로 의미 추출의 과정에서 두뇌의 semantic network를 활성화 시킨다고 볼 수 있다.

1. 서론

예술가들은 일반인들과는 달리 수 년간의 연습과 훈련으로 발달시킨 특정한 방식으로 사물을 지각하고 인식한다. 이들과 같은 전문적이고 특질화된 예술가적 지각 방식이 전문인과 일반인 사이의 두뇌 활성화 양상에 어떠한 차이를 불러 일으키는지는 신경과학 분야에서 아직 그리 많은 선행 연구가 발표되지 않은 상태이다. 하지만 기능적 신경 영상(functional neuroimaging) 기술이 발전을 거듭함에 따라, 직접적으로 두뇌의 활동 패턴을 시각화 하려는 기술이 발전되었고, 이에 힘입어 앞서 언급한 종류의 논의에 해답을 제시할 수 있게 되었다. 본 논문은 무용을 전문으로 하는 안무 전문가들과 그렇지 않은 일반인을 대상으로 무용 자극을 제시했을 때와 단순히 육면체 모양의 물체 움직임을 보여줬을 때 두 피험자 그룹 사이에서 어떠한 두뇌 활동의 차이를 가져오는지 기능적 자기 공명 영상(functional magnetic resonance image, 이하 fMRI)을 이용해 연구해 보았다.

2. 실험 대상 및 연구 방법

2-1. 피험자

피험자들은 총 8명으로 구성되었으며, 4명은 안무 전문가들, 4명은 동일한 연령대의 일반인들이었다. 안무가들은 현재 다양한 분야의 관련 기관에 종사하거나 무용을 가르치는, 최소 9년에서 최대 15년까지의 경력(평균 경력 기간 12.3년)을 보유한 전문가들이었고, 평균 나이는 29.7세, 남성과 여성 각각 2명이었다. 일반인 피험자들은 모두 대졸 학력의, 평균 나이 28.5세의 남녀 각각 2명으로, 예술과 관련된 활동을 한 경험은 전혀 없는 사람들이었다.

2-2. 실험 구성

자극은 총 두 가지로 현대적 스타일의 독무를 담은 무용 영상과 육면체가 불규칙한 방향으로 움직이거나 회전하는 영상이었다. 한 개의 run은 총 5분 동안 지속되었으며 두 자극 파일(무용, 육면체의 움직임)은 서로 교대해가며 30초 동안 보여졌다. 즉 피험자가 하나의 run을 수행할 때 각각 5번씩 무용과 육면체를 응시하였다. 자극 영상이 보여지는 활성화 상태의 전,후 모두 십자가 모양의 고정점이 기저 상태로써 제시되었다. 시각 자극은 LCD 프로젝터를 사용하여 스크린에 영사시켰고, 피험자는 MR 스캐너 안에 누워 있는 상태로 눈 윗쪽에 위치한 거울을 통해 역영사 되는 자극을 보았다. 시력은 실험 전 모두 알맞게 교정되었으며, 필요한 경우 MRI 겸용 안경을 착용하기도 하였다. 피험자들은 자극이 제시될 때 그 어떠한 반응도 불필요하며, 단순히 주의를 기울여 영상을 응시하도록 요구 받았다. 또한 무용 자극이 제시될 때 함께 제공되는 배경 음악은 피험자에게는 들리지 않도록 처리하였다.

2-3. fMRI 분석

2-3-1. Scanning parameter

피험자들이 과제를 수행하는 동안 1.5-tesla의 MRI 기기(General Electric, Milwaukee, USA)를 이용하여 EPI(echo planar imaging)를 통한 BOLD(blood oxygen-level dependent) 기법으로 기능적 자기 공명 영상을 얻었다. 그 외의 조건들로 TR 3,000ms, TE 60ms, flip angle 90°, slice 두께는 5.0mm, slice 슬라이스 갯수는 간격 없이 20개, matrix 64X64, FOV(field of view) 24X24cm, inplane resolution 3.75X3.75mm, 마지막으로 시상면(sagittal)영상에서 봤을 때 가장 아래에서부터 6번째 슬라이스가 AC-PC(anterior commissure - posterior commissure)에 위치하도록 하였다.

