

싸이의 유튜브 뮤직비디오에 대한 뇌파 및 혈류역학 반응

The “Psy” Effect: Neuro-Vascular Responses to Psy’s YouTube Videos

양승은 • Yang, Seungeun, 이은주 • Lee, Eun-Ju, 백승호 • Paik, Seung-Ho,
김법민 • Kim, Beop-Min

2012년 한 해를 강타하며, 유튜브(YouTube) 선정 ‘올해의 비디오’ 1위에 등극한 싸이의 ‘강남스타일’은 첫 해 동안 세계 신기록인 17억뷰를 달성하였다. 싸이는 이 뮤직비디오로 전례가 없는 성공을 거두며 글로벌 마켓에서 K팝과 한류의 위상을 한껏 높였다. 본 연구에서는 싸이의 ‘강남스타일’ 뮤직비디오에 반응하는 전두엽의 뇌 반응을 뇌파 측정기(EEG: Electroencephalogram)와 기능성근적외선분광뇌영상(fNIRS: functional Near-Infrared Spectroscopy)을 이용하여 측정하였다. 실험 1에서는 뇌파 측정을 위해, 유튜브 조회수가 가장 높은 수준의 뮤직비디오인 싸이의 ‘강남스타일’과 ‘젠틀맨’(유튜브 조회수 최상위 2개)을 선정하고, 대조되는 실험 자극으로서 같은 시기에 나왔으나 유튜브 조회수가 낮은 대조뮤직 비디오를 두 편(‘It’s cold in the D.’와 ‘Bitch, don’t kill my vibe’)을 선정하여, 42명의 피험자들이 네 가지 비디오를 시청하게 하였다. 뇌파분석 결과 싸이 뮤직비디오의 경우, 저주파에 해당하는 알파 대역에서 파워스펙트럼밀도(PSD: power spectral density) 값이 대조뮤직비디오보다 낮게 나타나는 경향을 보였다. 알파 대역은 시각적 자극에 대한 주의 정도와 역상관을 보이는 주파수 대역으로 선행 뇌 과학 연구에서 알려져 있다. 실험 2에서는 fNIRS로 측정된 전두엽의 옥시헤모글로빈(oxy-Hb) 농도 변화 반응의 파워스펙트럼밀도를 분석하였다. 그 결과, 강남스타일을 1분간 연속 시청한 경우 생성된 파워값이 대조 뮤직비디오인 ‘It’s cold in the D.’를 볼 때 보다 상대적 저주파(< 0.1Hz)구간에서 더 크게 나타났다. 이 같은 결과는 향후 미디어 시장에서의 콘텐츠 성공 가능성을 미리 가늠해 볼 수 있는 지표로써 활용이 가능할 것으로 여겨져, 앞으로 뉴로마케팅의 성장이 기대된다.

핵심주제어: 뇌파, 근적외선분광뇌영상, 뮤직비디오, 파워스펙트럼분석, 유튜브, 조회수, 알파파

양 승 은 | 성균관대학교 경영대학 박사과정, 주저자
이 은 주 | 성균관대학교 경영대학 교수(elee9@skku.edu), 교신저자
백 승 호 | 고려대학교 바이오융합공학과 석사과정
김 법 민 | 고려대학교 바이오융합공학과 교수

ABSTRACT

Gangnam Style, is the most viewed music video(MV) in the history of YouTube. *Gangnam Style* set the world record of 1.7 billion views within the first year of release. In order to discover the neural correlates of the popularity of MV in the broadest sense, we investigated prefrontal blood oxygenation responses to the MV of Psy's '*Gangnam Style*' by using electroencephalogram (EEG) and functional near infrared spectroscopy (fNIRS). In a pilot behavioral survey, all subjects evaluated Psy's MVs to be more enjoyable than the contrast MVs($t=17.02$, $p < 0.0001$).

In Study 1, a within-subject design was used wherein 42 subjects watched four music videos to include two Psy's MVs, and two other contrast MVs. Signals from EEG, F3, on the frontal channel were analyzed and revealed that the electrophysiological activities during the time when subjects watched Psy's MVs represented lower power spectra of the low-frequency alpha band, and the pattern was significantly different from the EEG alpha signals recorded during the time subject viewed two contrast MVs. Lower alpha-band signals are known to represent heightened visual attention in previous neuroscience studies.

In Study 2, we recorded subjects' hemodynamic responses to Psy's *Gangnam Style* and a contrast MV using fNIRS, which is one of optical-based neuroimaging techniques. In particular, fNIRS signals, which may represent cerebral blood flows of hemoglobin oxygenation associated with functional brain responses. There were significant differences in the low frequency oscillations (LFO) between Psy's '*Gangnam Style*' and the contrast MV such that the power spectral densities of LFO for '*Gangnam Style*' was significantly higher than those of the contrast MV in both the fundamental (< 0.05 Hz) and harmonic (0.07-0.09Hz) bands. These results may indicate that we now can investigate the neural correlates of the worldwide success of MV contents.

Keywords: Music Video, EEG, fNIRS, Power Spectral Analysis, YouTube, Alpha Band

Yang, Seungeun | Doctoral Student of Marketing at Neuromarketing Laboratory, Business School, Sungkyunkwan University

Lee, Eun-Ju | Professor of Marketing at Neuromarketing Laboratory, Business School, Sungkyunkwan University

Paik, Seung-Ho | M.S. student of Biomedical Optics Laboratory at Korea University

Kim, Beop-Min | Professor of Biomedical Optics Laboratory at Korea University

I. 서론

“오빠 강남 스타일~” 가수 싸이를 국제스타 반열에 올려 놓은 일등 공신은 유튜브(www.YouTube.com)에 올라 온 ‘강남스타일’ 뮤직비디오이다. 유튜브에 업로드 되어 있는 이전 만 개 이상의 뮤직비디오 중에서 싸이의 강남 스타일은 20억 이상의 조회수를 기록하며, 조회수 세계 신기록이라는 역사적인 성과를 올리고, 전 세계인들의 사랑을 받았다. 그의 뮤직비디오는 어떻게 전세계인들의 마음을 사로잡은 것일까? 대중음악의 성공에는 한 시대와 그 시대를 이끌어가는 특정 세대가 선호하는 트렌드로 대표되는 멜로디와 비트, 영상, 유머 등의 특징 문화적 코드가 관여한다. 그러나 싸이의 성공은 역사상 전무후무한 기록으로, 한류 콘텐츠가 아시아 문화권의 한계와 언어장벽에 제한 받지 않고, 전세계인에게 통할 수 있다는 세계적 보편화 가능성에 대한 확신을 한껏 높였다. 싸이의 이런 성공은 어떻게 가능했을까? 강남스타일 뮤직비디오의 성공요인을 살펴보면 세가지로, ‘유머와 독특함(The Humor and Unique)’, ‘쉽고 기억하기 쉬움(The Easy and Catchiness)’ 그리고, ‘자신과 비슷함(The Same Feather)’을 제시하곤 한다(오세정 2012). 누구나 따라 부르고 출 수 있고 누구나 즐길 수 있는 문화 콘텐츠로서의 팝 뮤직비디오는 우리의 뇌에서 어떻게 처리되는 것일까?

본 뉴로마케팅 연구에서는 뉴런의 전기적 활동을 측정하기 위한 뇌파 측정기(EEG: electroencephalogram 이하 EEG로 칭함)와 전전두엽에서의 옥시헤모글로빈의 농도변화를 광학적으로 측정하기 위한 뉴로이미징 기기로서 기능성근적외선분광뇌영상(fNIRS: functional near-infrared spectroscopy 이하 fNIRS로 칭함)을 사용하여 싸이의 강남스타일을 보고 듣는 우리 뇌의 반응을 다각적으로 분석하였다. EEG는 뉴런의 그룹활동

을 전기적으로 측정하는 것으로 상대적으로 잘 알려져 있으나, fNIRS는 기존 뉴로마케팅 연구들에서는 다루지 않았던 뉴로 이미징 기기로서, 기능성자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging)이 혈류의 변화를 자기장으로 측정하는 것과 구별되게, fNIRS는 뇌혈류역학반응(hemodynamic response)을 광학적으로 측정하는 장치이다. 본 연구에서 사용한 fNIRS는 광학적 특성 상 전전두엽의 혈류역학변화를 측정하기에 적합하므로, 이마에 광극판을 부착하고 780nm와 850nm의 두 파장대에서 전전두엽 혈류 변화 중 산화헤모글로빈의 농도변화를 약 10-14 Hz의 주기(1초에 약 10-14번의 데이터 수집빈도)로 측정하였다. 전전두엽은 의사 결정과 판단을 담당하는 부위로, EEG와 fNIRS를 이용하여 전전두엽의 활동을 다각적으로 측정함으로써 현 시점에서 가장 성공한 팝 뮤직비디오인 싸이의 강남스타일을 시청할 때 뇌의 전기적, 혈류 역학적 반응의 특성을 규명해 보고자 하였다.

II. 이론과 가설

1. 뉴로마케팅(Neuromarketing)

뉴로마케팅(neuromarketing)이란, 신경계의 단위인 뉴런(neuron)과 마케팅(marketing)의 합성어로, 마케팅과 뇌신경과학의 융합적 학문이다. 주로 특정 제품이나 브랜드, 광고에 대한 소비자의 숨겨진 태도(implicit attitude)를 탐색하거나 구매결정과정(decision process)에서 일어나는 일련의 심리상태 변화를 추적하기 위해 뇌의 전기적 신호와 혈류의 역학반응을 분석한다. 이 과정에 있어서 뇌파검사 혹은 뉴로 이미징 기법을 적용하여 구매 상황에 소비자의 뇌가 어떻게 반응하는지를 분

석하여 의미를 도출하는 학문 분야를 뉴로마케팅이라고 한다(Lee, Broderick, and Chamberlain 2007; 신현준, 이은주 2011). 하루에도 수없이 반복하는 수많은 소비 활동들이 이루어지는 동안 우리의 뇌 안에서는 매우 빠르게 모든 자극들이 처리 혹은 무시되는 과정을 거쳐, 행동 반응이 생성된다.

이 같은 일련의 과정들은 인간의 뇌 안에서 매우 정교하게 연결된 뉴런 네트워크의 활동을 통해서 이루어지며 특정 뇌 영역의 활성화 여부는 뉴런 네트워크에서의 전기적 반응을 통해 확인할 수 있지만, 대뇌의 혈류역학반응(cerebral hemodynamics)을 통해서도 확인할 수 있다. 인간의 몸은 운동을 하면, 산소를 더 많이 필요로 하기 때문에 심장 박동 수가 빨라지면서 혈류의 공급이 많아지는데, 뇌도 마찬가지이다. 뇌 영역의 부분적 대사 요구량에 맞게 혈류가 공급된다. 따라서 인지나 감정의 다양한 기능을 수행할 때도 혈류량이 증감할 수 있다(Cutini, Moro, and Bisconti 2012; Kochel et al. 2011). 이처럼 다양한 마케팅 자극에 따른 신경과학적 반응을 분석하여, 소비자들의 정보처리, 구매의사 결정 및 브랜드 선호의 숨은 기제를 밝히고자 하는 것이 뉴로마케팅이다.

뉴런과 혈류반응의 측정

인간의 뇌는 최첨단의 학문과 기술의 발전에도 불구하고, 아직까지 밝혀지지 않은 부분이 더 많은 미지의 공간이다. 인간의 신체에서 가장 큰 역할을 수행하고, 있지만 아직까지 밝혀지지 않은 부분이 더 많은 블랙박스 와 같은 존재는 바로 '뇌(brain)'라고 할 수 있다. 이를 탐색하기 위해 그 동안의 뇌 과학 연구들은 주로 EEG를 이용한 뇌의 전기적 반응 혹은 fMRI와 fNIRS를 이용한 뇌의 혈류 반응들의 독립적 결과만을 분석해왔다. 하지만, 최근 연구의 흐름은 단일 반응만을 연구하는 것

이 아니라, 뇌에서 일어나는 뉴런의 전기적 반응과 혈류 반응을 결합하여 이 둘간의 반응이 상응해야 한다는 신경혈관커플링(neurovascular coupling)의 개념이 급부상하고 있다. 이는 동일한 자극에 대해 뇌파와 혈류 반응을 동시에 측정하여, 두 가지 기법 간의 동일한 결과가 나올 때, 그 결과가 더 신뢰할 만 하다는 것을 의미한다.

