

신경미학의 현황 - 발전과 전망*

김 채 연†

고려대학교 심리학과

미적 경험에 대한 영향력있는 이론적 모델과 fMRI를 이용한 다수의 실험적 연구가 발표된 2004년 이후 지난 10년 간, 신경미학 분야는 눈부신 성장을 이뤄왔다. 본 개관논문은, 신경미학에 대한 국내외적인 관심에 부응하며, 그간 놀라운 속도로 축적된 다양한 연구 성과들에 대한 이해를 도모한다. 이를 위해 첫째, 초기 신경미학의 주요 연구 성과들을 간단히 논의하고, 그 바탕 위에서 둘째, 최근 신경미학의 새로운 경향에 대해 다음과 같은 측면에서 논의한다. 먼저 최근 연구들은 예술 감상의 하위과정들을 세분화하여, 연구를 좀 더 정교하게 계획하려고 한다. 이는 미적 판단 과제와 대비되는 통제 과제를 도입하고, 표현 대상보다 예술적 표현 그 자체에 주목하며, 학습과 전문성 등 미적 경험에 영향을 미치는 인지과정과 그 뇌 기전을 탐구하고, 미적 경험을 조절하는 맥락효과와 이에 따른 신경반응을 검토하고, 지각과 정서(보상) 처리 관련 신경 네트워크 이외에 디폴트모드 네트워크가 예술작품의 감상에서 수행하는 역할에 대해 검토함으로써 구체화된다. 이어 본 논문은 미술 이외의 예술장르와 연관된 최근 신경미학 연구들을 검토하고, 연구 방법의 다각화 경향을 소개한다. 마지막으로, 신경미학에서 ‘아름다움’에 대한 좁은 정의와 주관적 경험에 의존하는 경향에 대한 비판에 대해 논의한다. 이를 바탕으로 향후 신경미학 분야에서 기대되는 새로운 연구 방향을 제시하고자 한다.

주제어 : 신경미학, fMRI, 예술, 감상, 지각, 정서, 보상, 디폴트모드 네트워크

* 본 연구는 2013년도 한국연구재단 국제협력사업으로부터 지원받았다(No. 2013K2A1A2053850).

† 교신저자 : 김채연, 고려대학교 심리학과, (136-701) 서울시 성북구 안암로 145

E-mail: chaikim@korea.ac.kr

뇌 영상 연구 방법의 발전에 기대어 예술과 아름다움의 신경적 기반을 밝히고자 고안된 새로운 학문 분야인 ‘신경미학(neuroaesthetics, Skov & Vartanian, 2009)’이 출현한지 20년이 가까워오고 있다. 하지만 본격적인 신경미학의 시작은 2004년을 기해 이루어졌으며, 지금까지 이 분야가 지속적인 관심을 받으며 발전해 온 데에도 그 해 발표된 연구 성과들이 기폭제 역할을 한 바가 크다. 신경미학은 2000년대 중반 이후, 새롭고 흥미로운 제안이었던 발생기를 지나 독립적 연구 분야로서의 지위를 공고히 해 가며, 관련 연구 성과의 꾸준한 질적, 양적 성장을 드러내고 있다.

이러한 세계적인 흐름에 발맞추기라도 하듯, 국내에서도 신경미학에 대한 소개 및 국내연구진에 의한 연구 성과 산출이 증가되어 왔다. 지각심리학 및 인지신경과학 연구 분야에서는 단행본(지상현, 2005), 단행본 내 챕터(김채연, 2007; 2014) 저술, 그리고 신경미학 연구 논문(Kim, Shin, Kang, & Kim, 2015; 김지은, 신은혜, 김채연, 2014; 이승복, 정우현, 손정우, 조성우, 2011) 등 다양한 형태의 성과들이 발표된 바 있다. 주목할 만 한 점은, 국내에서 신경미학에 대한 관심의 증가가 심리학 및 인지과학 분야에만 머무르지 않고, 그 외 관련 분야에서도 함께 나타나고 있다는 점이다. 이러한 경향은 심리학 연구자들과 의학 전문가 간의 학제적 공동 연구(손정우, 이승복, 정우현, 지상현, 정성훈, 2013)의 형태로 진행되기도 하고, 예술 각 분야의 전문가들이 신경미학적 관점을 도입하는 방식으로 나타나기도 한다. 예술과 신경미학적 관점의 접목은 음악(이미경, 2008; 정혜윤, 2014), 문학(석영중,

2011), 무용(김나리, 2012), 그리고 디자인(양서운, 2012; 양서정, 2007) 등 다양한 분야에서 이루어지고 있다.

본 개관논문에서는 이러한 신경미학 분야의 발전 속도와 국내외적 관심을 반영하여, 신경미학의 최근 성과를 정리하고 그 발달 양상을 분석함으로써, 앞으로의 신경미학 연구에 방향을 제시하고자 한다. 신경미학 분야를 국내에 소개한 선행 문헌들이 초기 연구들을 개관하는 데에 그쳤고, 그 간 발표된 연구 성과들이 현재 신경미학 분야를 구체화하고 확장하여, 이전과 비견할 수 없는 큰 변화를 가져온 까닭에, 바로 지금 이 분야의 연구 현황을 정리해 보는 작업이 필요하다.

본 논문에서는 신경미학 영역 내에서도 인지신경과학적 실험방법을 활용한 연구들을 그 대상으로 한다. 또한 본 논문은 예술과 관련된 복잡하고 다양한 활동 중에서 주로 예술작품의 감상과 관련된 연구들을 다루고자 한다. 이는 이제까지 신경미학 연구가 예술가의 고유 영역인 창작보다 수용자의 감상 과정에 집중해 왔다는 데에 기인한다. 연구의 대상이 되는 예술장르에 대해서, 본 논문은 시각예술에 집중하되, 연관된 다른 예술 장르에 관한 연구를 일부 포함한다. 지금까지의 신경미학 연구에서는 다양한 예술장르 중 단연 시각 예술이 그 중심을 차지해 왔다. 그러나, 신경미학이 독립적 연구 분야로서의 지위를 공고히 하며 경계를 넓혀 가는 이 때, 변화의 주요 특징 중 하나인 대상 예술 분야의 다양화를 고려할 때, 본 개관논문에서 기타 예술장르에 관한 연구 성과를 다루는 것은 매우 중요하다.

본문은 크게 네 부분으로 구성된다. 먼저,

첫 번째 절에서는 신경미학 초기 연구 성과를 간단히 정리한다. 두 번째 절에서는 이러한 바탕 위에 이루어진 최근 10년 간의 신경미학 연구의 새로운 경향을 세 가지 측면에서 논의하고자 한다. ‘예술 감상의 구성 과정에 대한 세분화 및 연구 주제의 구체화’ 부분에서는, 초기 연구에서 발견된 뇌 활성화 양상들 간의 불일치가 복잡한 미적 경험의 세부 처리 과정들이 정돈되지 않은 채 혼재한 데에 기인할 가능성에 주목한다. 이에 따라 최근의 신경미학 연구들이 미적 경험을 구성하는 세부 과정들을 구분하고, 이 중 특정 측면에 집중하는 방식으로 해석 가능한 결과를 산출함을 논의할 것이다. ‘대상 예술 장르의 다양화’ 부분에서는, 앞 절에서 논의된 미술작품을 대상으로 한 연구들 이외에, 건축과 춤 등 기타 장르와 연관된 최근 신경미학 연구 성과들을 다룰 것이다. 마지막으로 ‘연구 방법의 다각화’ 부분에서는 신경미학 초기 연구에 주요 측정 방법으로 활용된 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging, 이하 fMRI) 방법 이외에 다른 신경과학적 방법들을 활용한 연구와 더불어, 메타분석, 발달 및 비교문화신경과학적 접근을 취한 연구들을 소개하고 논의할 것이다. 이어 현재 가파른 성장세를 보이고 있는 신경미학 연구의 한계 및 문제점들에 대한 비판적 시각을 논의하고, 향후 신경미학 연구 방향에 대한 제언으로 논문을 맺고자 한다.

초기 신경미학의 주요 연구 성과

신경미학의 최근 십 년 간의 연구 성과에

대해 논의하기에 앞서, 그 이전, 신경미학 초기의 연구 방향 및 그 결과에 대해 상기할 필요가 있다. 2000년 전후로 뇌 영상화 방법의 발전 및 이를 활용한 뇌 기능에 대한 이해 증진에 따라 ‘예술’, ‘아름다움’과 같은 추상적 주제에 대한 신경과학적 적용가능성을 모색하며 신경미학 연구가 시작되었다. 초기 신경미학의 개념을 선도한 것은 Zeki, Ramachandran, 그리고 Livingston과 같은 신경과학의 대가들이었다. 이들은 각각 ‘Inner Vision(Zeki, 1999)’, *Journal of Consciousness Studies*에 출판된 논문(Ramachandran & Hirsch, 1999), 그리고 ‘Vision and art: the biology of seeing(Livingston, 2002)’이라는 저술들을 통하여 예술작품과 연관된 경험들을 신경과학적으로 접근할 필요성에 대해 제안하였다. 이들은 공통적으로 특정 시대, 사조의 미술(예를 들어 Zeki의 저술에서 입체파나 미래파, Ramachandran의 저술에서 인도 전통미술, 그리고 Livingston의 책에서 인상파나 현대미술 등)에 초점을 맞추어 널리 알려진 작품을 예시하면서, 그 작품의 창작이나 감상 시 발생가능한 뇌 활동에 대하여 기초신경과학적 지식을 동원하여 설명하였다. 따라서 이들 신경미학 초기 저작들의 역할은, 1차 신경과학 연구 성과라기보다는, 예술작품 사례와 신경과학 일반 간의 연결 관계에 대한 제안 및 설득에 있었다.