2-3-2. 데이터 분석

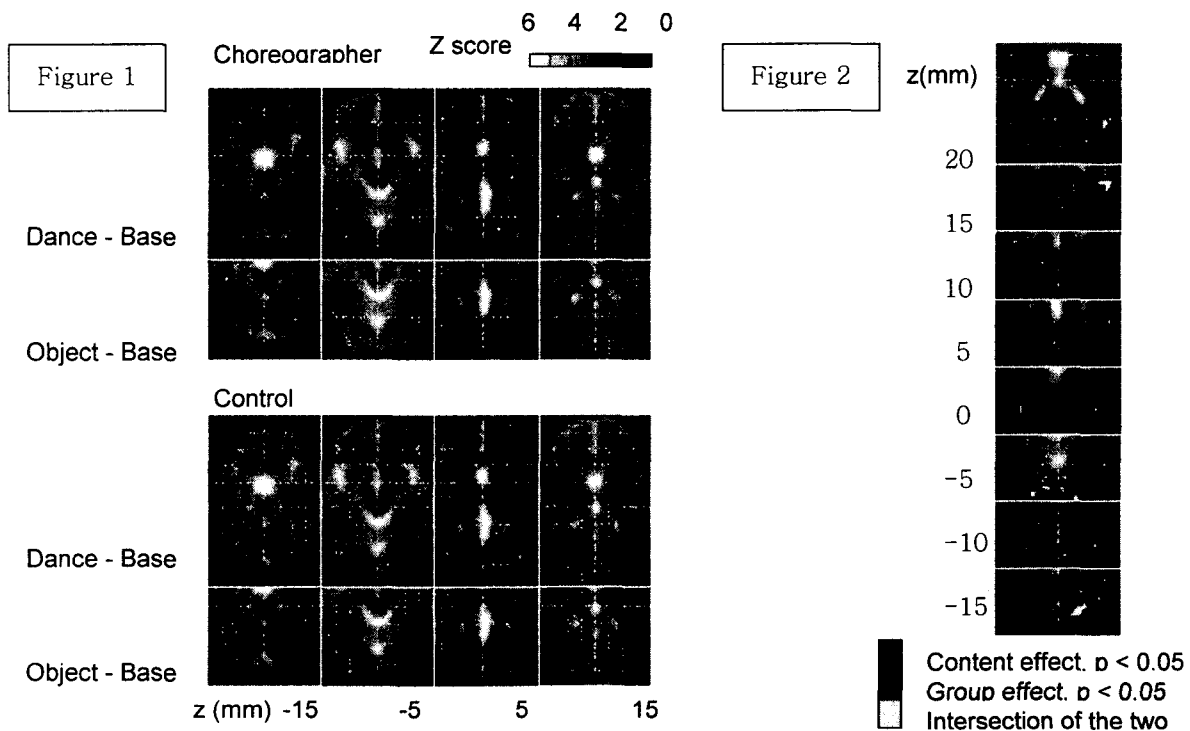
얻어진 영상 자료는 재구성과정 (image reconstruction)을 통해 SPM99 (Statistical Parametric Mapping, Institute of Neurology, Wellcome Department of Cognitive Neurology)를 이용하여 촬영된 뇌의 3차원적 위치를 정렬시키고(realignment), 신호-잡음비(signal to noise ratio)를 높이기 위해 spatial smoothing을 시행하였다. 또한 피험자 개개인의 기저상태와 활성화 상태의 신호 강도 차이를 통계적으로 비교하였다.

3. 결과

Figure 1은 전문 안무가 집단과 일반인 집단에서 각각 기저상태와 활성화 상태를 비교한 것인데, 각각 무용과 물체 자극에 관계 없이 두 피험자 집

단 모두에서 공통적으로 occipital cortex 부분에 광범위한 활성화 분포를 나타내었다.

본 실험의 목적, 즉 안무가와 일반인이 무용 자극을 보고 있을 때 두뇌에서 나타나는 활성화의 차이를 알아보려고 하는 것에 좀 더 부합하기 위해 피험자 그룹간의 효과, 그리고 두 자극간의 효과 사이에 서로 상호 비교를 실시하였다. Figure 2의 녹색으로 표시된 부분은 두 피험자 그룹 모두에서 육면체의 움직임 보다 무용을 응시할 때 더 크게 활성화된 두뇌 영역을 나타낸 것이다. 빨간색으로 제시된 영역은 두 자극간의 차이가 일반인보다 안무가 집단에서 더 크게 나타난 곳을 가리키는데, 좌측 superior temporal sulcus(STS)와 angular gyrus (BA 39, Talairach 좌표 -48, -56, 15 mm 에서 최대 활성화)의 경계부분이다. 노란색 부위는 안무가 집단에서 무용을 볼 때 좀 더 높은 활성화를 일으킨 영역을 나타낸 곳으로써



특히 좌측 fusiform gyrus (BA 18/19, Talairach 좌표 -32, -76, -15 mm 에서 최대 활성화)에서 뚜렷한 반응을 보였다 ($P < 0.05$, uncorrected, random effect model 사용)

4. 논 의

Figure 1에 나타난 실험결과를 바탕으로 보았을 때, 전문 안무가와 일반인 집단 모두 육면체의 움직임을 주시하는 경우 보다 무용이 담긴 비디오를 볼 때 occipital cortex 부분에 광범위한 활성화가 일어났음을 알 수 있다. 이 같은 현상은 두 조건을 직접 비교해 보았을 때에도 극명하게 드러난다. (figure 2의 초록색과 노란색 부분을 합친 부분). 무용을 보았을 때 피질의 활성화 정도가 강하게 나타난 이유는 춤에 대한 관심이 증가했기 때문인 것으로 보이는데, 아마도 인간의 춤 동작이 물체가 움직이는 것보다 상당한 주의과 높은 집중도를 유발했기 때문일 것으로 추측된다. 또한 이와 같은 visual cortices의 활성화 강화 현상은 이전에 행해진 실험을 통해서도 증명되고 있다[1].