많은 연구들에서 신경 활동과 혈류의 관계는 매우 밀접하게 연관되어 있다는 것을 확인할 수 있으며, 신경 활동이 증가하는 것에 맞추어 혈류 또한 증가한다고 알려져 있다. 이를 '신경혈관 커플링(neurovascular coupling)'이라고 한다. 즉, 신경혈관 커플링이란 뇌에서 발생하는 뉴런의 전기적 반응에 따른 국지적 신경활성과 혈류반응이 상응하는 것을 의미한다. 기본적으로 뉴런의 신경활동(neuronal activity)은 국지적인 혈류(blood flow)로부터 에너지를 공급받기 때문에, 신경활동으로 인한 반응 혹은 그로 인해 발생한 신경전달 물질들과 혈류역학반응간의 결합(coupling)을 이해하는 것은 뉴로 이미징 기법들을 통해 얻어진 데이터를 보다 신뢰성 있게 해석하는 데 매우 중요한 역할을 한다(Choi et al. 2006; Metea and Newman 2006). 따라서 인간의 뇌에서 일어나는 일련의 활동들을 살펴보는 데 있어서 신경혈관커플링의 관점에서 연구문제를 해결해 나가는 것은 매우 중요한 과제이다.

뇌 신경과학 장비들을 이용한 뉴로마케팅 실험을 통해 얻어진 데이터는 그 결과를 해석해 내는 데 있어서 매우 많은 어려움이 있다. 그 중에서 가장 어려운 점은 인간의 뇌는 매우 고차원적이며, 다면적인 감각 수용기를 통해 여러 형태의 자극을 동시다발적으로 처리하기 때문에, 실험에서 얻어진 데이터에서 의도한 자극 이외의 자극으로 인해서 발생한 잡파(noise)를 제거하고 데이터 분석을 진행하여야 한다. 이 과정에서 1초에도 수십, 수백 개의 데이터를 수집하는 장비의 특성으로 인해 매우

방대한 양의 빅 데이터를 처리하는 과정을 거치게 되는데, 이 때 분석의 방향을 제시해 줄 단초가 필요한 것이다. 즉 신경혈관커플링의 관점에서 연구를 진행함으로써 본 실험에서의 fNIRS와 같은 뉴로이미징 장비를 통해 얻어진 혈류역학반응을 해석해 내는 과정에서 EEG를 통해 얻어진 뇌파의 결과와 결합하여 잡파의 제거 및 좀더 신뢰성 있는 해석의 방향을 설정할 수 있는 것이다.

뇌에서 신경세포(뉴런)들이 활동하기 위해 필요로 하는 에너지원은 혈액을 통해 얻어지는데, 뇌에서 혈액의 소비량을 살펴보면, 전체 혈류량의 약 15%이상을 소비하며, 여기서 산소를 얻는다. 다시 말해, 신경세포의 활성화를 위한 연료에 해당하는 에너지원을 혈액이 공급하고 있는 것이다. Sorond et al. (2013)의 연구 결과에 따르면, 신경혈관 커플링을 통해 혈관장애가 실제로 인지적 기능의 문제를 발생시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 구체적으로 그들은 혈관장애로 인해 혈류량의 감소가 발생함으로써 생길 수 있는 인지적 문제가 코코아를 섭취함으로써 혈류량의 증가시킴으로 인해 인지적 기능이 회복될 수 있음을 보여주었다.

최근 뉴로마케팅 연구에 따르면, 지속가능 제품을 선택하는 소비자는 일반제품을 선택한 소비자에 비해서 고차원적 인지기능을 관장하는 영역인 전두-두정엽 신경네트워크에서 상대적 저주파인 세타파의 활성도가 더 높은 것을 확인하였다(Lee et al. 2014; 이은주 외 2013). 지금까지 뉴로마케팅 연구로서 신경혈관커플링을 응용한 연구는 거의 없다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 실제 소비자 콘텐츠에 대한 신경혈관커플링 반응을 조사한 첫 번째 시도라는 점에서 의미가 있다.

2. 대중문화에 대한 소비자의 뇌 반응

현대 사회의 소비생활에 있어 대중문화가 미치는 영향력

은 매우 크지만 이에 대한 체계적 연구는 많지 않다. 특정가수의 음악을 선호한다는 것은 단순히 음악의 성공, 음반판매량의 증가만을 의미하지 않는다. 싸이와 같은 국제적 성공의 경우, 국가 이미지의 긍정적 홍보에 이바지 하여, 해당 국가에 대한 호기심과 선호로까지 이어지기도 한다. 대중문화의 파급력이 이토록 크다는 것은 반복적인 경험으로 모두들 알고 있지만, 소비자들이 왜 그 음악을 좋아하는지에 대한 이유나 선호기제를 정확하게 밝히는 것은 매우 어렵다. 대중문화 소비에 대한 한가지 대안적 연구방법론으로써 뉴로마케팅의 가능성을 탐색한 연구들이 최근 보고되고 있다. 대중음악의 성공가능성을 자기공명영상으로 측정한 혈류 반응과 연동시킨 한 연구에서는 피험자들에게 그들이 전혀 접해보지 못했던 시대의 곡을 선정하여 들려준 후, 이들이 음악을 듣는 동안의 뇌활동을 측정한 후 그 결과를 해당음악의 음반 판매량과 상관관계를 분석해보았다(Berns and Moore 2012). 이 연구에서는 안와전두피질(orbitofrontal cortex)과 복측선조체(ventral striatum) 등 뇌에서 보상과 관련된 반응을 하는 영역이 활성화 되는 것을 확인할 수 있었는데, 이 경우 미래의 구매결정을 예측할 수 있다고 보고한다.

대중문화의 소비 선택에 있어서는 인지적 요소보다는 감정적 요소가 선택을 결정할 수 있다. 전두엽은 주로 고등인지 기능과 통제에 관여하는 뇌의 사령탑인 동시에 감정을 통합하고 주관적 가치를 결정하는 매우 고차원적이고 주요한 뇌 영역이다. 기존 연구들을 살펴보면, 전두엽 피질의 신호를 분석함으로써 인간의 감정을 예측한 선행연구들이 있다. 광고를 보면서, 전두엽의 뇌파(frontal EEG)를 측정한 연구에서는 감정적인 인지처리를 할 때 좌뇌우세(left hemispheric dominance) 현상이 나타나는 것을 확인했다(Ohme et al. 2010). 감정에 대한 또 다른 연구에서는 전두엽 피질(prefrontal

cortex)의 혈류역학의 활성(hemodynamic activity)을 근적외선분광장치(NIRS)를 이용하여 관찰하였다. 음악을 들으면서 느낀 감정요소를 선호와 흥분 정도로 구분하여(valence: positive versus negative, arousal: intense versus neutral)을 측정하였는데, 결과에 따르면 피험자가 음악을 듣는 동안 전두엽 피질을 측정하는 것 만으로 피험자 스스로 인식하지 못했던 감정적 반응의 유인가(valance)와 각성(arousal)의 정도를 예측할 수 있는 패턴을 찾아냈다고 한다(Moghim et al. 2012). 이 외에도 뮤직비디오를 보면서 피험자의 뇌파를 측정할 EEG 연구에서는, 여러 대뇌 피질 영역(cortical region)에서의 주파수 파워(frequency power)가 뮤직비디오에 대한 개인의 선호도와 연관성이 있었는데, 특히 EEG데이터의 상대적 저주파인 알파와 세타 영역에서의 변화가 선호와 연관성을 가진 것으로 나타났다(Koelstra et al. 2010).

3. 뮤직비디오와 소비자의 뇌파 반응

뇌파의 개념 (EEG)

기본적으로 인간의 뇌에서의 일어나는 뉴런의 전기적 활동을 뇌파라고 하는데, 주파수와 진폭에 따라서 그것을 분류하며, EEG 데이터에서 주파수(frequency)의 다양한 대역인 알파(α), 베타(β), 세타(θ), 감마(γ)에서의 진폭강도인 파워스펙트랄밀도값(Power Spectral

Density: PSD)으로 표현된다(표 2-1). 인간의 뇌에서 나오는 전기적 신호를 포착하고, 뇌파(electroencephalogram: EEG)라고 밝혀낸 것은 1924년 독일의 정신과 의사 Hans Berger가 최초였다. 그 후, 그는 1929년 뇌파를 측정하는 기계를 고안해 내고, 뇌파를 그림으로 그려 표현하였다. 이 때부터 인간의 뇌파에 대한 연구가 시작되었다고 할 수 있다(Berger 1929). 그 이후, 80년이 넘는 시간이 지났어도 여전히 뇌파는 뇌신경과학 연구에서 비침습적 방식(non-invasive manner)의 가장 활용도가 높은 연구 방법이다(Sauseng and Klimesch 2008).

뇌파의 측정은 국제적인 뇌파전극위치 기준인 10-20 시스템(international 10-20 system)에 따라서 전극(electrode)을 두피에 부착하여 수백 헤르쯔(Hz) 이상의 고감도로 뉴런의 전기적 활동 데이터를 얻을 수 있기 때문에 시간적인 해상도(temporal resolution)가 매우 뛰어나다. 전극을 부착하는 위치에 따라서 크게는 전두엽, 두정엽, 후두엽 등과 같은 대뇌의 큰 영역 등은 물론이고 부착하는 전극의 수에 따라서 매우 세부적인 영역들 각각의 데이터를 얻을 수 있다. 적게는 10개 이내의 채널을 이용하여, 대표적인 영역만을 측정하는 경우를 비롯해서 100개 이상의 채널을 이용하여 모자(cap)형태로 착용하는 방식의 기기 등을 사용한다.

위와 같은 과정을 통해 부착된 뇌파측정 기기를 통해 수집된 뇌파 데이터를 주파수에 따라 분리하여 분석하는

〈표 2-1〉 뇌파의 종류와 주파수 대역

뇌파 (Brain Wave)	주파수 대역 (Frequency Band)	특성
Delta (δ)	0.1 - 4 Hz	깊은 수면
Theta (θ)	4 - 8 Hz	REM 수면, 창의
Alpha (α)	8 - 13 Hz	시각적 주의
Beta (β)	13 - 30 Hz	긴장, 스트레스
Gamma (γ)	30 - 80 Hz	근육 움직임, 다중감각처리

(Sauseng and Klimesch, 2008)

것이 주파수 분석(frequency analysis)이다. 여기서 주파수란, 위에서 언급한 알파(α), 베타(β), 세타(θ), 감마(γ) 등과 같은 파형이다. Berger (1929)는 우리가 가장 익숙한 알파파(α : alpha wave, alpha rhythm)가 인간의 뇌파에서 가장 대표적인 파형(wave form)이라고 하였다. 눈을 감아 시각적 자극이 없는 안정적인 상태에서 알파파는 크게 나타나며, 눈을 떠서 시각적 자극이 들어올 경우 진폭(amplitude)이 감소하는 형태로 시각적 자극과 역의 상관관계를 갖는다. 또한, 8-13Hz의 간격으로 정점(peak)를 보이는 형태의 파형을 가지며, 이를 알파리듬(alpha rhythm)이라고 한다(Berger 1929; Sauseng and Klimesch 2008). 알파파는 뇌파연구에서 가장 오랫동안 연구되어 왔고, 현재까지도 가장 활발하게 연구되고 있는 분야이다.