대가들의 저술이 신경미학의 필요성 및 대중적 관심을 환기하는데 큰 역할을 했다면, 이러한 바탕에서 창출된 본격적인 신경미학 연구 성과는 2000년대 중반에 이르러 발표되기 시작하였다. 2004년은 두 가지 이유에서 신경미학 역사에서 무척 중요한 해이다. 우선,

2004년에 예술작품의 감상에 관여하는 다양한 과정들을 분석한 Leder의 모델이 발표되었다. 구체적으로 이 모델은 예술작품에 대한 감상이 크게 인지적, 정서적 과정들의 병렬적 통합에 의해 가능하다고 제시하였다(Leder, Belke, Oeberst, & Augustin, 2004). 이 두 과정은 Leder 이전에는 별개의 영역으로 간주되거나, 아니면 신경미학 연구에서 구별되지 않은 채 혼재되어 있다가, Leder의 모델에 의해 선명한 틀 거리로 정돈되었다. 또한 Leder의 모델은 인지적 과정을 세분화하여, ‘초기 지각적 분석’ ‘암묵적 기억 통합’ ‘명시적 분류’ ‘인지적 숙련 및 평가’에 이르는 일련의 과정들을 일목요연하게 정리하였다. 이외에도 선행경험, 전문성, 지식, 관심, 취향 등이 미적 경험의 인지적 과정의 조절 요인으로 포함되었다. Leder 모델의 각 구성 요소들은 이후 신경미학 연구에서 연구 주제 설정에 활용되기도 하고 결과 논의의 바탕이 되기도 하였다.

fMRI를 이용하여 미적 경험에 관여하는 뇌 영역을 추적한 본격 실험 논문이 동시에 세 편이나 발표된 것도 2004년이다. 이 세 편의 연구 논문 - Cela-Conde 등(2004), Kawabata 와 Zeki (2004), Vartanian과 Goel (2004)은 - 미술작품 감상, 혹은 아름다움의 경험에 관여하는 뇌 영역에 대한 탐구로서 대표적인 논문들이다. 따라서 이들이 본격적인 신경미학의 태동기에 지니는 학문적 의의는 상당하다. 지금까지 발표된 모든 신경미학 소개글 혹은 리뷰에서 이 세 논문이 대표 연구 사례로 다루어지지 않은 경우는 거의 드물다. 먼저 Cela-Conde와 동료들은 추상, 고전주의, 인상파, 후기 인상파를 포함하는 다양한 사조의 회화 작

품들을 제시하고, 참가자들이 각 작품에 대해 아름다움 여부를 판단하는 동안 뇌자도(Magnetoencephalogram, 이하 MEG)를 이용하여 뇌 반응을 측정하였다. 그 결과, 참가자들이 미술작품을 아름답다고 판단할 때, 아름답지 않다고 판단할 때에 비해 좌반구 배외측 전전두 피질(등가쪽이마앞겉질, dorsolateral prefrontal cortex, 이하 DLPFC)에서 활성화가 증가되었다(Cela-Conde et al., 2004). Kawabata와 Zeki 또한 다양한 양식의 회화 작품들을 제시하고, 참가자들에게 미/중립/추의 세 반응 중 하나를 선택하도록 하면서 뇌 활동을 fMRI로 기록하였다. 그 결과 아름답다고 판단된 자극에 대해서는 안와전두엽(눈확이마앞엽, orbitofrontal cortex, 이하 OFC)의 활성화 증가 반응이 있었고, 추하다고 판단된 자극의 경우는 운동영역의 활성화 증가와 연관되었다(Kawabata & Zeki, 2004). 아름다움 정도를 5점 척도로 평정하도록 한 Vartanian과 Goel의 연구에서는, 미술작품에 대한 주관적 선호가 낮을수록, 우반구 미상핵(꼬리핵, caudate nucleus)에서 활성화가 감소된 반면, 시각 처리에 관여하는 방추상회(방추모양이랑, fusiform gyrus)와 대상회(떡이랑, cingulate gyrus)에서는 선호의 증가에 따라 활성화 증가 양상이 관찰되었다(Vartanian & Goel, 2004).

최근 신경미학의 새로운 경향

예술 감상의 하위과정 세분화와 연구 정교화

2004년에 발표된 세 편의 연구들은 모두 기존 미술작품을 자극으로 제시하였고, 긍정적인 평가를 받은 작품에 대한 반응을 부정적 평가

를 받은 작품에 대한 반응과 대비하였다는 공통점이 있다. 하지만, 세 연구의 결과 예술작품의 ‘아름다움’과 연관되는 것으로 보고된 뇌 영역들은 일치하지 않았다. 이러한 연구 결과의 불일치는 Leder의 모델에서 제시된 예술작품의 감상에 관여하는 세부 과정들에 대한 분류가 실험 디자인에 고려되지 않은 것과 연관될 가능성이 있다. 지각적 분류, 기억, 의사결정, 인지적 평가, 정서적 반응 등이 경계가 모호한 채로 일부 연구에 반영되어 있기도 하고, 과제로 설정되기도 한 것이다. 일례로 위 세 편의 연구 간에는 ‘미추판단 vs 아름다움 정도 평정’, 그리고 ‘주관적 선호 판단 vs 아름다움 평가’라는 과제의 차이도 존재하였다.

미적 판단 과제와 대비되는 통제 과제의 도입. 2년 뒤에 발표된 Jacobsen과 동료들의 연구는 선행 연구 세 편과 구별된다. 연구자들은 먼저 실제 예술작품 대신에 기하학적 그래픽 패턴을 자극으로 사용하였다(Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon, 2006). 또한 미적 판단과 함께 자극에 대한 대칭 판단 과제를 실시하였다. 미적 판단과 대칭 판단에 대한 직접적인 대조를 통해 자극 관련 요소, 태도나 기억, 의사 결정 일반에 관련된 요소들을 추출, 제거하고, 미적 경험에 고유한 뇌 반응만을 선별하고자 한 것이다. 미적 판단과 대칭 판단 시 뇌 반응에 대한 직접 대비 분석 결과, 내측전두피질(안쪽 이마겔질, medial frontal cortex), 설전부(췌기앞소엽, precuneus), 후대상회(뒤쪽 띠이랑, posterior cingulate gyrus, 이하 PCG), 좌측두극(왼쪽 관자극, temporal pole), 및 측두두정접합(관자마루이음부, temporoparietal

junction) 영역들에서 미적 판단시 활성화 증가가 관찰되었다. 반면 후두부(뒤통수 부분) 시각 공간 분석 관련 영역들인 상두정소엽(위마루소엽, superior parietal lobule, 이하 SPL), 두정내구(마루엽속고랑, intraparietal sulcus) 및 전운동 영역(앞운동영역, premotor area)에서는 대칭 판단 시 활성화가 증가되었다.

Jacobsen 등의 연구에서처럼, 가치가 이미 입증된 기존 예술작품이 아니라 무의미하거나 새로 제작된 자극을 사용하는 것에 대해서는 신경미학 분야에서 찬반 양론이 분분하다. 기존 자극에 비해 실험적 조작 및 통제가 용이하다는 장점이 뚜렷한 반면, 이를 통해 유도된 뇌 반응을 예술작품에 대한 뇌 반응과 동일시킬 수 있는지에 대한 회의가 공존하는 까닭이다. 반면, 미적 판단에 관여하는 세부 과정들이 많다는 점에 착안하여, 미적 경험 이외의 다른 요소들을 공유하는 통제 과제를 설정하고 뇌 반응의 차이를 추출해 내는 방법은 이후 다른 연구들에서도 빈번히 활용된다.

일례로 Di Dio와 동료연구자들은 실험 자극으로 르네상스 시대 인체조각상 이미지를 활용하고 미적 판단 과제와 함께 비율 판단 과제를 도입하였다(Di Dio, Macaluso, & Rizzolatti, 2007). Jacobsen 등의 연구에서 아름다움의 요건으로 ‘대칭’을 고려한 것과 같이, Di Dio 등은 ‘황금비율’이라는 절대적 미의 기준을 활용하여 아름다움의 신경기전을 탐구하였다. 연구진은 제작된 원 자극과 신체비율을 조절하여 황금비율을 위배하도록 만든 변형 자극을 마련하였다. 참가자들은 fMRI 장비 안에서 원 자극과 변형 자극을 수동적으로 감상하거나, 주관적 선호 여부에 따른 미적 판단을 하거나,

인체 비율의 적정성에 대한 지각적 판단을 하였다. 측정된 뇌 반응 데이터는 객관적 미와 주관적 미, 두 측면에서 각각 분석되었다. 먼저 원 자극과 변형 자극에 대한 반응 비교 결과, 방추상회를 포함하는 후두부 시각 처리 영역, 전운동 영역, 그리고 흥미롭게도, 뇌섬엽(섬, insula)에서 원 자극에 더 큰 활성화를 나타내었다. 뇌섬엽은 신경미학 선행 연구에서 미적 경험과 연관되는 것으로 반복 제시된 바 있는 영역으로 Di Dio 등은 이 영역이 절대적 미와 연관된다고 해석하였다. 반면, 참가자들의 주관적 미 판단 반응에 따른 분석 결과, 미적 판단 시 아름답다고 판단된 이미지의 경우 편도체(amygdala) 활성화 증가와 연관되었다. 따라서 연구자들은 편도체가 주관적 미와 연관된다고 해석하였다. Di Dio 등의 연구는 황금비율로 제작된 르네상스 조각상을 원 자극으로 활용하면서도, 이를 실험적으로 조작하여 비율 측면에서만 차이를 보이는 비교 자극을 만들어 냈다는 점에서 생태적 타당성(ecological validity)과 실험적 조작성을 동시에 실현했다는 의의를 지닌다. 또한 미의 정의와 연관된 두 측면 - '절대적, 객관적 미'와 '상대적, 주관적 미'에 연관되는 신경네트워크를 식별했다는 점에서도 주목할 만하다.

보다 더 최근의 fMRI 연구에서 Ishizu와 Zeki는 동일한 미술작품 자극에 대해 미적 판단 과제와 시각적 대비 판단 과제를 함께 활용하였다(Ishizu & Zeki, 2013). fMRI 장비 안에서 참가자들은 동시에 제시된 두 장의 그림을 보고 어느 것이 더 아름다운지(미적 판단), 혹은 어느 것이 더 밝은지(대비 판단) 버튼을 눌러 반응하도록 지시받았다. 두 과제와 연관된 뇌

반응에 대한 직접 대비 분석 결과, 피질 하 영역들인 좌측 담창구(창백핵, globus pallidus), 좌측 편도체, 우측 피각(조가비핵, putamen)과 피질 영역인 내측 및 외측 안와전두엽, 그리고 상전두회에서 미적 판단 시 활성화 증가가 관찰되었다. 반면, 대비 판단 시 미적 판단 시에 비해 활성화가 더 큰 영역은 없었다. 전두엽의 운동, 전운동 및 보조운동영역(supplementary motor are)들은 두 과제 모두에 공통적으로 관여하는 것으로 나타났다. 또한 선행 연구에서 미적 판단과 연관된 것으로 제시된 배외측전전두피질(Cela-Conde et al., 2004) 및 뇌섬엽(Di Dio et al., 2007)도 미적 판단과 대비 판단에 공히 관여하는 것으로 나타났다.

표현 대상보다 예술적 표현 자체에 주목.

