

동일한 영상자극을 이용한 장조음악과 단조음악에 의해 유발된
뇌 활성화의 차이 : fMRI 연구

**An fMRI Study on the Differences in the Brain Regions Activated
by an Identical Audio-Visual Clip Using Major and Minor Key Arrangements**

이창규^{1*}, 음영지¹, 김연규², Shigeki Watanuki², 손진훈¹
Changkyu Lee¹, Young-Ji Eum¹, Yeon-Kyu Kim², Shigeki Watanuki², Jin-Hun Sohn¹

¹Dept. of Psychology, Brain Research Institute, Chungnam National University, Daejeon, S. Korea

²User Science Institute, Kyushu University, Fukuoka, Japan

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the differences in the brain activation evoked by music arranged in major and minor key used with an identical motion film during the fMRI testing. A part of the audio-visual combinations composed by Iwamiya and Sano were used for the study stimuli. This audio-visual clip was originally developed by combining a small motion segment of the animation “The Snowman” and music arranged in both major and minor key from the original jazz music “Avalon” rewritten in a classical style. Twenty-seven Japanese male graduate and undergraduate students participated in the study. Brain regions more activated by the major key than the minor key when presented with the identical motion film were the left cerebellum, the right fusiform gyrus, the right superior occipital, the left superior orbito frontal, the right pallidum, the left precuneus, and the bilateral thalamus. On the other hand, brain regions more activated by the minor key than the major key when presented with the identical motion film were the right medial frontal, the left inferior orbito frontal, the bilateral superior parietal, the left postcentral, and the right precuneus. The study showed a difference in brain regions activated between the two different stimulus (i.e., major key and minor key) controlling for the visual aspect of the experiment. These findings imply that our brain systematically generates differently in the way it processes music written in major and minor key (Supported by the User Science Institute of Kyushu University, Japan and the Korea Science and Engineering Foundation).

Keyword: 'audio-visual combinations', 'major and minor key', 'fMRI'

1. 서론

드라마나 영화와 같은 동영상 자극은 심리적인 반응을 유발하는데 매우 효과적이다. 같은 영상에 다른 음악을 가진 동영상 자극은 음악의 요소에 따라 다른 심리적인 반응을 유발할 수가 있다.

현재까지 동영상 자극이나 음악 자극을 이용한 연구들이 많이 있었지만 대부분 실제 동영상 작품을 소재로 하거나 실제 음악 작품들을 사용한 것으로, 음악의 요소를 달리하여 연구한 예는 적다 (Patrick Gomez et al., 2005, Philippe Mulhem et al., 2003, Hossein Kaviania et al., 1999). Cohen(1993)은 동영상 자극에 포함되어 있는 음의 고저와 빠르기 등의 청각적 요소를 변화시켜 청각적 요소가 정서에 미치는 영향에 대한 연구를 했었지만, 사용한 동영상 자극의 시각적 요소가 단순한 애니메이션 자극이라는 한계가 있었다 (Cohen, A. J., 1993).

최근 컴퓨터와 소프트웨어의 발전으로 시청각 복합 자극을 제작하는 것이 가능해 졌고, 이를 사용하는 뇌 영상 기법의 정서 연구가 진행되고 있다.

2. 연구목적

본 연구는 음악적 요소의 차이가 뇌 활성화에 미치는 영향을 알아 보고자 한다. 이를 위해 동일한 영상을 보고 있는 동안 배경음악의 조성을 장조와 단조로 나누어 제시하고 그에 따른 뇌 활성화 양상을 규명하였다.

3. 장조와 단조음악에 따라 유발되는 뇌 활성화 연구

3.1. 실험 참가자

본 실험에는 음악을 전공하지 않은 26명의 남자 대학생 및 대학원생(21~25세)이 참여하였으며, 두부 외상이나 정신 질환의 병력이 없는 사람이 선정되었다.

3.2. 실험 자극

실험 자극으로는 Iwamiya and Sano(1997)의 audio-visual combinations 중 일부가 사용되었다. 이 audio-visual clip은 다음과 같이 만들어 졌다. 영상 자극은 Raymond Briggs 원작의 그림책(Hamish Hamilton, 1978)을 애니메이션화한 “The Snowman”의 일부를 사용하였고, 음악 자극은 재즈곡 “Avalon(Vincent Rose, 1920)”의 멜로디 일부를 클래식풍(classical pattern)으로 편곡한 후 key를 장조와 단조로 변화시켜 사용하였다(Shinichiro Iwamiya & Makoto Sano, 1997).

3.3. 자극 제시 및 실험 절차

자극 구성은 Block design 방법을 이용하여 20초 동안의 자극 제시와 19초 동안의 휴식을 9회 반복하였다.

처음에는 영상 자극(V)만 제시하고, 그 다음은 총 4 가지의 음악 자극(A1-Major 100bpm, A2-Major 200bpm, A3-Minor 100bpm, A4-Minor 200bpm)을 제시하였다. 그 후 영상과 음악을 합한 자극(V+A1 ~ V+A4)을 제시하였다. 이 때 각 실험 참가자에게 음악 자극(A1~A4) 그리고 영상과 음악을 합한 자극(V+A1~V+A4)을 무선적으로 제시하여 실험 참가자가 자극의 제시 순서를 예측하지 못하도록 하였다.

자극의 제작과 제시는 Presentation (Neurobehavioral Systems)을 사용하였고, 음악 자극은 Hitachi Advanced Systems Corporation 의 fMRI 장치용 비자성 헤드폰 세트를 사용하여 제시하였다. 시각 자극 제시 화면의 해상도는 1152×864 였다.