알파파가 시각적 자극과 역의 상관관계를 가지는 특성이 본 연구에서 알파파를 중요하게 다루고 있는 이유이다. 알파파는 다른 파형들에 비해서, 외부에서 들어오는 시각적 자극에 매우 민감하게 반응하기 때문에 시각적 자극의 정도에 따른 인지적 그리고, 정서적 반응을 보는 데 있어서 매우 유용한 뇌파의 형태이다. 선행 연구들을 살펴보면, 외부에서 들어오는 시각적 자극이 줄어들면서 알파파의 파워가 줄어드는 현상을 확인할 수 있는데 이것을 '알파블로킹(alpha blocking)'이라고 한다(Rothschild and Hyun 1990; Rothschild et al. 1988). 이는 시각적 자극의 정도가 알파파의 강도에 영향을 미친다는 것을 과학적으로 증명한 것으로, 본 연구에 매우 중요한 단서를 제공한다. 실험 자극물로 사용된 뮤직비디오의 특성 상 단지 음악적 완성도나 정서적 측면에서의 감흥만이 성공의 척도가 되는 것이 아니라, 오히려 시청각 자극인 뮤직비디오는 영상이 가지는 시각적 자극의 완성도가 성공의 척도가 될 수 있을 것이라 예상할 수 있는 것이다. 시각적 완성도는 시각적

주위와 흥미를 유발시킬 수 있으며, 이는 해당 콘텐츠가 대중성으로 발전할 수 있는 하나의 기제가 될 수 있다. 따라서 실험 1에서의 자극의 시각적 완성도를 가장 크게 반영할 수 있는 알파 대역에서, 싸이의 뮤직비디오와 대조뮤직비디오의 차이를 규명해 보고자 아래와 같은 가설을 설정하였다.

가설 1: 싸이의 뮤직비디오의 경우, 대조 뮤직비디오에 비해서 알파 대역의 파워스펙트럼밀도(PSD: power spectral density) 더 적게 나타날 것이다.

4. 혈류역학반응(blood hemodynamic response)

뇌의 전기적 활동에 비해 뇌 혈류 반응에 대한 주파수 분석은 상대적으로 많이 시행되지 않았다. 하지만, EEG의 주파수 별 파워분석방법과 유사하게, 뇌혈류역학반응에서도 주파수 분석을 통해 의미 있는 정보를 도출할 수 있으며, 뇌혈류역학반응의 주파수(frequency) 분석이 미국 하버드 대학 등 일부 저명한 세계적 랩에서 시도되고 있다는 점을 미루어 볼 때, 이것이 매우 선도적인 연구 방법임을 짐작해 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 뇌 혈류 분석에 있어서 주파수 측면에서의 접근을 시도해보았다. 선행 연구에 의하면 시각적 자극이 강한 자극의 경우, 저주파(low frequency Hz) 구간에서 파워스펙트럼밀도값이(power spectra density)가 증가하는 것이 여러 연구에서 확인되고 있다(Koelstra et al. 2010; Zhang, Strangman, and Ganis 2009). 대중문화에 대한 소비자의 반응은 인지적, 이성적인 측면보다는 즉각적 재미와 흥미유발, 혹은 시청자의 눈길을 끌 수 있는 시각적 흡입력이 있어야만 콘텐츠에 대한 선

택이 이루어진다. 따라서 시각적 주의를 유발할 수 있을 만큼 감정적 반응을 불러일으키는 자극이 있을 때, 이를 반영하는 전전두엽에서 어떤 반응이 일어나는지를 구체적으로 살펴볼 필요가 있다(Naqvi, Shiv, and Bechara 2006; Wheeler, Davidson, and Tomarken 1993).

먼저, fNIRS를 이용한 대표적인 실험인 Jobsis (1977)의 연구에서는 선호하는 이미지 혹은 그와 대조적 이미지를 볼 때, 안와전두피질(orbitofrontal cortex)과 복내측전전두엽피질(ventromedial prefrontal cortex)에서 선호도와 혈류량의 유의미한 변화를 발견하였다. 또한, 전전두엽에서도 감정을 담당하는 복내측전전두엽(vmPFC)의 경우, 특히 부정적인 감정에 대한 처리를 어떻게 하는지에 대한 연구들이 많다. 편도체(amygdala)와 전전두엽(prefrontal cortex)은 감정조절 작용을 담당하고 있어서, 부정적인 감정을 조절한다고 알려져 있다(Urry et al. 2006). 또한 부정적인 분위기(mood)나 정서(affect)를 경험했을 때, 복내측전전두엽피질(vmPFC)에서의 국소적 대뇌혈류(rCBF: regional cerebral blood flow)가 증가하는 것을 밝힌 연구도 있다(Zald, Mattson, and Pardo 2002).

뇌혈류역학반응의 주파수 분석은 좀 더 조심스런 접근이 필요하다. 주파수 반응의 경우, 자극에 대한 반응 및 기능에 의해서뿐만 아니라 다양한 신체대사활동의 신호도 반영될 가능성이 있기 때문이다. 따라서, 데이터에 나타난 신호가 자극물에 대한 인지, 감정적 기능의 반응인지, 자연스런 생리활동에 의한 잡파(noise)인지를 구분하는 것이 중요하다. 혈류 데이터에서 구분되어야 하는 중요한 잡파 중의 대표적인 두 가지는 혈관운동과 호흡으로 인해 발생하는 잡파이다. 먼저, 혈관운동신경(vasomotor) 현상을 살펴보면, 심장 박동수는 1분에 약 60-70회로 1-1.17Hz에 해당하게 된다. 그리고, 성인은 일반적으로 1분에 12회 정도 호흡을 한다. 이를

계산하면, 1초에 0.2회로 이는 0.2Hz에 해당한다. 이들 각각의 주파수에 해당하는 데이터는 실제 자극에 대한 반응이라고 보기 보다는 인간의 자연스러운 생리활동으로 인한 것으로 잡파로 볼 수 있다(Shoham and Grinvald 2001). 데이터에서 자극에 대한 반응만을 찾아내기 위해서 잡파를 처리하는 방식을 보면, 주로 파워스펙트럼밀도(PSD) 분석을 통해 자극에 대한 반응에서 대조대잡파비율(CNR: contrast-to-noise ratio)을 평가하고 있다(Zhang, Brown, and Strangman 2007; Zhang et al. 2009). 생리적으로 발생한 잡파(noise)를 측정하여 이를 수학적으로 제거하는 데이터 처리 알고리즘도 계속적으로 개발되고 있다(Kim et al. 2011).

본 연구에서는 자극의 시각적 완성도에 초점을 맞추어 주파수 분석을 시도하고자 하였는데, 먼저, 뮤직비디오라는 콘텐츠가 가지는 시각적 특성을 살펴보면, 일반적으로 뮤직비디오의 시각적 자극은 짧은 1-3초 간격으로 다양한 장면들이 신속하게 전환되는 구성을 가지게 된다. 만일 롱테이크 촬영기법과 같이 하나의 장면이 화면에서 오래 지속된다면 지루함을 유발하여, 시각적 주의(visual attention)에 부정적인 영향을 미치게 되기 때문에, 적절한 장면(scene) 전환 주기를 선정하는 것이 뮤직비디오 제작의 주요한 노하우이다. 특정 자극에 집중하지 않는 자연적인 상황에서 인간의 시각적 주의를 2.5에서 3초 정도의 간격을 두고 분산되는 패턴을 보이고 있다고 한다. 따라서 0.3-0.4Hz는 일상 생활에서 주의를 분산되는 패턴으로 봐야 할 것이다(Shoham and Grinvald 2001). 뮤직비디오처럼 다양한 장면이 1-2초 안에 설새 없이 전환되는 시각적 자극의 경우이더라도 구성 플롯의 전체적인 스토리 라인은 좀더 긴 주기로 제시된다. 예를 들어, 1분 동안 방영되는 뮤직 비디오에 완전 몰입하여 반응할 경우, 뇌의 대사 요구량은 일정한

방향으로 증감하므로, 혈류역학반응 주기, 특히 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 변화주기는 0.0166Hz의 주파수를 가질 수 있을 것이다. 반면, 주요한 장면(scene)이 선택되어 있는 구조에서는 콘텐츠의 내용 전환주기에 따라 뇌혈류역학반응 주기에 연관성을 보일 것으로 예상할 수 있다. 기존의 뇌 과학 분야의 fNIRS 연구에서 자극에 대한 뇌혈류역학반응에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)과 디옥시헤모글로빈(deoxy-Hb)의 차이는 주로 0.1 Hz 이하의 저주파 구간에서 확인할 수 있는데(Elwell et al. 1999; Elwell et al. 1996; Hoshi and Tamura 1997; Hoshi et al.1998), 자극구간과 기준구간(baseline) 간의 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 차이를 살펴봤을 때, 낮은 주파수(LFO: low frequency oscillations)와 매우 낮은 주파수(VLFO: very low frequency oscillations)에서 유의한 차이를 보이는 것을 나타냈다(Obrig et al. 2000). 연구에 따르면, 시각적 자극의 유무는 저주파 구간에서 반응이 일어나는 것을 확인하였는데(Zhang et al. 2009), 구체적으로 0.02-0.04Hz를 핵심구간(fundamental band), 0.06Hz 이상 0.8Hz이하 구간을 제2조파구간(second harmonic band)이라고 하여, 시각적 자극은 위의 두 구간에서 반응을 보이는 것으로 보고하고 있다. 따라서, 뮤직비디오 시청 시에도 강한 시각적 자극으로 저주파 대역(low frequency band)에서 뇌 혈류 반응이 강하다면, 뮤직비디오의 시각적 자극에 대한 주의 집중 및 수용도가 높아진 것이라 예상할 수 있을 것이다.

또한, 즐겁고 흥겨운 음악과 같이 재미와 행복감을 유발시키는 자극은 특정 뇌 영역의 활성화를 유발한다. 더욱이 fMRI나 fNIRS는 공통적으로 혈류의 변화를 반영하는 지표이므로, 연구방법론적인 측면에서 유사한 원리를 가진다. 따라서, 특정 콘텐츠를 선호하는 긍정적 감정 반응으로 인해 증가한 두뇌 활동에 따라 변화한 뇌혈

류역학반응으로 인한 국소적대뇌혈류(rCBF: regional cerebral blood flow)의 증가는 두뇌활동의 증가와 맞물려 있다는 fMRI 연구에서 발견된 원리를 fNIRS의 연구가설 도출에 적용하여도 큰 무리는 없을 것이다(Villringer and Chance 1997). 긍정적인 자극물에 대해서 뇌혈류역학반응이 변화하면서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 양이 증가하는 이유는 인간이 기본적으로 긍정적인 감정을 유발하는 것에 대해서는 좀 더 가까이 하려 하고 관심을 갖지만, 부정적인 감정을 유발하는 것에 대해서는 피하려고 하기 때문이다.

즐겁지 않은 감정이 유발될 경우, 전혀 다른 형태의 두뇌 활동이 일어나게 된다. Obrig et al. (2000)의 연구에 따르면, 과탄산혈증(hypercapnia)을 유발하기 위해 5%의 이산화탄소(CO₂)를 마신 피험자들은 저주파가 아닌, 0.2Hz 이상의 고주파에서 더 큰 파워스펙트럼밀도(PSD)를 보였다. 과탄산혈증 상태에 빠지면, 산소(O₂) 부족 현상으로 인해서 혈중 이산화탄소의 부분압이 급격히 상승하게 되며, 이에 따라 두통 및 졸음 등의 현상들이 나타날 수 있는데, 이는 우리가 즐겁지 않은 자극을 접할 때 일어나는 감정적 반응과 유사하다. 그러므로 본 실험에서 싸이의 강남 스타일 뮤직비디오의 대조 뮤직비디오를 볼 때, 이와 유사한 반응이 일어날 것이라 예측할 수 있다. 대중적으로 큰 선호를 얻었던 싸이의 강남 스타일 뮤직비디오와 같은 긍정적 자극의 경우, 소비자들이 이를 좀 더 가까이 하려는 노력의 일환으로 좀 더 많은 인지 및 감정 처리를 하게 될 것이라 예상할 수 있으며, 이에 따라 싸이의 강남 스타일 뮤직비디오를 볼 때, 뇌혈류역학반응 중 옥시헤모글로빈의 농도가 증가할 것이라고 예측하였다. 그렇다면, 다양한 장면(scene)의 변화로 시각적 자극 정도를 높인 싸이의 강남스타일 뮤직비디오는, 지루하고 따분한 대조 뮤직비디오에 비해서 0.1Hz 이하의 저주파 구간에서의 파워스펙트럼밀도(PSD)

가 높을 것이라 예측할 수 있다.