안무가와 일반인 사이의 두뇌 활성화 비교라는 본 실험의 취지에 보다 적절히 부합하기 위해 피험자 그룹과 두 자극간의 상호 비교를 실시하였다. 두 영역, 즉 좌측 superior temporal sulcus(STS)와 angular gyrus(BA 39, Talairach 좌표 -48, -56, 15 mm 에서 최대 활성화)의 경계부분, 그리고 좌측 fusiform gyrus(BA 18/19, Talairach 좌표 -32, -76, -15 mm 에서 최대 활성화)에서 춤 동작을 본 안무가 집단 쪽이 일반 피험자 집단보다 확연히 강한 활성화를 일으켰다(figure 2의 빨간색 부분과 노란색 부분). 이 결과는 물체의 움직임 대신에 기저상태의 십자가 고정점을 사용하여 무용 자극과 비교했을 때에도 역시 같은 양상으로 나타났다. 이와는 반대의 경우, 즉 일반인에게 무용 자극을 제시했을 때 기저상태나 물체의

움직임보다 더 높은 두뇌 활성화를 보이는 경우는 없었다.

이러한 결과들로부터 얻을 수 있는 첫번째 사실은 예술가와 일반인들 사이에서 공통적으로 미적인 정보를 지각 하는 두뇌 영역이 존재하고 있음을 보여준다. 안무가 집단이 일반인들에 비해 높은 활성화를 보인 부분은 춤 동작과 물체 움직임간의 비교에서 안무가와 일반인 모두 활성화를 보인 부위에 거의 완벽하게 포함된다. 따라서 안무가와 일반인 사이에서 나타나는 차이는 단지 동일한 활성화 부위 내에서 나타나는 몇몇 부분적인 영역의 강도 차이, 즉 안무가들의 경우 좌측 angular gyrus의 작은 부위에서 발견된 추가적인 활성화에 기인한다고 볼 수 있다.

두 번째로 안무 전문가들은 춤 동작을 통해 일반인이 보는 것 이상의 것을 보고 있는 것으로 여겨진다. 이들의 경우 무용을 보았을 때, 좌측 STS/angular gyrus와 fusiform gyrus에서 강하게 반응하였는데, 이 두 부분은 어떤 시각적 자극이 제시되었을 때 그것의 의미 해석이 이뤄지는 과정에서 활성화되는 부위이다. Angular gyrus는 사전적 의미(lexico-semantic) 해석에 있어 매우 중요한 중계적 역할을 하는 것으로 알려져 있는데, 단어[2]나 숫자[3] 등과 같은 다양한 형태의 기호와 그 의미를 결합하는 프로세스를 수행하는 곳이다. 또 다른 활성화 영역인 fusiform gyrus는 원숭이의 IT (inferior temporal area)에 상응하는 부위로서 visual cortices의 배면부(ventral)에 위치하고 있으며 medial temporal과 ventral frontal cortices와 연계하여 사물을 인지하고 지각하는 보조 역할을 맡고 있다[4]. 따라서 안무가의 경우 이들 부위의 활성화 정도가 일반인에 비해 강하게 나타난다는 것은 일반 피험자들이 춤 동작을 단순히 복잡하게 얽힌 다양성을 가진 움직임의 자극으로 보는 것과는 다르게 안무 전문가들은 무용에 대한 섬세하고 전문적인 지식을 통해 인체 동작을 분석하고 또 그것이 내포하고 있는 상징적 의미를

유추해 내면서 의미적 네트워크(semantic network)를 활성화 시켜, 동작과 연계된 의미를 발견해 낸다고 결론 지을 수 있을 것이다.

참고 문헌

1. Huk, A. C. & Heeger, D. J. *J. Neurophysiol.* 83, 3525-36 (2000).
2. Price, C.J. in *Human Brain Function*. (eds. Frackowiak, R. S. J., Friston, K. J., Frith, C. D., Dolan, R. J. & Mazziotta, J. C.) 301-328 (Academic Press, San Diego, 1997).
3. Dehaene, S., Dehaene-Lambertz, G., & Cohen, L. *TINS* 21,355-61 (1998).
4. Van Essen, D. C., Drury, H. A., Sarang, J., & Miller, M. I. *Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, 95, 788-795 (1998).