정교화된 최근 신경미학 연구에서는 또한 예술작품 감상 시 아름다움의 경험이 작품 속에 표현된 대상에 기인할 가능성과, 예술작품 그 자체에 기인할 가능성을 구별해보고자 하는 경향을 보인다. 예를 들어, 16명의 참가자를 대상으로 한 fMRI 연구에서 Cupchik과 동료들은 인물, 풍경, 정물화를 포함하는 구상회화 작품들을 실험 자극으로, 비구상 작품들을 통제 자극으로 제시하였다(Cupchik, Vartanian, Crawley, & Mikulis, 2009). 자극들은 또한 표현된 대상의 형태 정보가 강조되는 강윤곽(hard-edge) 조건과, 표현적 측면이 강조되는 약윤곽(soft-edge) 조건으로 분류되어 제시되었다. 또 하나의 주요 실험 조작은 작품 지각 시 참가자의 편향이었다. 실용적 편향 조건에서 참가자들은 구상 작품 속에 표현된 물체들이나 그 내용 등 일상적 측면에 집중하는 반면, 미

적 편향 조건에서는 그림 자체의 시각적 표현이나, 환기되는 느낌 등을 향유하도록 요구받았다. 통제 자극인 비구상 작품 지각 시에는 어떤 편향도 유도되지 않았다. 뇌 반응 분석 결과, 미적 편향 조건에 특화된 영역은 뇌섬엽이었다. 반면, 방추상회는 실용적 편향 조건에서 활성화 증가를 나타냈다. 미적 편향과 실용적 편향 간의 직접 대비 분석 결과, DLDFC 영역에서 미적 편향시 상대적으로 활성화 정도가 높았다. 이러한 결과는, 미적 편향을 지니고 작품을 볼 때에 나타나는 정서적 반응이 섬엽의 활성화 증가로, 작품 속에 묘사된 대상의 재인과 같은 시각적 처리가 방추상회의 활성화 증가로 드러남을 시사한다. 또한 윤곽 조건의 차이에 대해서는, 좌측 상두정소엽에서 미적 편향시 약윤곽 조건의 자극에 대해 상대적으로 큰 활성화를 보였다. 상두정소엽의 이러한 경향은 해당 영역이 미술작품 감상 시 불명확한 표현적 요소에 대한 활발한 이미지 구성에 관여하는 것을 시사한다.

미술작품에 표현된 대상과 미술적 표현 방식에 대한 뇌 반응 구별은 이후 Lacey와 동료들에 의해서도 시도되었다(Lacey et al., 2011). 연구진은 미술작품을 실험 자극으로, 미술작품과 동일한 대상을 보여주는 일반 사진을 통제 자극으로 활용하여 참가자의 뇌 반응을 비교하였다. fMRI를 통해 측정된 뇌 활성화 분석 결과, 미술작품의 경우 동일한 대상을 제시한 일반 사진에 비해 선조체(줄무늬체, striatum), 안와전두피질(눈확이마앞엽, orbitofrontal cortex, 이하 OFC), 시상 하부를 포함한 보상 체계의 활성화 증가와 연관되었

다. 더욱이 선조체는 미술작품을 볼 때 특징적인 시지각 관련 영역의 활성화와 기능적 연결성을 나타내었는데, 이러한 연결성은 동일한 대상을 보여준 일반 사진을 볼 때는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 미술작품 속에 표현된 대상이 아니라 미술에 특징적인 시각 표현 정보가 보상 체계의 활성화를 유도한다는 것을 시사한다.

최근에 발표된 한 논문에서는 Lacey 등의 연구와 거의 흡사한 자극 조작을 포함한 fMRI 실험의 결과를 보고한 바 있다. Mizokami 등(2014)은 풍경과 정물을 포함하는 구상 회화 작품과 동일한 대상을 찍은 비예술 사진에 대한 뇌 반응 비교를 통해 대상이 아닌 미술에 고유한 표현의 미적 경험에 집중하고자 하였다. 그 결과 양반구 설상엽(췌기, cuneus)과 설회(혀이랑, lingual gyrus) 등 시각처리 영역에서 동일 대상을 찍은 일반 사진보다 미술작품에 더 큰 반응이 나타났다. Lacey 등(2011)의 연구에서와 마찬가지로 시각 영역의 관여가 드러났지만, 선행 연구에서 보고되었던 선조체 등의 보상 체계 활성화는 관찰되지 않았다.

미술작품 속에 표현된 대상과 내용에 대한 선호와 미술작품 그 자체에 대한 선호 간의 구별 시도는 예술작품의 감상에 관여하는 다양한 요소의 처리 과정들을 세분화하려는 노력의 일환으로 높이 평가할 수 있다. 하지만, 우리가 어떤 예술작품에 대해 선호하거나 그것이 아름답다고 느낄 때, 단지 주어진 대상에 대한 '표현 방식' 만의 문제는 아니라는 점에서 일련의 연구들을 비판적으로 평가할 수 있다.

학습과 전문성 등 미적 경험에 영향을 미치는 인지적 과정의 뇌 기전 탐구. 앞에서 미술작품 속에 표현된 대상과, 표현 방식에서 오는 아름다움을 구별한 연구들을 살펴보았다. 어떤 작품에서는 이 둘이 별개로 존재하는 것이 아니라 화가에 의해 의도적으로 상호작용하기도 한다. 예를 들어 표현된 대상을 구체적이고 명확하게 묘사하지 않고, 윤곽을 흐리거나 익숙치 않은 색을 사용하거나 형태를 무너뜨리는 등, 대상의 재인을 용이하지 않게 만들기도 한다. 이러한 표현과 대상 재인의 상호 작용이 작품에 대한 미적 경험의 핵심이 될 수 있는 것이다. Fairhall과 Ishai는 2008년 연구에서, 이러한 작품의 특성을 ‘비결정성(indeterminacy)’으로 규정하였다. 뇌 반응 분석 결과, 비결정성이 큰 미술작품일수록 내측전두피질과 설전부의 활성화를 증가시켰다. 이는 외부 자극이 충분하지 않은 상황에서 판단을 위해 내면에 집중하는 과정과 연관될 가능성이 있다. 이 가능성은 최근 신경미학 연구에서 가장 주목받고 있는 요소이므로, 본 절의 마지막 부분에서 다시 자세히 논의하기로 한다.

입체파 회화는 대상인 물체를 3차원의 기하학적 형태로 해부하고, 대상 주위를 움직이며 취한 다양한 시점을 한 화폭에 동시에 제시하는 특징이 있다. 이런 점에서 입체파 회화 또한 ‘비결정성’을 지닌다고 할 수 있다. 실제로 처음 접하는 입체파 회화에서 재인할 수 있는 물체는 그리 많지 않다. Wiesmann과 Ishai는 학습을 통해서 입체파 회화 감상 시 물체 재인 능력을 향상시킬 수 있다는 연구 결과를 발표하였다(Wiesmann & Ishai, 2010). 학습 후 fMRI

결과, 재인 가능한 물체의 수가 증가함에 따라 해마방피질(해마결절질, parahippocampal cortex)의 활성화도 증가하는 양상을 보였다. 이 결과는 미술에 고유한 정보, 혹은 화가의 숨겨진 의도의 학습가능성과 이에 따른 신경가소성을 제시한다는 데에도 그 의미가 있다.

예술작품 감상에서 학습과 연관된 또 하나의 중요한 요인으로 전문성을 들 수 있다. 미술 감상 시 예술가나 작품에 대한 지식을 보유한 전문인의 뇌 반응이, 일반인의 뇌 반응과 구별될 가능성은 신경미학 분야에서 큰 관심을 받는 연구 주제이다. 일례로, Kirk와 동료연구자들은 건축가와 일반인, 두 집단에게 건축물과 얼굴 사진을 제시하고 매력도를 평정하도록 하며 뇌 반응을 측정하였다(Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard, 2009). 뇌 활성화 분석 결과, 보상 관련 영역 중 내측안와전두피질과 전대상회(앞쪽 띠이랑, anterior cingulate gyrus)의 경우 건축가가 건축물을 볼 때 더 크게 활성화되나, 비전문가의 경우 이러한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 이 영역들은 전문성에 따른 미적 평가와 관련되는 것으로 보인다. 반면 또 다른 보상 관련 영역인 측위신경핵(기담핵, nucleus accumbens)의 경우에는 전문성 보유 여부와 관계없이 자극 범주에 따른 차이를 나타내었다. 이러한 결과는 보상과 관련된 두 경로가 전문성에 따른 미적 선호에서 독립적인 역할을 수행할 가능성을 시사한다.

미적 경험의 맥락 효과 연구. 학습과 전문성에 따른 미적 경험의 차이가 감상자의 특성과 연관된다면, 외부적 환경, 혹은 상황 요인에 따라서 미적 경험의 차이가 발생하는 경

우도 있다. 동일한 예술작품의 경우에도 어떤 상황과 환경에서 감상하는가에 따라 전혀 다른 경험을 유발할 수 있는 것이다. Kirk와 동료 연구자들은 한 연구에서 이러한 맥락 효과와 연관된 신경 활동을 규명하고자 하였다(Kirk, Skov, Hulme, Christensen, & Zeki, 2009). 동일한 미술작품이 ‘갤러리’라는 단어 라벨과 함께 제시되는 경우, ‘컴퓨터 제작’이라는 라벨과 함께 제시되는 경우에 비해 선호 반응이 높게 나타났다. 또한 fMRI에 의해 측정된 뇌 반응 양상에 따르면 맥락에 따른 선호 반응의 조절은 안와전두엽 및 전내측 전전두피질의 활성화 증가와 연관되었다. 이에 반해 단순한 맥락 제시 효과는 내측두엽(안쪽 관자엽, medial temporal lobe) 기억 연관 회로의 활성화와 연관되는 것으로 드러나서, 전두엽의 활성화가 단순한 맥락 제시를 반영하는 것이 아니라 맥락에 따른 예술작품의 선호 판단에 관여함을 시사한다.

또 다른 연구에서는 미술작품에 붙은 진품 여부를 제시하는 맥락 정보가 작품 감상 시 뇌 반응을 조절함을 밝혔다(Huang, Bridge, Kemp, & Parker, 2011). 미술작품의 실제 진위 여부에 관계없이, ‘모사품’이라는 라벨이 붙은 경우, ‘진품’ 라벨이 붙은 경우에 비해 전두극(이마극, frontal pole) 피질과 설전부에서 더 큰 활성화가 나타났다.