또한, 전술한 바와 같이 뮤직비디오 시각 자극의 전환 속도와 자극의 길이(stimulus length)가 결정적인 영향을 미치게 될 것이다. 예를 들어, 1분 동안 방영되는 자극의 경우, 0.0167Hz의 주파수를 가지게 되어 저주파진동에 반영된다. 그렇다면, 강한 시각적 몰입을 유발하는 뮤직비디오의 경우 장면(scene) 전환주기 또한 저주파 뇌혈류역학반응주기와 일치하는 혈류 변화를 야기할 것이라 예상할 수 있다. 다시 말해, 시각적 자극이 강한 뮤직비디오의 경우 저주파 대역(low frequency band)에서 콘텐츠 기반의 주파수와 뇌혈류역학반응의 주파수 간 상호 일치적 반응이 보인다면, 이는 시각 콘텐츠를 처리 하기 위해 뇌가 필요한 자원을 조달하는 과정으로 자극 수용도가 매우 높아진 것이라 예측할 수 있다. 반면 대조 뮤직비디오와 같이, 재미가 없는 지루하고 따분한 자극으로 피험자들이 대조 뮤직비디오를 볼 때는 뮤직비디오의 시각적 자극을 뇌가 주의 깊게 처리하지 않고 자연적인 주의분산 현상으로 생체잡음을 반영하는 0.2Hz 이상의 고주파 구간에서 파워스펙트럼밀도(PSD)가 높을 것이라 예상된다. 따라서 아래와 같은 가설을 도출하였다.

가설 2: 싸이의 뮤직비디오의 경우, 대조 뮤직비디오에 비해서 전두엽 영역에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb) 농도 변화 반응의 파워스펙트럼밀도(PSD: power spectral density)가 상대적으로 저주파 구간에서 더 크게 나타날 것이다.

가설 3: 대조 뮤직비디오의 경우, 싸이의 뮤직비디오에 비해서 전두엽 영역에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb) 농도 변화 반응의 파워스펙트럼밀도(PSD: power spectral density)가 상대적으로 고주파 구간에서 크게 나타날 것이다.

III. 실험 1: EEG

1. 자극물 선정

국제적으로 가장 파급력이 크고, 대중적 선호를 얻은 뮤직비디오로서 실험 당시 '최고 뮤직비디오'에 선정되었던 가수 싸이의 강남스타일과 후속작인 젤틀맨을 실험 자극물로 선택하였다. 자극물의 선정 기준은 대다수의 대중들이 선호 한 자극물을 대상으로 하였고, 그 중에서도 음악은 일반 대중에게 친숙하고, 영상의 경우 이해하기가 너무 어려운 자극물이 아니라 대다수가 공감하고 웃음을 유발할 수 있는 뮤직비디오를 선정기준으로 삼았다. 강남스타일은 2012년 7월 15일 발매 후 두 달여만인 9월 13일 처음으로 64위로 미국 빌보드 차트에 진입하는데, 이 순위는 이전에 원더걸스가 '노바디'로 기록한 76위를 뛰어넘는 한국 가수 최고 순위이다. 이 후에도 급격한 순위 상승을 보여 빌보드차트(Billboard Chart)에서 무려 7주간이나 2위에 머무르게 된다. 뿐만 아니라, 9월 27일자로 싸이는 영국 싱글음반 차트(The UK Single Chart)에서 1위를 차지하고, 전 세계 아이튠즈(iTunes) 순위에서 타이완, 태국 등의 아시아 국가는 물론, 핀란드, 네덜란드, 그리스 등등의 유럽과 캐나다, 남미 국가에서도 1위를 차지하는 등 전세계 수많은 나라의 순위에 이름을 올렸다. 현재, 강남스타일 뮤직비디오는 세상에서 가장 많이 본 뮤직비디오로 기네스북에 등재되었다. 복수의 싸이의 뮤직 비디오를 실험에 포함시키기 위해 위해 싸이의 후속작인 '젤틀맨'을 추가적으로 선정하였다. 강남스타일은 실험 시점 유튜브 조회수가 20억, 젤틀맨은 7억을 기록하고 있었다.

이에 비해 대조뮤직비디오로는 싸이의 음악과 크게 다르지 않은 대중에게 친숙하고 비트가 있는 음악을 우선적으로 찾았고, 영상에 있어서도 마찬가지로 특별히 어

렵지 않은 내용이지만, 소재나 스토리, 완성도에 있어서는 최악의 평가를 받는 곡을 우선적으로 선정하였다. 최종적으로 싸이의 '강남스타일(이하 '강남'으로 칭함)'과 대조 자극으로 T-Baby의 'It's cold in the D.(이하 '콜드'라 칭함)'를 선정했다. 콜드는 2008년 1월 3일자로 유튜브에 업로드 되었는데, 인터넷에서 이 동영상을 본 사람들은 이 동영상이 얼마나 끔찍한지에 대해 얘기했고, 이는 최악의 뮤직비디오에 대한 사람들의 관심으로 이어져 5년간 조회수 7백 20만 뷰(view)를 기록하였다. 이 뮤직비디오에 대한 평으로는 "영상을 싫어하는 사람(hater)들이 유명하게 만든" 경우로 볼 수 있다. 이렇게 화제가 된 '콜드'는 수많은 음악 사이트들에 커뮤니티에서 최악의 뮤직비디오로 선정되고, 많은 블로거들이 뽑은 최악의 뮤직비디오 순위에 오르게 된다. 해외 음악커뮤니티인 Urban Daily의 CCO(chief creative officer)인 Smokey D. Fontaine는 이 곡의 뮤직비디오를 최악의 뮤직비디오 2위로 선정하였으며, Method Magazine에서는 최악의 랩 장르 뮤직비디오 4위에 꼽았으며, 해외 동영상공유 사이트인 ebaumsworld에서는 최악의 뮤직비디오라는 제목으로 해당 동영상을 올려 놓았다. 추가적으로 선정된 'Bitch, don't kill my vibe(이하 '돈트'라 칭함)'는 흑인 래퍼 Kendrick Lamar의 곡으로 유명 여가수인 Lady Gaga가 뮤직 비디오에 같이 등장하였는데, 이 영향으로 인해서 유튜브 조회수는 상대적으로 높은 2천6백만을 기록하고 있다. 자극물로 사용된 총 4곡의 유튜브 조회수 정보는 아래 <표 3-1>

에 제시되어 있다.

실험하는 동안 영상이 재미있다고 느낀 구간에 피험자들이 오른손으로 앞에 높은 반응패드(response pad)에 숫자 '1' 버튼을 클릭하도록 하였으며 — 네 곡에 대한 피험자들의 클릭 수 평균을 반복측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)을 사용하여 Greenhouse-Geisser correction을 한 분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다($F = 3.739, df = 40, p = 0.023$). 곡(A)와 (B)가 곡(C)와 (D)보다 상대적으로 높은 클릭 반응을 받았다. 그러나 곡(C)와 (D)간에는 유의한 클릭수의 차이가 없었으며 ($F = 1.0, df = 40, p = 0.32$), 곡(A)와 (B)간에도 유의한 클릭수의 차이는 없었다($F = 0.5, df = 40, p = 0.82$).

2. 실험 절차 및 분석 방법

실험디자인

실험 1은 서울 소재 경영대학 재학생 42명을 대상으로 진행하였다. 실험 참가 학생들은 자신이 수강하고 있는 마케팅 관련 과목에 추가점수를 받았으며, 모두 건강하고 신경학적 질환이 없는 오른손잡이였다. 실험의 모든 내용 및 절차는 성균관대학교 생명윤리위원회(Institutional Review Board: IRB)의 승인을 받아 진행하였으며(IRB No. 2013-11003-001), 모든 피험자들은 성균관대 IRB에 의해 승인된 "실험 참여에 대한 동의서"를 작성하였다. 따라서 실험 시작 전 뇌파반응을

<표 3-1> 자극물 총 4곡의 유튜브 조회수 (실험 당시 기준)

곡	유튜브 1일 환산 조회수	유튜브 총 조회수
강남스타일 (A)	2,915,925	2,003,240,465
젠틀맨 (B)	1,662,800	690,061,945
It's cold in the D. (C)	3,151	7,379,441
Bitch, don't kill my vibe (D)	69,621	26,803,949

(www.YouTube.com 참조)

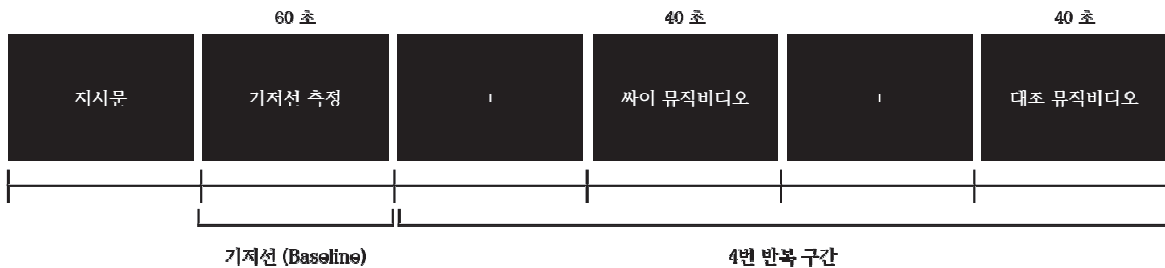
측정하는 실험임을 사전에 안내 받았으며, 이에 동의한 학생만이 실험에 참가하였다. 피험자들은 외부의 소음과 시각적으로 영향을 줄 수 있는 빛이 차단 될 수 있도록 별도로 마련된 차폐실에서 실험을 진행하였다. 먼저 평소 음악을 듣는 습관과 뮤직비디오에 대한 관여도와 같은 일반적인 음악 소비 성향을 묻는 간단한 설문지를 하는 동안, 총 8개의 채널(Cz, Fz, FC1, FC2, F3, F4, P3, P4)로 이루어진 EEG 전극을 부착하였다. 본 실험에서는 생체계측전문기업인 (주) 락싸(LAXTHA, 대전)에서 개발 한 QEEG-8(LXE3208)을 사용하였으며, 512Hz의 수집빈도로 실험을 진행하였다. 전극을 부착하는 동안 피험자들은 편안한 자세로 음악을 듣거나, 친구와 메시지를 보내는 등 자유로운 상태로 있게 하였다. 뇌파를 측정하기 위한 8개의 채널 전극과 오른쪽 귀 뒤쪽 레퍼런스 채널, 그리고 왼쪽 귀 뒤에 그라운드 채널을 수용성 폴(ElefixZ-401CE, Japan)을 이용하여 접착시킨 후, 거즈로 한번씩 덮어주었다. EEG 전극 부착 후, 피험자들에게 특별히 불편함을 느끼지는 않는지 재차 확인하였으며, 가장 편안한 상태로 실험에 임할 수 있도록 유도하였다.

피험자들은 EEG 전극을 모두 부착한 후, 차폐실에 들어가 등받이와 쿠션이 장착된 편안한 의자에 앉아서 뮤직비디오를 시청할 수 있도록 하였다. 움직임으로 인한 잡파(noise)의 혼입을 최대한 방지하기 위하여 의자에 앉은 후, 앞쪽에 설치 된 턱 받침대(chin rest)에 턱을

고정하고 있도록 요청하였으며, 받침대의 위치는 각자의 키나 체형에 맞게 피험자 개인에 맞추어 가장 편안한 상태로 조정하였다. 마지막으로 뮤직 비디오 시청을 위해 필요한 이어폰을 착용하도록 하였는데, 이 때 역시 피험자들의 골격에 맞도록 이어폰의 사이즈를 조절하여 고를 수 있도록 하였고, 착용 후 불편함이 없는지를 확인하였다. 위의 과정들은 약 15분 안에 이루어졌으며, 실험에 들어가기 전 피험자들이 가장 편안하고 안정 된 마음으로 임할 수 있게 하는 것을 최우선으로 이루어졌다.