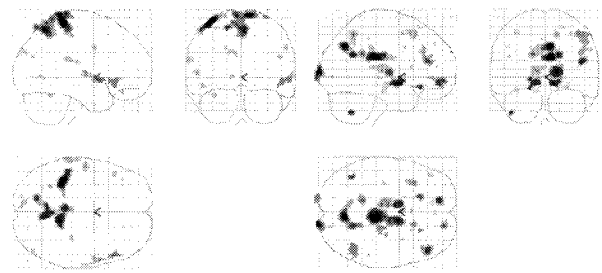
3.4. 이미징 기법과 데이터 분석

뇌 영상 데이터는 Siemens 3.0T Scanner 상에서 수집되었으며, EPI parameter 는 다음과 같았다. TR/TE 3000/30ms, slice thickness 4mm, Flip Angle 80°, FOV 24x24cm, Matrix Size 64x64. 자료 분석은 spm5 소프트웨어를 사용하였다.

3.5. 뇌 영상 분석 결과

장조 음악을 들려주었을 때와 단조 음악을 들려주었을 때 공통으로 활성화 된 영역은 양측 Orbito Frontal Gyrus이며, 장조 음악을 들려주었을 때에만 활성화 된 영역은 우측 Temporal Pole이었고 단조 음악을 들려주었을 때에만 활성화 된 영역은 좌측 Superior, Medial Frontal과 Cerebellum이었다.

장조 음악을 들려주었을 때 단조 음악을 들려주었을 때 보다 더 활성화된 영역은 양측 Thalamus와 Hippocampus이었고, 좌측 Anterior Cingulate Gyrus이었다. 이에 반해, 단조 음악을 들려주었을 때 장조 음악을 들려주었을 때 보다 더 활성화된 영역은 양측 Superior Temporal Gyrus와 Inferior Orbito Frontal Gyrus이었고, 좌측 Middle Cingulate Gyrus과 Cerebellum이었다(그림 1).



Minor > Major Major > Minor

그림 1. 장조 음악과 단조 음악을 들을 때 활성화 되는 뇌 영역의 차이

4. 논의

장조 음악을 들었을 때와 단조 음악을 들었을 때 공통적으로 Orbito Frontal Gyrus 영역의 활성화가 나타났는데, 이 영역은 정서를 경험할 때 활성화 되는 Limbic System의 한 구조물로 장조 음악을 들었을 때와 단조 음악을 들었을 때 정서가 유발 되었다는 것을 알 수 있다(Antoine Bechara et al., 2000).

두 조건에 관한 집단 분석 결과, 활성화 영역의 위치에 차이가 있는 것으로 나타났다. 장조 음악을 듣는 조건에서는 단조 음악을 듣는 조건에 비하여 Anterior Cingulate Gyrys 영역이 활성화가 더 큰 것으로 나타났다. 장조 음악을 듣는 조건에서 실험 참가자들은 기쁨을 느꼈다고 보고하였는데, 이와 일치되게 기쁨을 유발하는 음악에 관련된 선행연구에서도 Anterior Cingulate Gyrus의 활성화를 보고하였다(Mitterschiffthaler et al., 2007).

다음으로 단조 음악을 듣는 조건에서는 장조 음악을 듣는 조건에 비하여 양측 Superior Temporal Gyrus과 Inferior Orbito Frontal Gyrus이었고, 좌측 Middle Cingulate Gyrus과 Cerebellum이 활성화 되었다. Superior, Medial Frontal Gyrus 영역의 활성화는 선행연구 결과와 일치한다(Khalifa, et. al., 2007). Brodmann's Area 9, 10번에 해당하는 이 영역은 생각과 느낌

의 내적 평가를 하는데 특성화된 영역으로, 단조 음악 자극에 대한 정서 평가를 할 때 장조 음악 자극에 비해 생각과 느낌에 대한 내성적 평가를 더 요구하여 이 영역이 활성화된 것으로 생각된다 (Christoff K & Gabrieli J, 2000, Khalfa, et. al., 2007재인용).

참고문헌

- [1] Antoine Bechara, Hanna Damasio, & Antonio R. Damasio. (2000). *Cerebral Cortex*, Mar 10, 295-307.
- [2] Christoff, K. & Gabrieli, J. (2000). *Psychobiology*, 28, 168-186.
- [3] Cohen, A. J. (1993). *Contemporary Music review*, 9, 163-178.
- [4] Hossein Kaviani, Jeffrey A. Gray, Stuart A. Checkley, Veena Kumari & Glenn D. Wilson. (1999). *International Journal of Psychophysiology*, 32, 47-54.
- [5] Stephanie Khalfa, Daniele Schon, Jean-Luc Anton & Catherine Liegeois-Chauvel. (2005). *NeuroReport*, 16, 1981-1984.
- [6] Martina T. Mitterschiffthaler, Cynthia H. Y. Fu, Jeffrey A. Dalton, Christopher M. Andrew, & Steven C. R. Williams. (2007). *Human Brain Mapping*, 28, 1150-1162.
- [7] Patrick Gomez, Philippe Zimmermann, Sissel Guttormsen-Schar, & Brigitta Danuser. (2005). *Biological Psychology*, 68, 223-235.
- [8] Philippe Mulhem, Mohan S. Kankanhalli, Ji Yi, Hadi Hassan. (2003). *IEEE Multimedia*, 10(2), 28-40.
- [9] Shinichiro Iwamiya & Makoto Sano. (1997). *Journal of Music Perception and Cognition*, 3, 14-24(in Japanese).