미적 경험과 디폴트모드 네트워크. 앞서, Fairhall과 Ishai의 연구 중 비결정성이 큰 미술작품일수록 내측전두피질과 설전부의 활성화 증가와 연관된다는 결과에 주목한 바 있다. 해당 영역들은 미적 선호와 관련하여 다른 연

구들에서도 보고된 바 있다(Jacobsen et al., 2006; Kirk et al., 2009). 이 세 연구의 공통점은 참가자들에게 낯설고 새로운, 외부에서 주어진 정보 만으로는 미적 판단을 내리기 어려운 자극이 제시되었다는 점이다. Fairhall과 Ishai의 연구에서는 비결정성을 지닌 작품들이, Jacobsen 등의 연구에서는 기존 미술작품이 아니라 제작된 기하학적 패턴이, 그리고 Kirk 등의 연구에서도 기존 추상 작품의 색을 조작하여 변형한 이미지들이 자극으로 활용된 것이다.

초기 신경미학 연구 성과들은 Leder 모델의 틀 아래에서 크게 지각적 처리와 관련된 신경네트워크와, 정서 반응 및 보상과 연관된 신경네트워크의 두 가지 뇌 활성화 양상으로 요약되어 왔다. 이러한 이분법적 이해에 가려져 있던 제 삼의 네트워크가 바로 위 세 연구에 공히 관여한 것이다. 그렇다면 이 네트워크의 기능은 무엇일까.

미적 경험 중 위 네트워크의 관여를 보인 또 하나의 연구에서는, 참가자의 주관적인 미적 경험을 유발하기 위해 다양한 사조의 회화작품을 자극으로 활용하였다(Vessel, Starr, & Rubin, 2012). 또한 참가자가 fMRI 촬영 중 이들 작품을 보는 동안 주어진 과제 또한 조심스럽게 고안되었다. 즉, 다른 신경미학 연구들이 주로 아름다움이나 선호 여부, 혹은 그 정도에 대한 과제를 제시하는 반면에, Vessel 등은 참가자에게 자신의 느낌 대로 작품이 마음을 움직이는 정도를 평정하도록 하였다. 그 결과 후두부 시각 영역에서는 마음을 움직이는 정도에 비례하는 점진적인 활성화 증가 양상이 나타났다. 반면 후대상피질(뒤쪽 띠겔질,

표 1. 최근 신경미학 연구에서 밝혀진 예술 감상에 관여하는 신경 네트워크

관련 기능	대표 뇌 영역	연구	
지각 및 주의	방추상회(Fusiform gyrus)	Vartanian & Goel (2004) Di Dio, Macaluso, & Rizzolati (2007) Cupchik, Vartanian, Crawley, & Mikulis (2009)	
	상두정소엽(SPL)	Cupchik, Vartanian, Crawley, & Mikulis (2009)	
정서 및 보상	전대상회(ACC)	Vartanian & Goel (2004) Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard (2009)	
	안와전두엽(OFC)	Kawabata & Zeki (2004) Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard (2009) Kirk, Skov, Hulme, Christensen, & Zeki (2009) Lacey et al. (2011) Ishizu & Zeki (2013)	
	뇌섬엽(Insula)	Di Dio, Macaluso, & Rizzolati (2007) Cupchik, Vartanian, Crawley, & Mikulis (2009) Ishizu & Zeki (2013)	
	미상핵(Caudate Nucleus)	Vartanian & Goel (2004)	
	측위신경핵(Nucleus Accumbens)	Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard (2009)	
	편도체(Amygdala)	Di Dio, Macaluso, & Rizzolati (2007) Ishizu & Zeki (2013)	
	선조체(Striatum)	Lacey, Hagtvedt, Patrick, Anderson, Stilla, Deshpande, Hu, Sato, Reddy, & Sathian (2011)	
	DMN	전내측 전전두피질(anterior Medial Prefrontal Cortex)	Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon (2006) Fairhall & Ishai (2007) Kirk, Skov, Hulme, Christensen, & Zeki (2009)
		측두극(Temporal pole)	Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon (2006)
		측두두정접합(Temporo-parietal junction)	Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon (2006)
후대상피질(PCC)		Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon (2006) Vessel, Starr, & Rubin (2012)	
설전부(Precuneus)		Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon (2006) Fairhall & Ishai (2007)	

posterior cingulate cortex)과 내측 전전두피질의 경우에는 가장 마음을 크게 움직인다고 평가된 작품에 대해서만 활성화의 급격한 증가가 나타나고 나머지 작품들에 대해서는 기저보다 낮은 활성화 수준을 보였다.

위 네 연구에 공히 관여하고 있는 내측전전두피질, 후대상피질, 그리고 설전부 등은 소위 디폴트모드 네트워크(default mode network, 이하 DMN)라고 불리는 신경 네트워크의 주요 노드들이다. DMN은 먼저 외부 자극에 대한 주의 집중을 요하는 과제 수행 중보다, 과제 없이 수동적으로 화면을 보고 있거나, 아니면 과제와 과제 사이 휴지기에 더 큰 활성화를 보이는 영역들의 집합으로 알려졌다(Shulman et al., 1997; Buckner et al., 2008). 이런 맥락에서라면 신경미학 연구에서 미적 판단 과제와 연관된 DMN의 활성화를 이해하기 어렵다. 하지만 추가 연구들에서 DMN이 자기참조적 심적 과정(self-referential mental processing)과 연관되는 강한 상호연결성을 지니는 뇌 영역들의 집합으로 규정되었다(Northoff et al., 2006). 신경미학 연구들의 결과도 외부 정보에 의해서 규정되기 어려운 미술작품에 대한 자기참조적 과정의 반영으로 해석될 수 있을 것이다. 마음을 크게 움직이지 못하는 모든 작품에 대해서 DMN이 기저 이하 수준의 반응을 보이다가, 갑자기 마음을 크게 동하게 만드는 작품을 만났을 때 기저 수준 이상의 급격한 반응 상승으로 보이는 것은, 마치 주의를 요하는 과제 중 제시되는 여러 단어들에 대해 DMN이 기저 이하 수준의 반응을 보이다가, 갑자기 자신의 이름이 제시되면 급격한 반응의 상승을 보이는 것과 유사한 패턴으로 해석될 여

지가 있는 것이다(Vessel, Starr, & Rubin, 2013).

DMN 활성화를 포함한 최근 10년 간 발표된 미술에 관한 신경미학 뇌 영상 연구 결과를 표 1에 요약, 제시하였다.

대상 예술장르의 다양화

앞 절에서는 미술, 그중에서도 특히 회화 작품의 감상과 미적 경험에 수반되는 신경 활동 양상을 살펴본 최근 신경미학 연구들을 논의하였다. 지금까지의 신경미학 연구는 이와 같이 주로 시각 예술을 그 대상으로 삼아 왔다. 이러한 경향은 시각신경경로 및 그 구조에 대한 신경과학적 이해가 매우 상세하여, 이를 바탕으로 예술에 고유한 신경망을 추적하기에 용이하다는 데에 부분적으로 기반한다. 그러나 신경미학의 대상은 그 출발부터 시각 예술에 국한되지 않았으며, 신경미학 연구 성과가 축적되어감에 따라 연구의 대상도 점차 다양화되어가고 있다. 이 절에서는 미술 이외의 예술 장르와 연관된 대표적 최근 연구 성과를 논의하고자 한다.

건축. 앞 절에서 언급된 바 있는 Kirk 등의 연구에서는, 전문성과 미적 판단 간의 상호작용에 관여하는 뇌 영역을 찾기 위하여, 건축가와 비건축가에게 건축 이미지와 얼굴 이미지를 제시하고, 매력 판단 반응을 받으며 뇌 반응을 측정한 바 있다. 이 연구는 비록 건축을 자극으로 활용하고 건축가를 그 대상으로 하였지만, 건축이라는 예술장르에 특정한 요소를 조절하거나 활용한 예는 아니다. 건축은 미술과의 연관성이 크면서도, 삼차원 공간감, 레이아웃, 동선, 그리고 테코레이션

및 구성 물체 등 여러가지 요소로 인해 미술과 다른 감상 경험을 유발한다. 이러한 특징 때문인지, 최근 건축을 대상으로 한 신경미학 연구 몇 편이 잇달아 발표되고 있다.

한 연구에서는 실내 건축 디자인에서 윤곽 요소에 따른 미적 판단, 정서 판단 및 이에 수반되는 뇌 반응을 다루었다(Vartanian et al., 2013). 구체적으로, 곡선형 레이아웃의 실내 사진과 직선형 레이아웃의 실내 사진을 참가자에게 제시하면서, 각 사진 속 공간에 대한 미적 판단 및 접근/회피 판단(들여가기/나가기) 반응을 기록하고, 수반되는 뇌 반응을 fMRI를 이용하여 측정하였다. 행동 반응 분석 결과, 참가자들은 곡선형 레이아웃의 실내를 직선형에 비해 더 아름답다고 판단하였다. 뇌 반응 분석 결과, 전대상회에서 미적 판단 시 곡선형 실내에 대한 반응이 직선형 실내에 대한 반응에 비해 컸다. 이러한 차이를 나타낸 영역은 전대상회가 유일했다. 반면 접근/회피 판단 시 곡선형 실내에 더 큰 활성화를 나타낸 영역으로 설화와 후두 초기시각영역이 확인되었지만, 레이아웃이 참가자들의 들어가기/나가기 행동 선택에는 영향을 미치지 않았다. 이러한 연구 결과는, 곡선 윤곽선에 대한 일반적인 선호가 건축으로 확장된 예를 제시하며, 보상과 감정에 관여하는 뇌 영역인 전대상회의 활성화가 행동 선호반응과 함께 감상자의 미적 경험을 반영하는 것으로 해석될 수 있다. 연구자들은 동일한 패러다임을 이용한 후속 연구에서, 실내 공간의 천정 높이나, 개방성 등 또 다른 건축 요소에 따른 미적 판단 및 접근/회피 판단 반응, 그리고 이에 수반되는 뇌 반응을 추가로 보고하였다(Vartanian et al.,

2015).

건축을 대상으로 한 신경미학 연구는, 건축물이 이차원의 회화나 사진 작품에 비하여 복잡하고 많은 시각적 구성 요소를 지니는 까닭에, 엄밀한 자극 통제를 더욱 더 요한다. 또한 사람이 활동하는 공간으로서의 건축이 신경미학 실험 중에는 공간의 사진으로 변형되어 시각적으로 제시된다는 한계가 있다. 이 때의 뇌 반응이, 건축과 관련된 경험을 이해하는 일반적인 결론을 도출하는데 얼마만큼 기여할 수 있는지도 문제시된다. 이러한 한계점들은 이후 본 논문의 3절에서 다시 다루기로 하겠다.