실험이 시작되면, 피험자들은 24 인치의 1920 X 1080 화소의 고해상도 모니터와 외부의 잡음을 차단하고, 가장 원음에 가까운 음질을 구현하는 고급 청취용 이어폰을 통해서 자극물을 제공받는다. 먼저, 검정 화면(black screen)에 흰색 글씨로 간단한 실험 안내를 공지 받은 후, 기저선(baseline) 측정을 위해 검정 화면에 중앙에 흰색 더하기(+) 표시가 그려진 화면을 60초 동안 응시하도록 요청 받았다. 이는 차후, 분석에 있어서 피험자들의 뇌파의 기저선으로 활용하기 위함이다. 이 후, 싸이 뮤직비디오 2곡(강남스타일(A), 젠틀맨(B))와 대조 뮤직비디오 2곡(Cold in the D.(C), Don't kill my vibe(D))을 시청하였다. 해당 뮤직비디오들은 총 40초씩 보여졌으며, 40초의 총 영상분량에서 각각 10초씩 주요 장면들이 편집된 형태의 구성으로 이루어졌다. 전체 실험 패러다임은 아래 그림 3-1을 통해서 확인할 수 있다. 피험자들이 싸이 뮤직비디오와 대조뮤직비디오를

〈그림 3-1〉 실험 1(EEG) 패러다임



모두 시청하는 집단 내 디자인(winthin-subject design)으로 실험이 진행되었다. 싸이와 대조뮤직 비디오의 제시 순서는 역균형화(counterbalance) 되었다. 모든 실험이 끝난 후, 피험자들에게 참가비로 소정의 금액을 지급하였고, 머리에 붙은 수용성 풀을 제거하기 위해 미용실로 안내하여 불편함이 없이 귀가할 수 있도록 조치하였다.

실험 분석

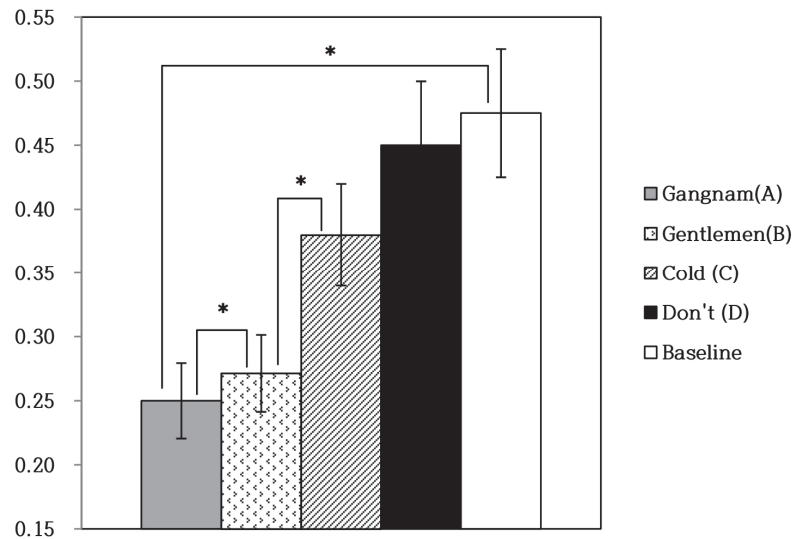
실험이 끝난 후, 결과 분석에 있어서 뇌파분석에서 가장 많이 다루어지는 파워스펙트럼밀도(PSD) 분석을 진행하였다. 해당 4곡에 대한 모든 피험자들의 뇌파 데이터를 수집하여, 1초에 512개씩 수집된 원 데이터(raw data)를 가지고, Matlab(MathWorks, NJ)에서 사용하는 뇌파 분석프로그램인 EEGLAB을 이용하여 분석을 위한 전처리를 하였다. 이 과정에서 전체 데이터의 성분을 분석하는 ICA(Independent Component Analysis) 처리를 하게 되는데, 이는 눈 깜빡임(eye blink), 그리고 몸 움직임으로 인한 근전도나 혹은 생리활동으로 인해 발생하는 심전도와 같은 원인으로 인해 발생한 잡파(noise)를 제거하기 위함이다. 데이터의 ICA 처리 후, 각각의 컴포넌트 분석을 통해서, 명백하게 잡파로 판단되는 컴포넌트의 제거 과정을 거쳐서 최종 분석을 위한 데이터를 완성하였다.

위의 과정을 거쳐 전처리가 완료된 데이터로 파워스펙트럼분석을 진행하였다. 이 때는 Matlab에서 자체적으로 완성한 Matlab 프로그램 코드를 사용하여 0.25Hz 단위로 각 주파수에 해당하는 각 채널마다의 파워값을 산출하여, 피험자 개인 마다의 모든 파워값을 얻었다. 이후, 모든 피험자들의 해당 영역 파워값을 평균 낸 값을 최종 분석에 사용하였다.

3. 결과

가설 1의 검증을 위해 총 주파수 대역에서 50Hz까지 각각의 주파수 대역에 해당하는 싸이뮤직비디오 2곡과 대조뮤직비디오 2곡의 파워값을 산출하여 그 값의 평균들과 이를 이용한 대응표본 T 검정을 시도하였다(표 3-2). 측정된 총 8개의 채널 값 중에서 인지적, 정서적 자극에 반응하는 영역인 전두엽을 중점적으로 분석을 진행하였으며, 그 중에서도 좌뇌에 위치한 F3 영역에서의 파워값을 최종 분석에 사용하였다. 선호 자극에 대해 좌뇌가 우뇌보다 우세한 작용을 하는 것은 선행연구에서 보고되어 있다(Ohme et al. 2010). 또한 뮤직비디오라는 자극물의 특성 상 시각적 자극에 가장 민감하게 반응하는 알파영역을 중심으로 분석하였으며, 아래 그림 3-1을 통해서 그 결과를 확인할 수 있다. 알파파에 해당하는 9Hz에서의 총 4곡의 파워스펙트럼 값을 살펴보면, 기저선(0.48)에 해당하는 값이 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 시각적 자극과 역의 상관관계를 가지는 알파파의 특성과 매우 일치하는 결과라 할 수 있다. 또한 싸이뮤직비디오에 해당하는 (A, 0.25)와 (B, 0.27)가 가장 낮은 파워값을 보이고, 대조뮤직비디오에 해당하는 (C, 0.38)와 (D, 0.45)가 매우 높은 값을 보이며, 특히나 (D)의 경우 기저선과 거의 비슷한 수준의 파워값을 보이는 것을 확인할 수 있다. 이는 싸이의 뮤직비디오일수록 시각적 자극의 완성도가 매우 높기 때문에 알파파가 감소하고, 대조뮤직비디오일수록 시각적 자극의 완성도가 떨어져 마치 검은 화면을 보거나 눈을 감고 있는 것과 마찬가지로 뇌파를 나타내는 것을 해석할 수 있다. 추가적으로 F3의 우측 대칭 채널에 해당하는 F4에서 측정된 알파파 분석 결과 싸이와 대조 뮤직 비디오 간의 유의한 통계적 차이를 찾을 수 없었다.

〈그림 3-2〉 알파파에서의 파워스펙트럼값 (9 Hz)



〈표 3-2〉 4곡에 대한 평균과 대응표본 T 검정

	Power (9Hz)	SE	t-statistic (sig)	B	C	D
Gangnam (A)	0.25	0.03	A	0.26 (0.79)	-1.68 (0.10)	-2.56 (0.015)
Gentlemen (B)	0.27	0.03	B		-1.99 (0.05)	-2.86 (0.007)
Cold (C)	0.38	0.04	C			1.00 (0.32)
Don't (D)	0.45	0.05	D			

4. 논의

위의 결과를 통해서, 뮤직비디오의 성공을 평가하는 것은 자극의 시각적 완성도가 하나의 지표가 될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 기존 연구를 통해서도 알파파는 시각적 자극에 매우 민감하게 반응하는 뇌파라는 것이 오랫동안 지속적으로 증명되어 왔다(Berger 1929; Sauseng & Klimesch 2008). 눈을 감는 것과 같이 시각적 자극이 적어질수록 알파파는 증가하는 패턴을 보이지만, 강렬한 빛과 같이 시각적 주의를 끌어당기는 시각적 자극이 있을 경우, 알파파는 매우 감소하게 된다. 이 같은 기존 연구들은 본 실험 1의 결과와 매우 일치하는 결과라 할 수 있다. 또한 알파파가 단순히 시각적 자

극이 있고 없음에 대한 반응에 지나지 않는 것이 아니라, 시각적 자극의 정도와 자극의 완성도에 따라 서로 차별적인 결과를 나타낸다는 것이 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다. 이는 앞으로의 미디어 콘텐츠의 시각적 완성도를 가늠하는 데 있어서 매우 중요한 지표로써 활용될 수 있음을 시사하는 것으로 볼 수 있다.

IV. 실험 2: 기능성근적외선분광뇌영상

실험 1의 결과를 바탕으로 시각적 자극의 완성도가 높은 사이의 뮤직비디오의 경우, 전두엽 영역에서 그 반응이 확연하게 차이가 나는 것을 확인할 수 있었으며, 실험 2

에서는 전두엽으로 그 영역을 집중하여 뇌 혈류 반응을 측정하고자 하였다. 논문의 서두에서 언급하였듯이 최근 뇌 신경과학 분야에서의 연구 흐름은 하나의 장비를 이용하여 단독 측정치를 분석하기 보다는 뇌에서의 전기적 반응인 뇌파와 동시에 일어나는 혈류 반응을 모두 측정하여 이 둘간의 결합을 시도하는 신경혈관커플링(neurovascular coupling)이 우세하다. 따라서 본 연구에서도 뇌파 실험을 통해 얻은 결과의 신뢰성을 보다 확고히 하기 위하여 동일 자극물을 이용하여 뇌혈류역학 반응을 보기 위한 실험 2를 진행하였다.

1. 실험 디자인

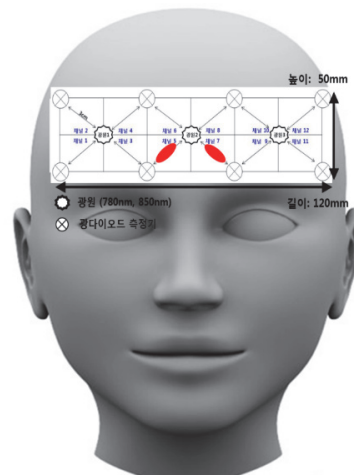
마케팅 관련 수업을 듣는 18명의 서울소재 대학의 경영 학부생들이 실험에 참여하였으며, 실험 참가 학생들은 실험 참여에 대한 대가로, 자신이 수강하고 있는 마케팅 관련 과목에 추가점수를 받았다. 피험자들은 모두 신체적으로 건강하며, 신경학적 질환이 없는 오른손잡이로 모집하였다. 피험자들의 평균연령은 25세이고, 남녀의 비율은 비슷한 수준으로 유지하였다. 모든 피험자들은 성균관대학교 윤리위원회(IRB)가 작성한 “실험 참여에 대한 동의서”를 작성하였다. 따라서 실험 시작 전 뇌혈류 역학반응을 측정하는 실험임을 사전에 안내 받았으며, 이에 동의한 학생만이 실험에 참가하였다.

주의력이 흩어지거나 졸음을 방지하기 위해 뮤직비디오의 종류 및 순서는 피험자들에게 사전에 알리지 않았다. 피험자들은 전체 실험 과정 동안 움직임을 자제하고 자극물이 모니터에 등장할 하지 않는 상황에서도 모니터를 항상 주의 깊게 바라볼 것을 지시 받았다. 이전 자극물로 인한 누적효과를 피하기 위해 각각의 뮤직비디오를 보여주기 직전에 측정한 fNIRS 데이터를 기저선(baseline)으로 잡았다. 또한, 뮤직비디오의 순서 효과

가 종속변인에 체계적으로 영향을 주는 것을 막기 위해 자극물 제시순서는 역균형화(counterbalance)를 적용하여 진행하였다. 순서효과가 혈류변화에 미치는 효과도 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다($p=0.45$).