춤. 춤에 대한 감상은, 시각적 움직임 자극과 운동 간의 상호작용으로 인해, 정적인 미술작품에 대한 감상이 지니지 못한 새로운 요소를 내포한다(Cross & Ticini, 2012). 또한 춤은 다른 사람의 동작에 대한 이해가 지니는 사회적 중요성(Allison, Puce, & McCarthy, 2000)과, 예술 감상 시 지각된 내용을 감상자의 몸으로 체화하는 경험의 극대치를 이끌어 낼 가능성(Freedberg & Gallese, 2007) 측면에서도 신경미학의 특별한 대상이 된다.

춤에 관한 미적 경험에 대해 연구한 첫 시도는 Calvo-Merino와 동료들의 연구였다(Calvo-Merino, Jola, Glaser, & Haggard, 2008). fMRI를 이용한 이 연구에서 연구자들은 참가자에게 춤 장면이 담긴 동영상을 제시하였다. 참가자들이 춤 영상을 감상하며 미적 판단과 무관한 과제를 수행하는 동안 그들의 뇌 반응이 측정되었다. fMRI 세션이 끝난 후, 참가자들은 동일한 춤 영상을 다시 보며, 각각에 대한 그들

의 주관적 반응을 5점 척도로 평정하였다. 개별 참가자의 주관적 반응수치를 활용한 fMRI 데이터 분석 결과, 참가자들이 선호한 춤 영상을 볼 때, 비선호한 춤 영상을 볼 때에 비해 후두엽 시각 연관 영역 및 전두엽 전운동 영역의 활성화가 증가하였다. 이러한 결과는 춤 감상 시 선호 반응이 시각과 운동 관련 영역에 동시에 연관됨을 시사한다. Calvo-Merino와 연구진은 후속 연구에서, 타인의 몸에 대한 시지각 관련 영역(extreastriate body area, 이하 EBA, Downing, Jiang, Shuman, & Kanwisher, 2001)에 적용된 경두개자기자극(transcranial magnetic stimulation, 이하 TMS)이 춤에 대한 미적 경험에 변화를 야기함을 보고하기도 하였다(Calvo-Merino, Urgesi, Orgs, Aglioti, & Haggard, 2010).

춤의 감상에 대한 또 다른 최근 연구에서는 감상자 자신의 동작 능력과 춤 감상 시 아름다움의 지각 간의 연관성이 검토되었다(Cross, Kirsch, Ticini & Schuetz-Bosbach, 2011). 무용 비전공자인 참가자들은 각각의 춤 영상을 보면서 아름다움 정도를 판단하였는데, 따라하기 어려운 동작일수록 더 아름답다고 판단되었다. 또한 이 동작들을 볼 때 후두측두 접합 영역과 두정엽의 동작 지각 관련 영역들에서 더 큰 활성화가 나타났다. 이는 춤 지각, 미적 판단, 그리고 감상자의 체화 간의 연관성을 시사하는 결과로 해석될 수 있다.

이들 연구진은 후속 연구를 통하여, 동작에 대한 학습이 춤 감상 시 미적 판단에 변화를 가져오는지 학습 전후의 뇌 영상 촬영을 통해 비교, 검토하였다(Kirsch, Dawson, & Cross, 2015). 참가자들은 학습 세션에서 1) 춤 영상

을 보고 음악을 들으며 동작을 따라하거나, 2) 동작 없이 춤 영상과 음악을 보고 듣거나, 3) 음악만을 듣거나, 4) 아무런 학습도 하지 않는 네 조건을 경험하였다. 참가자들은 이러한 네 가지 종류의 학습과 연관된 춤 영상을 fMRI 장비 안에서 학습 전후로 감상하면서, 각각에 대한 선호 정도를 평정하였고, 이 때 뇌 반응이 측정되었다. 그 결과, 1)과 같이 여러 감각과 운동을 통해 학습된 춤에 대한 선호가 학습 전에 비해 증가하였다. 또한 학습 전에는 시상과 미상핵을 포함하는 피질 하 보상 관련 영역에서 선호 정도와 정적 상관을 보인데 반해, 학습 후에는 동작 지각 및 다중감각통합에 관여하는 상측두구(위관자고랑, superior temporal sulcus) 영역이 선호와 상관을 나타내었다.

연구방법의 다각화

새로운 인지신경과학 측정 방법.

뇌 자극(brain stimulation). 앞 절에서 살펴본 대부분의 신경미학 연구 성과들은 fMRI를 활용하여 미적 경험과 특정 뇌 영역의 활성화 간의 상관을 밝힘으로써, 예술 감상 및 미적 경험에 관여하는 신경 네트워크에 대한 우리의 이해를 증진시켰다. 하지만, 이러한 연구들은 예술 감상과 관련 뇌 영역 간의 상관 관계를 보여주는 데 그칠 뿐, 둘 간의 인과 관계에 대해서는 검증할 수 없다는 한계를 지닌다. 신경미학 연구 성과가 축적됨에 따라, 미적 경험의 발생 원인이 되는 뇌 영역에 대한 관심이 점점 증대되고 있다. 최근 발표된 두 편의 논문은 바로 이런 주제를 다루고 있다.

먼저, 2013년 발표된 Cattaneo와 동료들의

연구에서는 경두개 직류전류 자극(transcranial direct current stimulation, 이하 tDCS) 방법을 활용하였다(Cattaneo, Lega, Flexas, Nadal, Munar, & Cela-Conde, 2013). tDCS는 관심 뇌 영역에 근접한 피질에 약한 직류 전류를 흘려보내어, 해당 뇌 영역의 활동을 증가시키거나 감소시킬 수 있는 방법이다(Gandiga, Hummel, & Cohen, 2006). 특히 자극의 극성에 따라 활동의 증가와 감소를 유도할 수 있는데, anodal tDCS는 자극 중 피질 활성화 정도를 증진시킨다. 피질 활성화는 관련 인지 수행의 향상을 야기하는데, 그 효과가 자극 종료 이후에도 수 분 동안 지속되는 것으로 알려져 있다(Jacobsen, Koslowsky, & Lavidor, 2012). Cattaneo 등은 선행 연구들을 통하여 예술작품 감상 및 미적 판단에 관여하는 것으로 알려진 배외측 전전두피질에 anodal tDCS를 적용하였다. 예술 비전문가로 구성된 참가자들은 구상 및 추상 회화, 사진 작품을 보면서 미적 평가를 내리도록 지시받았다. 연구 결과, 배외측 전전두피질에 대한 tDCS 전후로, 구상 작품에 대한 선호에 변화가 나타났다. 실제로 전류 자극이 주어지지 않았던 가상 자극 조건이나, 작품에 대한 선택 평가 조건에서는 이러한 변화가 나타나지 않아, 배외측 전전두피질이 미적 평가에 특정한 인과적 영향력을 행사한다는 해석을 뒷받침하였다.

동일 연구진은 2015년, 뇌 영역과 관련 기능 간의 인과적 관계를 규명할 수 있는 또다른 방법인 TMS를 활용한 연구를 발표하였다(Cattaneo, Lega, Gardelli, Merabet, Cela-Conde, & Nadal, 2015). 자극 위치로는 시각정보처리 경로 중 복측 경로에 위치한 외측 후두엽(가쪽

뒤통수엽, lateral occipital, 이하 LO) 영역이 선택되었다. 이 영역은 일반적으로 물체 재인을 담당하는 것으로 알려져 있으며(Grill-Spector, 2003), 시각 예술작품의 감상과 미적 평가에도 연관된다는 연구 결과들이 보고된 바 있다(Vartanian & Goel, 2004). 참가자들은 구상과 추상 회화 작품을 보면서 먼저 선호 여부를 보고하고, 이어 선호 정도를 7점 척도로 평정하였다. 자극 제시 시 LO나 통제 위치에 TMS가 적용되었다. 연구 결과, LO에 TMS가 주어진 경우 구상 작품에 대한 선호가 감소하였다. 하지만 추상 작품에 대한 선호는 LO TMS의 영향을 받지 않았다. 통제 위치에 적용된 TMS는 구상과 추상, 어떤 종류의 자극에 대한 선호에도 영향을 미치지 않았다. 일반인 참가자의 경우 작품을 볼 때 작품 자체의 표현 요소보다는 묘사된 주요 물체에 집중하는 경향이 있어, LO TMS에 따른 작품 속 주요 물체에 대한 재인 약화가 작품 자체에 대한 선호의 감소를 유발한 것으로 보인다.

지금까지 발표된 두 편의 뇌 자극 연구만으로, 미적 경험에 인과적 영향력을 지니는 뇌 영역에 대해 결론을 내리는 것은 불가능하다. 두 편의 연구는 다른 자극 방법을 활용하기도 하였지만, 자극 영역도 각각 상위 인지기능과 연관되는 배외측 전전두피질과 상향적 시각정보처리와 연관되는 후두엽으로 대비된다. 따라서 두 연구의 결과가 미적 경험의 신경적 기반을 이해하는데 통합적으로 활용되기도 어렵다. 뇌 자극 위치와 관련된 두 연구의 선택은 tDCS와 TMS 방법의 공통적인 한계점과 맞닿는 부분이 있다. 두 방법 모두, 전극 및 코일을 두피에 배치하는 비침습적 방법으로서,

뇌의 기저부나 내측 영역에는 자극을 전달하기 어렵다는 공간적 한계를 지닌다. 표 1에 요약된 미적 경험 관련 영역들 중에는 내측과 피질하 영역들이 다수 포함되어 있어, 앞으로도 이들 영역들의 인과적 영향력을 tDCS나 TMS를 활용하여 직접 연구하는 것은 쉽지 않을 것이다.

사건유발전위(event-related potential, 이하 ERP). 신경미학 초기 연구에서 Cela-Conde와 동료들은 미적 경험과 관련된 DLPFC의 활성화가 후기 처리와 연관됨을 밝혔다. 이러한 발견은 MEG의 우수한 시간해상력 덕분에 가능했다. 본 개관논문에서 다루어진 대부분의 연구에서 활용한 fMRI는 1/1000초 단위의 미적 경험의 시간적 추이를 규명하는데 적합하지 않다. 하지만 Cela-Conde 이후로 미적 경험의 시간적 특성을 탐구한 연구는 흔치 않았다.