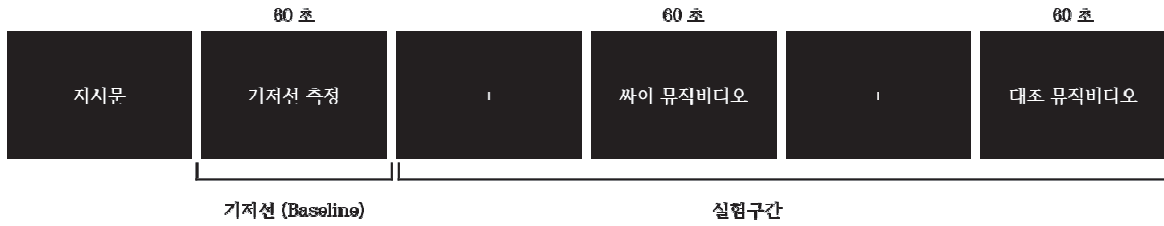
실험 2의 실험 디자인은 실험 1과 동일한 집단 내 디자인(within-subject design)으로 피험자들이 싸이 뮤직비디오와 대조뮤직비디오를 모두 시청하였다. 자극물을 보는 동안 전두엽에서의 혈류변화를 살펴보기 위해서 본 실험에서는 고려대학교 바이오메디칼 옵틱스 공학 연구실(biomedical optics lab.)에서 제작한 기능성근적외선분광뇌영상(fNIRS: functional near-infrared spectroscopy)기기를 실험에 사용하였다. <그림 4-1>에 제시된 바와 같이 fNIRS 기구는 가로 12cm, 세로 5cm의 크기(무게 36g)로 연성회로기판(Fpcb)에 장착된 3개의 LED 광원(source)과 이를 둘러싼 8개의 광다이오드 측정기(detector)로 구성된다. <그림 4-2>는 실험2의 패러다임을 보여준다.

<그림 4-1> fNIRS 채널 정보



fNIRS를 이마에 장착한 피험자들은 방음과 암막 처리가 된 별도의 차폐실로 안내된 후, fNIRS 측정을 위해 등받이가 있는 의자에 편안히 앉아 몸의 움직임을 자제

〈그림 4-2〉 실험 2(fNIRS) 패러다임



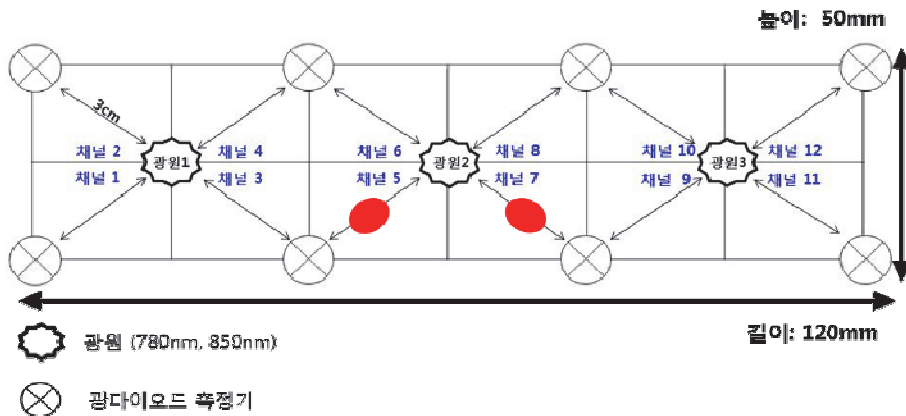
한 상태로 TFT 17인치 60Hz 모니터를 주의 깊게 바라 보기를 지시 받았다. 모니터는 피험자들의 눈높이에 편안하게 위치하였다. 피험자들은 편안한 상태에서 잡생각을 최소화하며 모니터에 나타난 더하기(+) 표시를 바라 보기를 요청 받았고, 해당 구간 동안 기저선(baseline) 30초를 측정하였다. 뒤따라 각각의 싸이/대조뮤직비디오를 60초 동안 중단 없이 보여주었다. 실험 1과의 차이점은 실험 1에서는 40초에 해당하는 각각의 뮤직비디오 자극물들을 주요구간을 설정하여 10초씩 구간을 나누어주었지만, 실험 2에서는 별도의 편집과정 없이 뮤직비디오의 처음 60초 구간을 연속적으로 시청하였다는 것이다. 실험 2에서는, 앞선 실험 1에서 시각적 자극의 완성도 차이로 인해 대중적 성공의 차이가 확인 된 최종 2곡 만을 실험에 사용하였다. 따라서, 싸이뮤직비디오는 '강남스타일', 그리고 대조뮤직비디오는 'It's cold in

the D.' 중 2곡만을 실험에 자극물로 사용하였다.

실험 분석

fNIRS 기기의 LED 광원과 광다이오드 측정기는 외부에 드러나는 구조로 되어 있는데, 광학기기의 특성 상 극소량의 빛이라 하더라도 광원에 매우 민감하게 반응하기 때문에, 차폐실에 들어갔다 하더라도 한 번 더 주변 빛을 차단하기 위해 fNIRS의 광학 기구(probe)에는 암막천을 이용한 덮개를 자체 제작하여, PMDS (polydimethylsiloxane)를 고르게 뒤덮어 주었다. 각각의 LED 광원은 780nm와 850nm의 파장을 짧은 시간 동안 연속적으로 방출하며 광학밀도(optical density)를 계산한다. 한 개의 채널은 하나의 광원 쌍(780nm와 850nm)과 주변 네 개의 광다이오드 중 하나로 구성된다. 결과적으로 각 광원이 네 개의 주변 광다이오드를

〈그림 4-3〉 fNIRS 채널에서의 vmPFC 영역에 해당하는 채널의 위치 (5, 7번 채널)



가지므로 전체 12개 채널이 존재한다(그림 4-3). 이 중 본 연구에서는 전두엽 아래쪽에 해당하는 우측 채널 5번과 좌측 채널 7번에서 얻어지는 광학 측정치를 분석하고 있다. 다른 채널에서는 피험자 개인마다 이마의 크기가 상이하고, 위쪽에 위치한 채널의 경우, 머리카락의 빛 차단으로 인한 노이즈가 심하게 발생하여 유의한 결과를 찾기 어려웠다.

fNIRS 기구의 광다이오드 측정기에서 획득한 결과값은 10-bit 아날로그-디지털 변환기(ADC)인 마이크로컨트롤러를 통해 전류값에서 전압값으로 전환되어 저장된다(Kim et al. 2011). 본 실험에서는 하나의 자극물 당 60초의 시청시간을 설정하였기에, 피험자들은 사이/대조뮤직비디오를 각각 60초(60,000ms)씩 시청하였으며, 이 시간 동안 지속적으로 fNIRS를 통한 뇌 혈류 데이터가 수집되었다. fNIRS 신호의 표본화 속도(sampling rate)와 가속도 값은 약 14Hz이며, 이는 1초에 약 10회 이상의 데이터를 얻을 수 있다는 것을 의미하며, 혈류역학 신호를 측정하는데 충분한 데이터를 얻을 수 있는 수준이다(Izzetoglu et al. 2010). 광원과 광다이오드 측정기 간의 거리는 3cm이며, 칩투

깊이는 1.5cm로, 이를 통해 우리가 측정할 수 있는 뇌 영역의 위치를 가늠해 볼 수 있다.

2. 결과

실험에 참가한 피험자들은 각각의 뮤직비디오에 대한 선호도를 1점에서 10점까지 점수를 매겼으며 사이의 뮤직비디오가 대조 뮤직비디오보다 유의하게 더 선호되는 것으로 보고하였다($M_{Psy} = 8.22$ (SD=1.19) vs. $M_D = 2.44$ (0.92), $t=17.02$, $df=17$, $p<0.0001$). 추가적으로 참가자들은 대조 뮤직비디오가 지루하고 따분하며 가수들도 전혀 매력적이지 않게 느꼈다고 보고하였다.

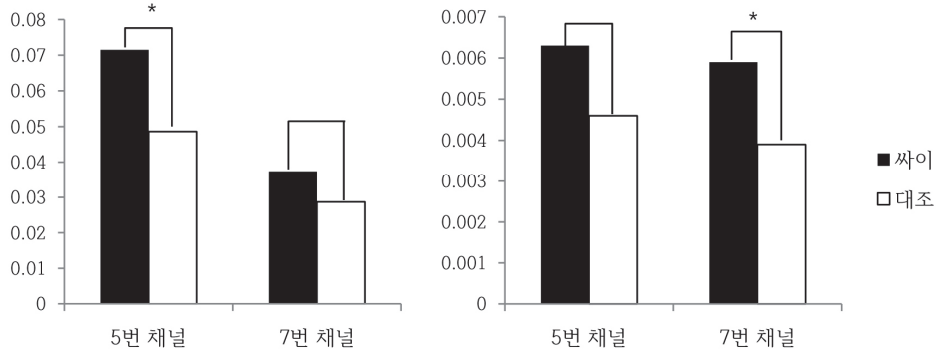
가설 2와 3의 검증을 위해 저주파 구간은 선행연구를 따라 핵심구간(fundamental band: <0.04Hz)와 제이조파 구간(harmonic band: 0.07-0.09Hz)의 두 구간으로 나누어 진행하였으며, 가설 2의 검증을 위해 고주파 구간은 혈류산화반응에 가장 큰 영향을 미치는 생체주기인 호흡주기를 반영한 구간으로 이를 노이즈 구간(0.2Hz)으로 정하였다. fNIRS를 이용하여 피험자들의

〈표 4-1〉 주파수 영역의 대응표본 T-검정 결과

Frequency Range	5번 채널 산화헤모글로빈(oxy-Hb)			7번 채널 산화헤모글로빈(oxy-Hb)		
	사이-대조 평균 (표준편차)	t	Sig	사이-대조 평균 (표준편차)	t	Sig.
Low Frequency (<0.1Hz)						
Fundamental band	0.02 (0.04)	2.246	0.038*	0.008 (0.019)	1.877	0.078
Harmonic band	0.001 (0.006)	1.110	0.282	0.002 (0.002)	3.904	0.001*
High Frequency (0.2Hz)						
Noise band	-0.0004 (0.001)	-2.204	0.042*	-0.0004 (0.001)	-2.981	0.008*

* $p<0.05$

〈그림 4-4〉 저주파 영역에서의 비교 (핵심구간과 제이조파구간)



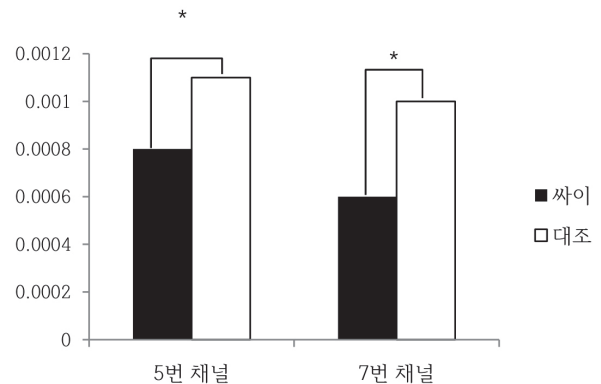
뇌혈류역학반응을 살펴본 결과, 예상했던 것과 마찬가지로, 싸이의 강남스타일 뮤직비디오를 볼 때와 대조 뮤직비디오를 볼 때 전혀 다른 주파수 대역에서 파워스펙트럼밀도(PSD)가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 분석에 사용된 복내측전전두엽(vmPFC)는 전전두엽에서도 감정과 연관된 주관적 가치 판단과 관련된 영역이다(Blood and Zatorre 2001; Jobsis 1977; Urry et al. 2006; Zald et al. 2002).

혈중 옥시 헤모글로빈 농도 반응의 차이를 분석한 결과를 〈표 4-1〉에 제시하고 있다. 싸이의 강남 스타일의 경우, 상대적 저주파 대역(0.1Hz)에서 그리고, 대조 뮤직비디오의 경우 상대적 고주파 대역(>math>0.2\text{Hz}</math>)에서 높은 수치의 파워값을 나타내었다. 〈그림 4-4〉를 보면, 싸이의 강남스타일 뮤직비디오를 본 피험자들의 경우, 대조 뮤직비디오를 본 피험자들에 비해서 0.1Hz 이하의 저주파 대역에서 5번 채널과 7번 채널의 옥시헤모글로빈(oxy-Hb) 파워스펙트럼밀도(PSD)가 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 구체적으로, 싸이의 강남스타일 뮤직비디오는 5번채널에서 핵심구간에서의 파워스펙트럼 밀도가, 또 7번 채널에서 제이조파 구간의 파워스펙트럼 밀도가 더 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다($t=2.24, df=17, p=0.038; t=3.90, p=0.001$).

이는 선행연구에서 시각적 자극에 대한 뇌혈류역학반

응이 일어나는 구간과 일치하는 결과이다(Zhang et al., 2009). 따라서 가설 2는 부분적으로 지지되었다. 이와 반대로, 대조 뮤직비디오를 본 피험자들의 경우, 가설 3에서 예상한 바와 같이 0.2Hz의 고주파 대역에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 파워스펙트럼밀도(PSD)가 높게 나타났다. 5번과 7번 채널 모두에서 통계적으로 유의한 결과를 보였으며($t=-2.20, df=17, p=0.04; t=-2.98, p=0.008$), 이는 선행연구에서 과탄산혈증(hypercapnia) 상태의 피험자들이 두통 혹은 졸음과 같은 지루하고 부정적인 감정이 유발될 때 나타난 뇌혈류역학반응과 유사한 결과이다(Obrig et al., 2000). 이와 같은 결과를 그래프로 살펴보면, 아래 〈그림 4-5〉와 같다.

〈그림 4-5〉 고주파 영역에서의 비교 (잡파 영역)



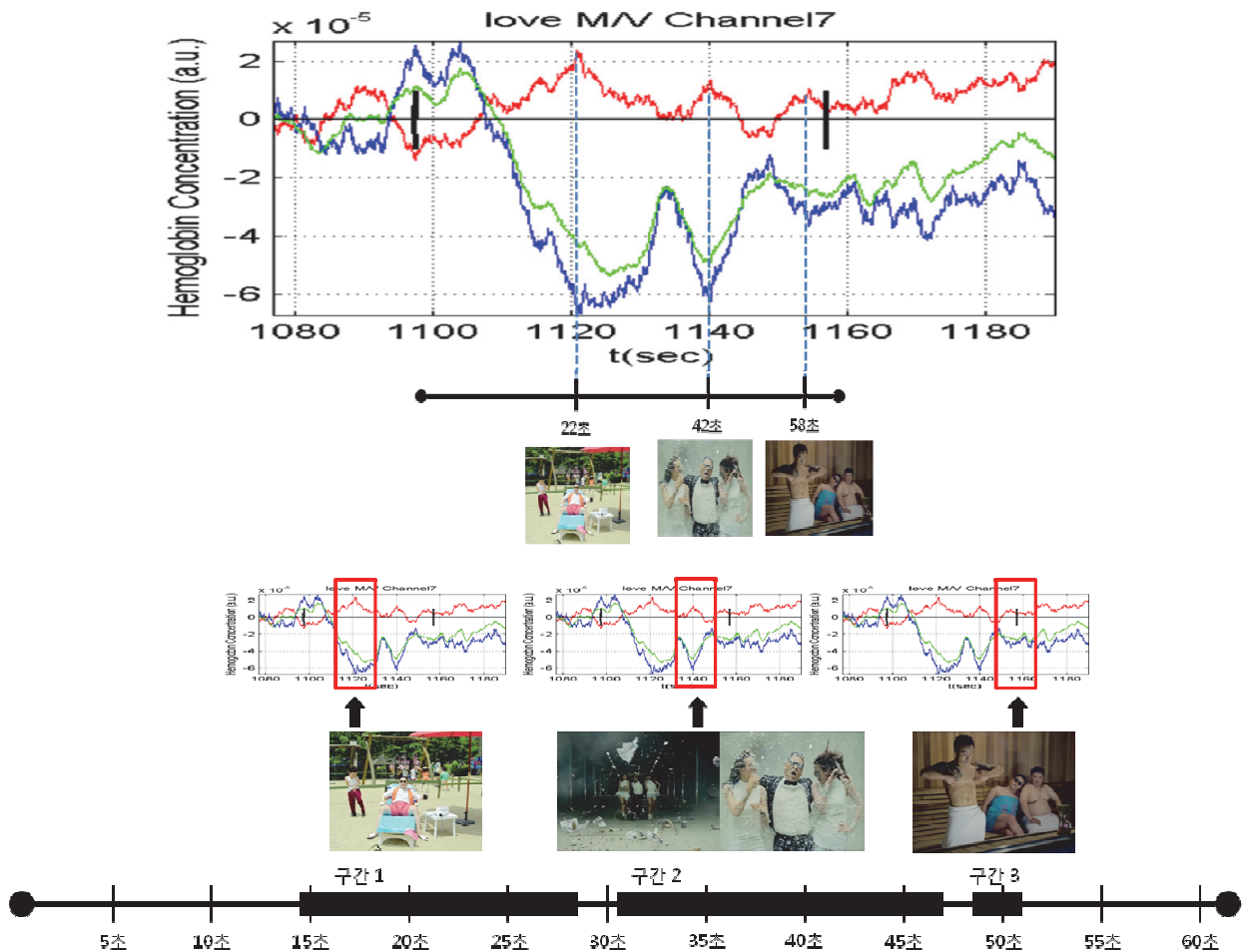
〈그림 4-6〉에서 ‘강남스타일’을 보는 동안 fNIRS를 통해 측정된 한 피험자의 혈중 헤모글로빈 산화도를 살펴 본 결과, 싸이의 강남스타일 뮤직비디오를 60초 연속으로 시청한 경우, 주요 전환장면에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)농도가 정점을 찍는 것을 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 피험자의 주의를 끌 수 있는 적절한 수준의 시각적 자극으로 인해 피험자가 뮤직비디오에 충분히 몰입하여 자극물의 변화와 같은 주기로 움직임이 보여주며, 뮤직비디오의 장면 전환주기와 뇌 반응 지표가 함께 연동된 것을 확인할 수 있는 지표이다. 또한 자극물에 대한 몰입과 수용 정도를 반영할 수 있을 것이라 여겨

진다. 강남스타일과 같이 세계적으로 성공을 거둔 뮤직비디오의 경우, 적절한 시각적으로 인해 소비자의 주의를 이끌어 내었으며, 이것은 콘텐츠의 수용으로 이어져 궁극적으로 세계적인 성공을 이루어낸 것이라 설명할 수 있다.

3. 논의

선행 뇌 과학 이론 분야의 fNIRS연구에서 0.1Hz이하 저주파대역은 자율신경활동(autoregulation)이나, 전신 혈류대사량의 영향을 받는 동시에 시각적 자극 유무 등 인지 활동 정도를 반영하는 구간으로 밝히고 있다(Zhang

〈그림 4-6〉 강남스타일과 혈류 반응 (개인 피험자)



et al., 2009). 위의 선행연구와 일치하게 본 연구의 실험 및 분석 결과, 싸이의 강남스타일에 반응하는 옥시헤모글로빈(oxy-Hb) 농도 변화의 주파수가 0.1Hz 이하 저주파 대역에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 파워스펙트럼 수치가 대조 뮤직 비디오에 비해 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 실험 2의 첫 번째 주요한 발견은 전세계적으로 보편적인 수용을 유도한 강남스타일 뮤직비디오를 사용하여 소비자의 시각적 주의와 몰입을 반영할 수 있는 뇌의 새로운 시그널을 광학적 측정치로 얻어낸 것이라 할 수 있다.

이에 비해 대조 뮤직비디오의 경우, 과탄소혈증과 같이 두통 혹은 졸음이 오는 지루하고 즐겁지 않은 감정 상태에서 반응하는 주파수인 0.2Hz 이상의 고주파 주기 대역에서 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 파워스펙트럼이 더 높게 나타났다. 전술하였듯이 혈중 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)은 호흡여부와 매우 관련이 깊으므로, 0.2-0.3Hz(즉 3-5초에 한번 일어나는)는 호흡을 반영하는 주기라 볼 수 있어, 이 부분은 신체의 혈관 및 운동 잡음에 해당한다. 또한 일반적으로 특정 과제에 깊이 몰입하지 않을 때 우리는 2-3초에 한번 다른 대상으로 시각적 초점을 옮겨 다닌다. 이를 주파수로 환산하면 즉 0.3-0.4Hz 이상의 상대적 고주파이며 이는 비의식적 자연적인 주의 전환 주기를 반영하는 것으로 볼 수 있다. 대조 뮤직비디오의 경우, 싸이의 뮤직비디오에 비해서 고주파 구간에서 디옥시헤모글로빈(deoxy-Hb)의 파워스펙트럼 밀도(PSD) 또한 높게 나타났다. 이는 피험자들이 대조 뮤직비디오를 보면서, 매우 지루함을 느낌과 동시에 자극에 몰입할 수 없어 신체적 움직임이나 자연적 잡음이 크게 혼입된 것을 의미할 수 있다. 싸이의 강남스타일처럼 재미있는 뮤직비디오를 보는 것은 충분한 시각적 주의를 유발함으로써 눈이 먼저 즐거운 경험을 하게 되지만, 대조 뮤직비디오처럼 재미없는 뮤직비디오를 보는

것은 마치 과탄소혈증과 같이 지루하고도 괴로운 과정이라고 볼 수 있다. 결국 소비자들이 이렇게 괴로운 일을 지속하지 않을 것이라는 것은 분명한 일이며, 그렇기 때문에 대조 뮤직비디오의 경우, 소비자들의 지속적인 관심을 받지 못하였고, 시장에서 실패한 것으로 생각된다.

또한, <그림 4-6>에서 확인할 수 있듯이, 혈중 옥시헤모글로빈의 농도가 정점을 찍은 주요 장면들이 실험 1에서 주요장면으로 시각적 자극의 완성도가 높게 나타났던 구간과 일치하는 것을 알 수 있다. 이 장면들은 위의 실험 1에서 주요 장면으로 선정되어 자극물로 구성되었던 구간으로, 동일한 구간에서 뇌파와 뇌 혈류의 차별적 반응이 나타난 것이라 할 수 있다. 이로써 본 실험 결과가 신경혈관커플링(neurovascular coupling)의 관점에서 더욱이 의미 있는 결과라 할 수 있으며, 하나의 뮤직비디오라는 동일 자극 내에서도 싸이/대조뮤직비디오를 구별할 수 있는 대중의 시선을 끌어내는 시각적 자극 정도 증가의 기폭제(trigger)가 될 수 있는 구간의 유무가 대중적 성공여부를 판가름 짓는 매우 중요한 요인이 될 수도 있음을 예상해 볼 수 있다. 또한 대중적 성공의 유인책이 될 수 있는 핵심 구간에 대한 소비자의 뇌신경학적 반응 역시 뇌파는 물론 뇌 혈류 반응을 통해서도 다른 구간과 비교하여 매우 차별적인 결과를 나타내는 것을 확인하였으므로, 결과에 대한 신뢰성을 더욱 높여주고 있다.