최근에 Pang과 동료들은 미술에 대한 전문성이 미술 감상 시 뇌 반응 정도를 조절하는지 알아보기 위해 ERP 연구를 실시하였다(Pang, Nadal, Müller-Paul, Rosenberg, & Klein, 2013). 이 연구에서 주목할 점 중 하나는, 27명의 전문가 그룹 참가자의 전문성 보유 여부가 학력이나 전공 여부 등을 바탕으로 결정되지 않고, 연구진에 의해 자체 개발된 23개 아이템의 미술전문성 설문지를 활용하여 결정되었다는 점이다. 초상, 풍경, 정물화를 포함한 50개 그림 원 자극, 필터를 통해 원 자극 중 주요 물체나 구성요소의 재인이 어렵도록 한 변형 자극, 그리고 단색 자극이 제시되는 동안 참가자들은 자유롭게 자극들을 감상하였다. 자유 감상 과제는 칸트의 예술에 대한 무관심

성 이론에 근거하여, 쾌를 위해 인지적 노력이 기울여지지 않은 자유로운 상태로 그림을 볼 수 있도록 하기 위한 선택이었다. ERP 분석 결과, 후두부 전극에서 LPC와 P3b 컴포넌트의 진폭이 단색 자극 지각 시 가장 작고, 변형 자극 지각 시 다소 증가하며, 원 자극 지각 시 가장 크게 나타났다. 이러한 조건 간 ERP 진폭의 차이는 우반구에서 더 뚜렷하게 나타났다. 예술에 대한 전문성은 미술작품 속 시각적 요인의 차이에 민감한 반응을 보이지 않는 특징을 보였다. 이러한 부적 상관은 자극 제시 후 300ms 부근의 초기 처리에는 우측 편재되고 일부 두정-후두엽 전극에서 나타나다가, 500ms 이후의 후기 처리 시에는 후두부 전역으로 확대되는 경향을 보여, 전문성이 처리 단계에 따라 뇌 반응에 차별적인 영향을 행사할 가능성을 제안하였다.

메타분석. 신경미학에 대한 연구 성과가 축적되고, 그 결과들 간에 불일치가 나타남에 따라, 불일치의 원인을 규명하고 결과를 일반화하려는 시도의 하나로써 최근 메타분석 연구가 수행되기 시작하였다. 2015년 3월 현재까지 신경미학과 관련해서 발표된 메타분석 연구는 두 편이다.

먼저 Brown 등은 미적 처리 과정의 핵심이 지각된 물체의 정서가에 대한 평가에 있다고 보았다. 이에 따라 시각, 청각, 미각, 후각을 포함하는 네 가지 양태의 감각 자극에 대한 긍정적 정서 평가에 초점을 맞추어 93 편의 신경영상 연구들을 메타분석하였다(Brown, Gao, Tisdelle, Eickhoff, & Liotti, 2011). 활성화 우도 추정(activation likelihood estimation - 이하

ALE) 방법에 따른 분석 결과, 두 가지 양태 이상의 감각 자극에 대한 긍정적 정서 평가에 공통적으로 관여하는 뇌 영역으로 중대상피질, 전측 뇌섬엽, 측위 신경핵, 그리고 내측 안와 전두피질이 확인되었다. 분석의 역치를 높여 세 가지 양태 이상의 감각 자극에 대한 긍정적 정서 평가에 공통적으로 관여하는 뇌 영역을 검토한 결과, 위 네 영역들 중 전측 뇌섬엽만이 남았다. 이 영역은 맛있는 음식이나 아름다운 얼굴 등 일반적으로 정적 정서를 유발하는 자극에 대해서도 반응을 보인다. 따라서 연구자들은 예술작품이 생존, 혹은 사회적 의미를 지니는 보상과 동일한 신경기전을 가지며, 이에 따라 (신경)미학을 일반화할 수 있다고 해석하였다.

이러한 Brown 등의 메타분석 결과나 그에 대한 해석은, 예술적 경험이나 미와 연관된 신경 기전을 보다 일반적인 맥락과 연결시킨다는 데에서 그 의의를 찾을 수 있다. 하지만 동시에, 만일 예술작품이 맛있는 음식이나, 잠재적 짝의 매력과 동등한 가치로 뇌에서 해석된다면, 예술 고유의 영역, 혹은 신경미학, 나아가서는 미학 고유의 자리는 어디인지 모호해진다는 점에서 이러한 해석이 경계되기도 한다(Conway & Rehding, 2013). 그러나 Brown 등의 논문에 의거하여 예술적 경험을 지나치게 일반화하는 것은 성급한 일이다. 이 연구에서 메타 분석에 활용된 93편의 연구들을 살펴보면 ‘긍정적 정서가 평가’라는 과제 요소를 공통적으로 지니고 있는지 여부에 따라 선택되었음을 알 수 있다. 따라서 일부 연구들은 예술작품을 자극으로 사용하였지만, 또 예술작품과 무관한 다양한 감각 자극들을 사용한

연구들이 다수 포함되었다. 이에 따라, 본 연구 결과는 미적 경험 그 자체보다는, 보상으로 작용하는 다양한 자극에 공통적으로 관여하는 뇌 영역들을 찾는 데 분석의 초점이 있었다고 볼 수 있다.

또 다른 최근 메타분석 연구에서는 과제와 관계없이 참가자들의 회화 자극 지각 시 뇌 반응을 측정한 15개의 fMRI 연구들을 분석의 대상으로 삼았다(Vartanian & Skov, 2014). 이는 지금까지 발표된 핵심적인 신경미학 연구들이 주로 미술작품을 자극으로 사용하였다는 데 기인한 선택이었다. ALE 분석 결과 이들 fMRI 연구에서 공통적으로 활성화된 뇌 영역들은 먼저 시각 경로를 포함하였다. 구체적으로 후두엽과, 복측 경로를 따라 방추상회 얼굴영역, 해마방회 장면영역을 포함하는 측두엽 물체 범주 특화 영역들이 확인되었다. 두번째로 정서 반응과 연관된 전측 뇌섬엽이 미술작품 지각과 관련된 연구들에서 공통적으로 활성화됨을 확인하였다. 이러한 연구 결과는 Leder 등(2004)의 예술 감상에 대한 인지적 모델과, Chatterjee(2003)의 신경 모델에서 제안한 바와 같이 미술작품의 감상이 초기 감각 정보 처리 및 중간 단계의 물체 재인을 포함하는 지각/인지적 과정과 정서적 과정으로 구성된다는 것을 재확인하게 한다. Vartanian과 Skov의 분석 결과 중 가장 흥미롭고 새로운 것은 후대상피질로 대표되는 DMN의 활성화이다. 앞 절 2-1(5)에서 논의한 바와 같이, DMN은 예술 감상 시 감상자가 자신의 내적 상태에 주의를 기울이는 과정을 반영한다고 해석될 수 있다. 본 메타분석의 경우 미적 평가 등 특정 과제의 제시 여부와 관계없이 미술작품의 지각 단

계에서도 디폴트 모드 네트워크가 관여함을 보였다는 데에서 그 의의를 찾을 수 있다.

타 심리학 분야의 관점 접목. 신경미학의 연구 문제들이 세분화됨에 따라, 단순한 뇌영상 연구 방법만을 통해 규명할 수 없는 문제들에 타 심리학 분야 및 신경과학 응용 분야의 관점 접목에 대한 요구가 커진다.

발달심리. 예를 들어, 앞서 다룬 바 있는 Vartanian과 Goel (2004), 그리고 Di Dio 등(2008)의 연구에서는 각각 대칭 및 황금비율에 따른 절대적이고 객관적인 미의 기준으로 상징하고, 이와 연관된 신경 반응을 추적하였다. 경험을 통해 획득되는 상대적이고 주관적인 미의 기준에 반해, 절대적인 미의 기준은 생득된다고 볼 수 있다. 따라서 어떤 미의 기준이 절대적인지 밝히기 위해서는 생애 초기의 영아들을 대상으로 한 발달 연구가 필요하다. Krentz와 Earl(2013)은 이런 목적으로 성인과 6-10개월의 영아를 대상으로 미술작품에 대한 선호 반응을 측정하였다. 연구진은 사전 평정을 통해 100장의 구상 회화 작품을 다섯 가지 범주(초점 부위, 패턴, 균형, 대비, 복잡도)로 분류하여 범주 당 각 5장의 작품을 원 자극으로 선정하였다. 이렇게 선정된 총 25개의 원 자극에서 초점이 되는 부분을 시각적으로 흐리게 하거나 훼손하여 25개의 변형 작품 이미지를 만들었다. 각각의 이미지에 대한 참가자의 반응이 성인의 경우 선호 평정을 통해, 영아는 두 이미지씩 짝지어진 이미지 중 하나에 대한 선호시선 반응을 통해 취합되었다. 그 결과, 성인과 영아 집단 모두 원작품을 변형 작품보

다 더 선호하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 특히 복잡도와 대비에서 더 두드러지게 나타나, 이들 요소가 생애 초기부터 보유한 절대적 미와 관련될 가능성을 시사하였다. 이러한 결과는, 미적 경험의 가장 초기에 나타나는 시각 특징의 분석 단계에서는 성인과 영아 간에 선호 반응의 차이가 크지 않음을 나타내는 것으로 해석될 수 있다. 연구자들은 이러한 해석과 더불어, 상위 단계의 처리 과정으로 갈수록 경험을 통해 습득된 개인차에 따른 주관적 선호 및 미적 판단의 개입 여지가 커질 것으로 추론하였다.

비교문화신경과학. 실제 예술작품을 자극으로 사용하는 신경미학 연구의 경우, 그 작품의 시대, 문화, 사회적 영향으로부터 자유로울 수 없다. 따라서 이를 감상하는 수용자가 지니는 시대, 문화, 사회적 태도가 미적 판단 및 이에 수반되는 신경 활동에 영향을 미친다. 최근 건축물을 대상으로 한 연구들에서는, 서양의 건축 규범에 따르는 건축물에 대한 지각, 범주화, 및 판단 수행에 문화적인 차이가 존재하는지 다루어진 바 있다. Oppenheim과 동료들은 서양의 건축 규범에 의해 고급으로 판단되는 건축물과 평범한 건축물에 대한 반응이, 이러한 구분에 대한 의식적 자각이 없는 참가자의 뇌에서 차별적으로 나타난다는 결과를 보고하였다(Oppenheim et al., 2010). 구체적으로, 참가자가 건축물 그림에 대한 판별 과제를 시행하는 중에, ERP N350과 LPP(late positive potential) 요소의 크기가 건축물의 지위 고하에 따라 차별적으로 나타났다. 이러한 결과에 대하여 Mecklinger 와 동료들은, 서양 건

축 규범에 따른 건축물의 지위 구별이 그 문화에 익숙한 서양인과 그렇지 않은 동양인에게서 차이를 보이는지 검토하고자 하였다(Mecklinger et al., 2014). 독일인과 중국인을 대상으로 한 비교문화 연구에서, 건축물 지위에 따른 N350 요소의 차이는 독일인에서만 나타나, 문화한정적 특징을 보였다. 하지만 LPC효과는 두 집단에서 동일하게 나타났다. 이러한 결과는 건축물의 지위에 따른 처리효율성에 문화차이가 부분적으로만 존재함을 보여준다. 또 다른 최근 연구에서는 이러한 자극에 대한 미적 판단에 있어서도 동서양 문화차가 존재하는지 연구한 바 있다(Vannucci, Gori, & Kojima, 2014).