V. 결론 및 연구제언

뮤직 비디오는 시각과 청각이 혼합된 멀티 미디어 콘텐츠이므로 음악적 감성을 자극함과 동시에 추가적으로 강한 시각적 주의를 이끌어 낼 수 있는 것도 주요한 성공 요인이 될 것이다. 본 연구에서 밝혀진 바와 같이 싸이의 비디오를 볼 때 뇌파 중 상대적 저주파 영역인 알파

밴드의 파워스펙트럼 밀도가 감소하는 것을 보면, 시각적 주의와 각성이 유튜브 성공의 중요한 요인이라는 것을 추론할 수 있다. 더욱이 본 연구에서 가장 의미 있는 발견은 기존 뉴로 마케팅 영역에서 하나의 장비를 이용한 단일 측정에 의존하여 결과를 해석했던 것에 비해, 뇌의 전기적 반응을 측정하는 EEG와 동시에, 뇌 혈류 반응을 측정하는 fNIRS를 측정함으로써, 신경혈관커플링(neurovascular coupling)을 적용해 유의미한 결과를 얻었다는 것이다. 그 동안의 뉴로마케팅 연구들이 주로 뇌파나 시선의 움직임 추적하는 시선추적기(eye-tracker)를 사용하여 마케팅 관련 자극에 대한 피험자들의 반응을 보고자 했으며, 뇌 혈류를 보고자 하는 연구에서는 상대적으로 고가여서 접근성이 제한되며, 피험자들에게도 신체구속이 큰 기기인 fMRI 를 사용하였었다. 하지만, 본 논문에서는 비교적 간단히 뇌의 중요 영역만을 탐색할 수 있는 8채널 뇌파 기기를 사용하여, 피험자들이 불편함 없이 실험에 참여 할 수 있도록 하였고, 뇌 혈류 측정에 있어서도 새로운 뉴로이미징 장비인 fNIRS를 사용하여 연구를 진행하였다. fNIRS는 fMRI의 대체 기기로서, 광학적 원리를 사용하므로 기기가 작고 가벼워 이동이 쉽고, 피험자들이 쉽게 탈착할 수 있으며, 기기조작이 상대적으로 용이하므로 향후 뉴로마케팅의 고가기기 의존성을 효과적으로 개선할 수 있는 대안으로 기대된다. 본 연구는 fNIRS를 사용한 국내 첫 번째 뉴로마케팅 연구라는 점에서도 의의를 가진다. 그러므로 선도적 연구가 공통적으로 직면하는 문제인, 참고할 만한 선행 연구 디자인 방법이나 데이터 분석방법이 부재한 관계로, 광학적 데이터를 어떻게 분석하여 의미 있는 마케팅 통찰력을 도출할 수 있을 것인가라는 주요한 도전과제를 안고 있다.

앞으로의 대중문화산업 부흥에 있어서도 유튜브와 같은 시청각 온라인 채널을 이용한 성공을 원할 경우, 뮤

직비디오와 같은 해당 콘텐츠에 대한 소비자들의 뇌신경학적 반응을 미리 살펴봄으로써 자극물의 시각적 완성도 및 더 나아가 그 성공을 예측해 볼 수 있을 것이라 여겨진다. 더욱이 싸이의 뮤직비디오와 대조뮤직비디오의 주요 장면을 통한 구간 분석과 그 구간에 대한 뇌파와 전체적인 대뇌혈류 변화량을 통해 신경혈관커플링의 관점에서 살펴 본 결과, 주요 장면구간과 시각적 자극의 완성도의 지표가 될 수 있는 알파밴드의 파워값의 감소와 옥시헤모글로빈(oxy-Hb)의 증가구간이 일치하는 것을 알 수 있었다. 더욱이 알파밴드 파워 감소에 중요한 영향을 준 주요 장면의 전환구간이 뇌 혈류 변화에서도 옥시헤모글로빈(oxy-Hb) 변화의 정점(peak)을 이루는 것으로 보아, 적절한 수준의 시각적 자극과 소비자의 주의를 놓치지 않을 적절한 구간 전환 선정이 싸이의 강남스타일이 세계적 성공을 거둘 수 있었던 한가지 핵심요소였을 것이라 여겨진다. 결론적으로 뮤직비디오를 제대로 보고 들을 수 있게 주의를 유발시키고, 자극과 뇌 반응이 혼연일체의 주파수 공명 상태를 유지하도록 하는 것이 팝 뮤직의 시장 성공의 핵심적 요인일 것이라 여겨진다.

본 논문의 한계점으로는 싸이의 뮤직 비디오 두 편만을 대상으로 함으로 인해, 대중의 인기를 이끌어내는 뮤직 비디오의 특성이 무엇인지 일반화하기가 어렵다는 점이다. 싸이와 대조 뮤직비디오에 대한 전체적인 뇌전도 및 혈류역학반응의 신경학적 상관 관계를 살펴보았을 뿐, 그의 이론적 기저를 규명하지는 못하였다. 후속연구에서는 보다 이론적인 차원에서 소비자들의 주의와 흥미를 유발하는 구체적인 시각적 청각적 혹은 환경적 요인에 대해 이론화 가능성에 대해 탐구할 필요가 있다.

〈최초투고일: 2013년 9월 11일〉

〈수정일: 1차: 2014년 9월 22일, 2차: 2014년 11월 4일〉

〈게재확정일: 2014년 11월 8일〉

참고문헌

- Berger, Hans(1929), "Über das elektenkephalogramm des menschen," *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 87(1), 527-570.
- Berns, Gregory S. and Sara E. Moore(2012), "A neural predictor of cultural popularity," *Journal of Consumer Psychology*, 22(1), 154-160.
- Blood, Anne J. and Robert J. Zatorre(2001), "Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(20), 11818-11823.
- Choi, Ji-Kyung, Yin-Ching Iris, Edith Hamel, and Bruce G. Jenkins(2006), "Brain hemodynamic changes mediated by dopamine receptors: Role of the cerebral microvasculature in dopamine-mediated neurovascular coupling," *Neuroimage*, 30(3), 700-712.
- Cutini, Simone, Sara B. Moroa, and Silvia Biscontib(2012), "Functional near infrared optical imaging in cognitive neuroscience: an introductory review," *Journal of near Infrared Spectroscopy*, 20(1), 75-92.
- Elwell, Clare, Roger Springett, Elizabeth Hillman, and David T. Delpy(1999), "Oscillations in cerebral haemodynamics," *Advances in experimental medicine and biology*, 471, 57-65.
- Elwell, Clare, Huw Owen-Reece, John S. Wyatt, Mark Cope, E.Osmund R. Reynolds, and David T. Delpy(1996), "Influence of respiration and changes in expiratory pressure on cerebral haemoglobin concentration measured by near infrared spectroscopy," *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 16(2), 353-357.
- Hoshi, Yoko, and Mamoru Tamura(1997), "Fluctuations in the cerebral oxygenation state during the resting period in functional mapping studies of the human brain," *Medical and Biological Engineering and Computing*, 35(4), 328-330.
- Hoshi, Yoko, Shinobu Kosaka, Yuxiao Xie, Shunji Kohri, and Mamoru Tamura(1998), "Relationship between fluctuations in the cerebral hemoglobin oxygenation state and neuronal activity under resting conditions in man," *Neuroscience letters*, 245(3), 147-150.
- Shin, Hyun J. and Eun-Ju Lee(2011), "The Principles and Practice of Neuromarketing," *Korea Busieness Review*, 14 (3), 193-213.
- Izzetoglu, Meltem, Prabhakar Chitrapu, Scott Bunce, and Banu Onaral(2010), "Motion artifact cancellation in NIR spectroscopy using discrete Kalman filtering," *Biomed Eng Online*, 9(1), 16.
- Jobsis, Frans F.(1977), "Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters," *Science*, 198(4323), 1264-1267.
- Kim, Choong-Ki, Seungduk Lee, Dalkwon Koh, and Beop-Min Kim(2011), "Development of Wireless NIRS System with Dynamic Removal of Motion Artifacts," *Biomedical Engineering Letter*, 2011 (1), 6.
- Kochel, Angelika, Michael M. Plichta, Axel Schafer, Verena Leutgeb, Wilfried Scharmuller, Andreas J. Fallgatter, and Anne Schienle(2011), "Affective perception and imagery: A NIRS study," *International Journal of Psychophysiology*, 80(3), 192-197.
- Koelstra, Sander, Ashkan Yazdani, Mohammad Soleymani, Christian Mühl, Jong-Seok Lee, Anton Nijholt, Thierry Pun, Touradj Ebrahimi, and Ioannis Patras(2010), "Single trial classification of EEG and peripheral physiological signals for recognition of emotions induced by music videos," *Brain informatics* (pp. 89-100): Springer.
- Lee, Eun-Ju, Gusang Kwon, Hyun J. Shin, Seungeun Yang, Sukhan Lee, and Minah Suh(2014), "The Spell of Green: Can Frontal EEG Activations Identify Green Consumers?," *Journal of Business Ethics*, 122(3), 512-521.
- Lee, Eun-Ju, Hyun J. Shin, Seungeun Yang, Gusang Kwon, and Minah Suh(2013), "The conscious choice of *Homo Evolutis*: Can fronto-parietal EEG activations predict the consumer choice of sustainable products?," *Korea Busieness Review*, 42(3), 805-821.

- Lee, Nick, Amanda J. Broderick, and Laura Chamberlain(2007), "What is 'neuromarketing'? A discussion and agenda for future research," *International Journal of Psychophysiology*, 63(2), 199-204.
- Metae, Monica R. and Eric A. Newman(2006), "Glial cells dilate and constrict blood vessels: A mechanism of neurovascular coupling," *Journal of Neuroscience*, 26(11), 2862-2870.
- Moghim, Saba, Azadeh Kushki, Sarah Power, Anne M. Guerguerian, and Tom Chau(2012), "Automatic detection of a prefrontal cortical response to emotionally rated music using multi-channel near-infrared spectroscopy," *Journal of Neural Engineering*, 9(2), 026022.
- Naqvi, Nasir, Baba Shiv, and Antoine Bechara(2006), "The Role of Emotion in Decision Making: A Cognitive Neuroscience Perspective," *Current Directions in Psychological Science*, 15(5), 260-264.
- Obrig, Hellmuth, Markus Neufang, Rüdiger Wenzel, Matthias Kohl, Jens Steinbrink, Karl Einhäupl, and Arno Villringer (2000), "Spontaneous low frequency oscillations of cerebral hemodynamics and metabolism in human adults," *Neuroimage*, 12(6), 623-639.
- Ohme, Rafal, Dorota Reykowska, Dawid Wiener, and Anna Choromanska(2010), "Application of frontal EEG asymmetry to advertising research," *Journal of Economic Psychology*, 31(5), 785-793.
- Rothschild, Michael L. and Yong J. Hyun(1990), "Predicting memory for components of TV commercials from EEG," *Journal of consumer research*, 472-478.
- Rothschild, Michael L., Yong J. Hyun, Byron Reeves, Esther Thorson, and Robert Goldstein(1988), "Hemispherically lateralized EEG as a response to television commercials," *Journal of Consumer Research*, 185-198.
- Sauseng, Paul and Wolfgang Klimesch(2008), "What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes?," *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(5), 1001-1013.
- Oh, Sejung(2012), Psy "<Gangnam Style> Success code of Syndrome," *Conference of Korea Association for Broadcasting & Telecommunication Studies*, 11(Fall), 166-170.
- Shoham, Doron and Amir Grinvald(2001), "The cortical representation of the hand in macaque and human area S-I: High resolution optical imaging," *Journal of Neuroscience*, 21(17), 6820-6835.
- Sorond, Farzaneh A., Shelly Hurwitz, David H. Salat, Douglas N. Greve, and Naomi D.L. Fisher(2013), "Neurovascular coupling, cerebral white matter integrity, and response to cocoa in older people," *Neurology*, 81(10), 904-909.
- Urry, Heather L., Carien M. van Reekum, Tom Johnstone, Ned H. Kalin, Marchell E. Thurow, Hillary S. Schaefer, Cory A. Jackson, Corrina J. Frye, Lawrence L. Greischar, and Andrew L. Alexander(2006), "Amygdala and ventromedial prefrontal cortex are inversely coupled during regulation of negative affect and predict the diurnal pattern of cortisol secretion among older adults," *The Journal of Neuroscience*, 26(16), 4415-4425.
- Villringer, Aron and Britton Chance(1997), "Non-invasive optical spectroscopy and imaging of human brain function," *Trends in neurosciences*, 20(10), 435-442.
- Wheeler, Robert E., Richard J. Davidson, and Andrew J. Tomarken(1993), "Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: A biological substrate of affective style," *Psychophysiology*, 30(1), 82-89.
- Zald, David H., Dorothy L. Mattson, and José V. Pardo(2002), "Brain activity in ventromedial prefrontal cortex correlates with individual differences in negative affect," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(4), 2450-2454.
- Zhang, Quan, Emery N. Brown, and Gary E. Strangman(2007), "Adaptive filtering to reduce global interference in evoked brain activity detection: a human subject case study," *Journal of biomedical optics*, 12(6), 064009-064012.
- Zhang, Quan, Gary E. Strangman, and Giorgio Ganis(2009), "Adaptive filtering to reduce global interference in non-invasive NIRS measures of brain activation: How well and when does it work?," *Neuroimage*, 45(3), 788-794.