비교문화신경과학적 접근은 서양 미술에 지나치게 치중해 온 신경미학에 새로운 활로를 열어줄 가능성이 있다. 하지만 이러한 접근에는 주의가 요구된다. 동서양 집단 간 차이를 보이는 뇌 활성화 양상은 문화차 이외에도 사전 경험, 지식, 태도, 기질적 요인 등 다양한 요소에 의한 영향을 받는다. 집단 간 차이에 따른 뇌 활성화 차이만으로 성급히 문화차라는 결론으로 달려가지 않도록 여러 요인들에 대한 철저한 고려와 통제가 전제되어야 할 것이다.

신경미학에 대한 환호로부터 생산적 비판으로

신경미학의 발생 초기에 이 새로운 간학문적 흐름은 환호의 대상이었다. 하지만 신경미학 연구가 지속적으로 증가하고, 그 범위가 확대되며, 그 학문적 위치가 공고해지고 있는

이 때, 오히려 신경미학에 대한 비판적 시각이 증가하고 있다. 이러한 시각들은 비판 그 자체를 위한 비판이라기보다는, 신경미학의 의의를 바로 세우고 의미 있는 학문적 작업을 유도하기 위한 생산적 비판으로 보인다. 따라서 비판적 시각의 존재는 오히려 역설적으로 이 분야가 잘 발전하고 있음에 대한 반증이기도 하다.

신경미학은 그 정의상 예술과 미의 신경 기전을 밝히고자 하는 학문 분야이다. 하지만 아름다움은 예술이 지니는 유일의 가치가 아닐 뿐만 아니라, 현대 예술에 있어서는 더 이상 가장 중요한 가치도 아니다. 모네의 연꽃이 가득한 연못 그림을 감상할 때의 경험과 몽크의 절규하는 사람 그림을 감상할 때의 경험은 너무나도 상이하다. 몽크의 절규에 대한 감상은 지극한 예술적 경험이지만 이를 아름다움의 경험이라 일컫기는 힘들다. 또한 많은 신경미학 연구에서는, 미적 경험을 긍정적인 정서의 경험과 동일시하는 경향이 있다. 하지만 다시금, 몽크의 절규를 볼 때 우리에게 환기되는 정서는 긍정적인 것과는 거리가 있다. Bundgaard(2014)에 따르면 신경미학 연구가 아름다움, 또는 긍정적 정서에 기반한 미적 경험의 주관적 측면에 주목하는 것은 예술과 관련된 다양한 반응을 포괄하지 못한다는 한계를 지닌다.

또한 신경미학이 미적 경험과 관련해서 보상 네트워크의 역할을 강조하는 데에도 문제가 있다. 뇌의 보상 네트워크는 예술적 경험 뿐만 아니라, 맛있는 음식, 짹짹, 금전적 보상 등 다른 종류의 쾌락 경험에도 공통적으로 관여한다. 그렇다면, 예술의 신경 기전을 밝히

고자 하는 신경미학적 연구 결과가 ‘예술’에 국한된 뇌 반응에 대해서 새롭게 보여주는 바가 과연 있는지 의문이 제기될 수 있다 (Conway & Rehding, 2013).

신경미학에 대한 또 다른 큰 비판으로 생태적 타당성(ecological validity)을 들 수 있다. 실제 예술작품을 연구에 활용하는 경우, 작품들 간의 물리적 차이(색, 명도 등의 시각적 세부 특징 및 복잡성, 균형, 구도 등의 요소)를 통제하기 어렵다. 이러한 단점 때문에 신경미학 연구자들은 기존의 예술작품이 아닌 제작된 자극들을 활용하는 것을 선호하기도 한다. 이러한 자극의 예로 기하학적 패턴(Jacobsen et al., 2006)이나 프랙탈 이미지(이승복 등, 2011)를 들 수 있다. 하지만 이러한 통제된 자극의 지각이나 미적 판단에 특정 뇌 영역이 관여한다는 연구 결과가 실제 예술작품의 감상의 신경적 기반을 밝히는 데에 얼마나 활용될 수 있는지에 대한 비판이 존재한다.

또한 기존 예술작품을 자극으로 활용한다고 해도, 좁고 어둡고 시끄러운 자기공명영상 장비 안에 누워 예술작품을 볼 때의 뇌 활성화 양상과, 동일한 작품을 개방적이고 조용한 전실에서 여유롭게 감상할 때의 뇌 활성화 양상은 무척 다를 것이다. 실험 상황에서 제시 감상 맥락에 대한 단어 정보(“갤러리” vs. “컴퓨터”) 제시만으로도 미적 판단 반응이 조절된다는 선행 연구 결과를 고려하면, 이러한 차이는 더욱 더 명백해진다. 건축을 대상으로 한 연구(Vartanian et al., 2013; 2015)의 경우 스캐너 안에서 건축물의 사진을 보며 뇌 반응을 측정했는데, 이러한 경험과 실제 공간 속을 탐색할 때의 뇌 반응은 전혀 다른 것일 가능

성이 있다. 그 공간으로 들어가고 싶은지, 아니면 그곳에서 나오고 싶은지를 판단하도록 한 접근/회피 반응의 경우도, 반응 상자의 버튼을 누르는 경우와, 실제로 그 공간에서 행동을 취하도록 하는 경우에 상이할 것이다.

생태적 타당성은 신경미학 연구의 일반화에 있어서 숙명적인 문제이다. 실험적 통제와 실제에 가까운 상황의 구현 속에서 아슬아슬한 줄타기를 할 수밖에 없는 것이다.

결론 및 제언: 향후 신경미학 연구의 방향

앞 절에서 제기된 신경미학에서의 아름다움의 정의, 주관적 경험의 측정, 긍정정서라는 좁은 울타리 등의 문제는, 이들 주제에 대한 지나친 집중에서 벗어나, 예술과 관련된 다양한 주제로 시야를 넓힐 것을 제안한다. 가장 복잡한 인간 활동의 산물 중 하나인 예술이 ‘아름다움’, 혹은 ‘긍정적 정서의 환기’, 그리고 ‘보상 체계’로 모두 설명될 리는 만무하다. 모든 종류의 예술적 경험이 하나의 뇌 영역에 기반할 가능성도 거의 없다. 따라서 Leder 등의 모델(2004)에서 미적 경험의 인지적 과정으로 분류된 단계 단계에 대해 더 구체적인 질문을 지니고 세밀한 접근을 취하는 것이 바람직할 것이다.

또한 Leder 모델 중 각 단계들에 수반되는 뇌 활동 양상의 시간적 추이를 규명하는 것도 앞으로의 신경미학 연구에서 중요한 과제이다 (Leder & Nadal, 2014). fMRI에 비하여 우수한 시간해상력을 지닌 측정 도구의 활용도 점차 확대될 것이다. 이러한 접근 방식은 2004년

Cela-Conde의 MEG 연구와, 최근 손꼽히는 ERP 연구를 통해 이미 그 여정이 시작되었다.

논문을 맺으며 향후 신경미학 분야에서 서구 중심 시각의 탈피와 연구 대상의 다양화를 제언한다. 대칭(Jabosen et al., 2006), 황금 비율(Di Dio et al., 2007), 삼각형 구도의 균형, 시점의 발달 등은 모두 서양 미술사를 통해 서양미의 기준으로 발달해 온 개념들이다. 지금까지의 신경미학 연구에서는 이러한 서양미술의 기준을 중심으로 이론적 틀을 마련해왔고, 또한 르네상스 미술, 인상파, 입체파, 현대미술 등 서양 작품을 자극으로 사용해왔다. 하지만 동양미술에서 아름다움의 기준은 반드시 서양미술의 그것과 동일하지 않을 것이다. 예를 들어, 수세기에 걸쳐 제작된 서양초상화들을 분석한 Tyler의 연구에서, 두 눈 중 하나가 화폭의 중심에 위치하는 경우가 대부분이라는 결과를 얻은 바 있다(Tyler, 1998). 하지만 화가의 지위가 낮았고, 높은 지위의 상대의 눈을 직시하는 것이 터부시 되는 동양문화에서 산출된 초상화의 경우에는 이런 규칙의 영역 밖에 있을 가능성이 농후하다. 신경미학 연구가 일정 궤도에 들어선 지금, 특정 시대, 문화와 사조에 국한된 연구를 확대하여 다양한 시각과 개념을 적용하는 노력이 필요하다. 다양성이 예술의 특징인 한, 신경미학의 특징도 같아야 할 것이다. 2.3절에서 소개한 바와 같이, 비교문화신경과학적 연구가 최근 시도되고 있어, 앞으로의 연구를 기대하게 한다.

참고문헌

- 김나리 (2012). 뇌로 보는 춤 - 춤과 신경학의 만남. 한국무용학회지, 12(2), 47-56.
- 김지은, 신은혜, 김채연 (2014). 미술에 대한 전문성과 화가의 표현 의도에 대한 자각이 운동성을 묘사한 추상화 지각 시 안구 운동 패턴에 미치는 영향. 인지과학, 25(3), 259-276.
- 김채연 (2007). 예술에 대한 신경과학적 접근. 미학대계간행회 (편) 한국의 미학대계 III. 서울: 서울대학교 출판부.
- 김채연 (2014). 뇌와 미술: 나의 뇌는 피카소의 뇌와 통할까, 김성일, 김채연, 성영신 (편) 뇌로 통하다. 파주: 21세기북스.
- 석영중 (2011). 뇌를 훔친 소설가: 문학이 공감을 주는 과학적 이유. 고양: 예담.
- 손정우, 이승복, 정우현, 지상현, 정성훈 (2013). 신경미학이란 무엇인가? 정신의학에서의 새로운 패러다임. 대한신경정신의학회지, 52, 3-16.
- 양서운 (2012). 로고 브랜드의 생성과 신경미학에 관한 연구. 한국디자인문화학회지, 18(2), 224-238.
- 양서정 (2007). 피크이동원리의 신경미학적 연구. 한국디자인포럼, 15, 353-363.
- 이미경 (2008). 신경미학과 음악미학의 아름다운 만남. 음악학, 16, 181-209.
- 이승복, 정우현, 손정우, 조성우 (2011). 프랙탈 이미지를 이용하여 본 미적 경험의 뇌 활성화: 기능적 자기공명영상 연구. 감성과학, 14(3), 403-414.
- 정혜운 (2014). 음악과 정서, 그리고 몸: 신경미학적 접근. 한국미학회지, 80, 303-344.
- 지상현 (2005). 뇌, 아름다움을 말한다. 파주: 해나무.

- Allison, T., Puce, A., & McCarthy, G. (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(7), 267-278.
- Brown, S., Gao, X., Tisdelle, L., Eickhoff, S. B., & Liotti, M. (2011). Naturalizing aesthetics: Brain areas for aesthetic appraisal across sensory modalities. *Neuroimage*, 58, 250-258. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.06.012
- Buckner R. L., Andrews-Hanna J. R., Schacter D. L. (2008). The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Science*, 1124, 1-38. 10.1196/annals.1440.011
- Bundgaard, P. F. (2014). Feeling, meaning, and intentionality-a critique of the neuroaesthetics of beauty. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1-21.
- Calvo-Merino, B., Jola, C., Glaser, D. E., & Haggard, P. (2008). Towards a sensorimotor aesthetics of performing art. *Consciousness and Cognition*, 17(3), 911-922.
- Calvo-Merino, B., Urgesi, C., Orgs, G., Aglioti, S. M., & Haggard, P. (2010). Extrastriate body area underlies aesthetic evaluation of body stimuli. *Experimental Brain Research*, 204(3), 447-456.
- Cattaneo, Z., Lega, C., Flexas, A., Nadal, M., Munar, E., & Cela-Conde, C. J. (2013). The world can look better: enhancing beauty experience with brain stimulation. *Social cognitive and affective neuroscience*, nst165.
- Cattaneo, Z., Lega, C., Gardelli, C., Merabet, L. B., Cela-Conde, C. J., & Nadal, M. (2014). The role of prefrontal and parietal cortices in esthetic appreciation of representational and abstract art: A TMS study. *Neuroimage*, 99, 443-450.
- Chatterjee, A. (2003). Prospects for a cognitive neuroscience of visual aesthetics. *Bulletin of Psychology and the Arts*, 4, 55 - 60.
- Cela-Conde, C. J., Marty, G., Maestrú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A., Roca, M., Rosselló, J., & Quesney, F. (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 101(16), 6321-6325. doi: 10.1073/pnas.0401427101
- Conway, B. R., & Rehding, A. (2013). Neuroaesthetics and the trouble with beauty. *PLoS biology*, 11(3), e1001504.
- Cross, E. S., Kirsch, L., Ticini, L. F., & Schütz-Bosbach, S. (2011). The impact of aesthetic evaluation and physical ability on dance perception. *Frontiers in human neuroscience*, 5, 102. doi:10.3389/fnhum.2011.00102
- Cross, E. S., & Ticini, L. F. (2012). Neuroaesthetics and beyond: new horizons in applying the science of the brain to the art of dance. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 11(1), 5-16.
- Cupchik, G. C., Vartanian, O., Crawley, A., & Mikulis, D. J. (2009). Viewing artworks: contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain and Cognition*, 70(1), 84-91.

- Di Dio, C., Macaluso, E., & Rizzolatti, G. (2007). The golden beauty: brain response to classical and renaissance sculptures. *PLoS one*, 2(11), e1201.
- Downing, P. E., Jiang, Y., Shuman, M., & Kanwisher, N. (2001). A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, 293(5539), 2470-2473.
- Fairhall, S. L., & Ishai, A. (2007). Effective connectivity within the distributed cortical network for face perception. *Cerebral Cortex*, 17(10), 2400-2406.
- Freedberg, D., & Gallese, V. (2007). Motion, emotion and empathy in esthetic experience. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(5), 197-203.
- Gandiga, P. C., Hummel, F. C., & Cohen, L. G. (2006). Transcranial DC stimulation (tDCS): a tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clinical Neurophysiology*, 117(4), 845-850.
- Grill-Spector, K. (2003). The neural basis of object perception. *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 159-166.
- Huang, M., Bridge, H., Kemp, M. J., & Parker, A. J. (2011). Human cortical activity evoked by the assignment of authenticity when viewing works of art. *Frontiers in human neuroscience*, 5.
- Ishizu, T., & Zeki, S. (2013). The brain's specialized systems for aesthetic and perceptual judgment. *European Journal of Neuroscience*, 37(9), 1413-1420.
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). tDCS polarity effects in motor and cognitive domains: a meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216, 1-10.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Hofel, L., & Cramon, D. Y. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *Neuroimage*, 29(1), 276-285.
- Kawabata, H., & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, 91, 1699-1705.
- Kim, J., Shin, E., Kang, H., & Kim, C-Y. (2015). Sad but beautiful; Brain responses to aesthetic judgment and emotion appraisal of visual art. *Korean Journal of Biological and Cognitive Psychology*, 27(2), 231-251.
- Kirk, U., Skov, M., Hulme, O., Christensen, M. S., & Zeki, S. (2009). Modulation of aesthetic value by semantic context: an fMRI study. *Neuroimage*, 44(3), 1125-1132.
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: a parametric fMRI study. *Brain and Cognition*, 69(2), 306-315.
- Kirsch, L. P., Dawson, K., & Cross, E. S. (2015). Dance experience sculpts aesthetic perception and related brain circuits. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 130-139.
- Krentz, U. C., & Earl, R. K. (2013). The baby as beholder: Adults and infants have common preferences for original art. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 7(2), 181.
- Lacey, S., Hagtvedt, H., Patrick, V. M., Anderson, A., Stilla, R., Deshpande, G., Hu, X., Sato,

- J. R., Reddy, S., & Sathian, K. (2011). Art for reward's sake: Visual art recruits the ventral striatum. *Neuroimage*, 55(1), 420-433.
- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology*, 95, 489-508.
- Leder, H., & Nadal, M. (2014). Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments: The aesthetic episode - Developments and challenges in empirical Aesthetics. *British Journal of Psychology*, 105, 443-364.
- Livingstone, M. (2002). *Vision and art: the biology of seeing*. New York: Harry N. Abrams.
- Mecklinger, A., Kriukova, O., Mühlmann, H., & Grunwald, T. (2014). Cross-cultural differences in processing of architectural ranking: Evidence from an event-related potential study. *Cognitive Neuroscience*, 5(1), 45-53.
- Mizokami, Y., Terao, T., Hatano, K., Hoaki, N., Kohno, K., Araki, Y., Kodama, K., Makino, M., Izumi, T., Shimomura, T., Fujiki, M., & Kojiyama, T. (2014). Difference in brain activations during appreciating paintings and photographic analogs. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 478. doi: 10.3389/fnhum.2014.00478
- Northoff G., Heinzel A., de Greck M., BERPpohl F., Dobrowolny H., & Panksepp J. (2006). Self-referential processing in our brain-a meta-analysis of imaging studies on the self. *Neuroimage*, 31, 440-457. 10.1016/j.neuroimage.2005.12.002
- Oppenheim, I., Vannucci, M., Mühlmann, H., Gabriel, R., Jokeit, H., Kurthen, M., Krämer, G., & Grunwald, T. (2010). Hippocampal contributions to the processing of architectural ranking. *Neuroimage*, 50(2), 742-752.
- Pang, C. Y., Nadal, M., Müller-Paul, J. S., Rosenberg, R., & Klein, C. (2013). Electrophysiological correlates of looking at paintings and its association with art expertise. *Biological psychology*, 93(1), 246-254.
- Ramachandran, V. S., & Hirsch, W. (1999). The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15-51.
- Shulman G. L., Fiez J. A., Corbetta M., Buckner R. L., Miezin F. M., Raichle M. E., & Petersen, S. E. (1997). Common blood flow changes across visual tasks.2. Decreases in cerebral cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 648-663. 10.1162/jocn.1997.9.5.648
- Skov, M., & Vartanian, O. (2009). Neuroaesthetics, foundations and frontiers in aesthetics. *Amityville: Baywood*.
- Tyler, C. W. (1998). Painters centre one eye in portraits. *Nature*, 392(6679), 877-878.
- Vannucci, M., Gori, S., & Kojima, H. (2014). The spatial frequencies influence the aesthetic judgment of buildings transculturally. *Cognitive Neuroscience*, 5(3-4), 143-149. <http://dx.doi.org/10.1080/17588928.2014.976188>
- Vartanian, O., & Goel, V. (2004). Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings.

- NeuroReport*, 15(5), 893.
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modronö, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 110, 10446-10453. doi/10.1073/pnas.1301227110
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., Modronö, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2015). Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 10-18.
- Vartanian, O., & Skov, M. (2014). Neural correlates of viewing paintings: Evidence from a quantitative meta-analysis of functional magnetic resonance imaging data. *Brain and Cognition*, 87, 52-56.
- Vessel, E. A., Starr, G. G., & Rubin, N. (2012). The brain on art: intense aesthetic experience activates the default mode network. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 66. doi: 10.3389/fnhum.2012.00066
- Vessel, E. A., Starr, G. G., & Rubin, N. (2013). Art reaches within: aesthetic experience, the self and the default mode network. *Frontiers in neuroscience*, 7, 258. doi: 10.3389/fnins.2013.00258
- Wiesmann, M., & Ishai, A. (2010). Training facilitates object recognition in cubist paintings. *Frontiers in human neuroscience*, 4, 11.
- Zeki, W. (1999). *Inner Vision: an exploration of art and the brain*. Oxford: Oxford University Press.

1 차원고접수 : 2015. 03. 26
수정원고접수 : 2015. 06. 16
최종게재결정 : 2015. 06. 22

Neuroaesthetics Now - Development and Prospect

Chai-Youn Kim

Department of Psychology, Korea University

The field of neuroaesthetics has developed rapidly for last ten years or so, since the advent of an influential theoretical model of artistic appreciation and multiple primary research papers in 2004. This review responds to the growing interest in neuroaesthetics in and outside Korea, and seeks for a better understanding of accumulated research outcomes. For that, this review discusses major findings from several early neuroaesthetics works and moves on to the new tendencies of recent neuroaesthetics as follows; 1) classification of the sub-processes of art appreciation and more careful experimental design by introducing control tasks, by focusing on artistic expression more than portrayed objects, by exploring the neural substrates of moderating factors of aesthetic experience such as learning and expertise, by considering the contextual effect modulating aesthetic experience, and by examining what DMN does for art appreciation. Tendencies such as 2) extension to the other types of art including dance and architecture, and 3) usage of various research methods will also be discussed. Next, this review considers some potential limitations of neuroaesthetics in terms of the narrow definition of 'beauty' and the tendency of relying on subjective experiences. Based on these, this review seeks for an updated research direction of neuroaesthetics.

Key words : neuroaesthetics, fMRI, art, appreciation, perception, emotion, reward, DMN