

신경미학이란 무엇인가? : 정신의학에서의 새로운 패러다임

충북대학교 의과대학 신경정신과학교실,¹ 충북대학교 심리학과,²
한성대학교 시각영상디자인학과,³ 을지대학교 의과대학 정신건강의학교실⁴
손정우¹ · 이승복² · 정우현² · 지상현³ · 정성훈⁴

What is Neuroaesthetics? : A New Paradigm in Psychiatry

Jung-Woo Son, MD, PhD¹, Seungbok Lee, PhD², Woo-Hyun Jung, PhD²,
Sang Hyun Jee, PhD³ and Seong Hoon Jung, MD, PhD⁴

¹Department of Neuropsychiatry, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

²Department of Psychology, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

³Department of Visual Communication Design, Hansung University, Seoul, Korea

⁴Department of Psychiatry, School of Medicine, Eulji University, Daejeon, Korea

Received September 5, 2012
Revised December 2, 2012
Accepted December 31, 2012

Address for correspondence

Jung-Woo Son, MD, PhD
Department of Neuropsychiatry,
College of Medicine,
Chungbuk National University,
776 1sunhwan-ro, Heungdeok-gu,
Cheongju 361-711, Korea
Tel +82-43-269-6187
Fax +82-43-267-7951
E-mail mammosss@hanmail.net

Neuroaesthetics is an area of research on the essence of aesthetic experience according to the neurobiological perspective. The purpose of this article is to introduce both the important results from some studies based on neuroaesthetics and some neuroaesthetic reports in specific psychiatric disease. Aesthetic experience is thought to be a series of cognitive and affective processes for pursuing aesthetic judgment and aesthetic emotion. According to the present neuroaesthetic studies, the important domains are reward system, embodiment, aesthetic perspective in contrast with practical perspective, sublime, and so on. The neuroaesthetic approach to specific psychiatric disease is just beginning; however, case studies on the sudden appearance of artistic talents in neuropsychiatric patients have been frequently reported. We expect that neuroaesthetics is likely to continue to contribute new knowledge regarding the ultimate causes of various psychiatric diseases and the creativity of many psychiatric patients.

J Korean Neuropsychiatr Assoc 2013;52:3-16

KEY WORDS Beauty · Brain · Neuroaesthetics · Psychiatry.

서 론

정신의학은 의학 분야에서의 일반적 치료 방식-투약, 수술, 수술 등-이외의 치료 방법을 가장 많이 도입하는 분야이다. 우선 정신치료 영역은 단일 방식이 아닌 매우 다양한 방식으로 존재하고 있으며, 정신치료 이외의 여러 치료 혹은 요법들도 환자의 치유와 회복을 위해 자주 이용되고 있다. 음악 치료, 미술 치료, 무용 치료 등 예술 분야와 연관되는 치료법도 많은데, 이러한 치료법들이 환자들의 마음과 몸, 특히 뇌에서 어떠한 변화를 정확히 일으키는지를 아직 잘 모르고 있다. 일반적인 정신건강 영역에서도 마찬가지인데, 마음의 안식을 얻기 위해 미술 작품을 감상하고, 음악을 듣고, 무용 감상을 할 때 이들의 뇌에는 어떠한 변화가 일어나는지 잘 모른다.

그동안 이러한 의문들을 정신의학의 연구 영역에서 다루지 않았던 것은 실제 연구 수행에 이용할 수 있는 뇌 영상 기법 등의 기술 발전이 최근에 이루어졌기 때문이기도 하지만,

보다 중요한 이유는 '주관성'과 '실효성'에 대한 선입견 때문이었다. 작가의 혹은 감상자의 주관성이 절대적으로 우선시되는 예술이라는 영역에 대한 객관적 연구가 과연 가능한가에 대한 비판적 시각이 있는 게 사실이며, 정신질환의 병인에 대한 생물-심리-사회적 접근만으로도 환자의 치료에서 어느 정도 효과를 발휘하는 상황에서 상기 영역에 대한 연구는 그다지 실용적인 결과를 내놓지 않을 것이라는 관측도 존재한다.

그러나 객관성과 실효성을 강조한 정신의학의 기존의 연구 방법으로 밝혀낸 정신질환에 대한 병인 및 치료의 수준은 아직도 많은 임상가들을 만족시키지 못하고 있다. 이런 점에서 볼 때 수 년 전부터 언급되기 시작하여 지금은 최고의 트렌드 중 하나로 인식되는 각 학문간의 융합 혹은 통섭 현상에 주목해볼 필요가 있다. 통섭 현상은 초창기의 여러 가지 우려와 오해를 불식시키면서 학문뿐만 아니라 실제 산업현장에서도 실질적인 성과를 양산하고 있다. 환자에 대한 생물-심

리-사회적 접근을 강조하고 있는 정신의학 분야는 의학 분야 중 통섭의 실질적 가능성이 가장 높은 의학 분야라 할 수 있다. 적극적인 통섭을 통해 정신의학의 현재의 수준을 보다 더 높일 수 있을 것이다.

이 글에서는 통섭의 가장 모범적 분야라 할 수 있는 '신경미학(neuroaesthetics)' 분야를 소개하고 신경미학 분야에서의 중요 연구 결과를 검토한 뒤, 몇몇 정신질환 및 신경계 질환에 대한 연구 결과 등에 대해 고찰해보겠다. 단 예술 영역의 여러 분야를 모두 다루는 대신 주로 미술 영역으로 고찰 범위를 한정하고자 한다.

신경미학 분야의 탄생

대부분의 신경과학자들은 미학(aesthetics)을 자신들이 연구할 이유는 없다고 생각했으며, 미학자들 역시 신경과학적 연구를 미학에 도입하는 것에 반대하였던 시기가 오랫동안 지속되었다. 그러나 1970년대에 들어서 미적 경험을 생물학적 조건과 연계시켜보려는 시도가 보고되기 시작하였다. Berylyne¹⁾은 미적인 상태를 경험할 때 일어나는 생리학적 각성(physical arousal)의 역할을 강조한 바 있으며, Rentschler 등²⁾은 아름다움과 뇌의 관계를 최초로 탐구하여 책으로 발표하였다. 그러나 미학과 뇌의 관계에 대한 연구의 첫 출발점이자 신경미학 분야의 탄생을 지대한 영향을 끼친 선구자는 영국의 Zeki이다.³⁾ 그는 원래 영장류의 시각뇌 분야의 연구로 명성을 떨친 신경과학자였으나 1990년대 말부터 예술 분야에서의 아름다움 지각에 대한 신경학적 기초에 대한 연구를 실시하였으며, 2000대 초반에 세계 최초로 '신경미학원(the Institute of Neuroaesthetics)'을 설립하였다.

Zeki⁴⁾는 우리의 시각뇌에 대하여 매우 창의적인 모델을 제시하였다. 늘 크고 작은 변화를 겪는 세계 속에서 우리의 시각뇌 시스템은 주변의 여러 사물과 환경의 상황 변화 속에서도 변하지 않는 특성, 즉 상수(constants)를 찾는 것을 목표로 하는 시스템이다. 눈앞에 보이는 사물들의 가장 적절한 특성을 표현하기 위해 뇌는 수많은 시각 자극 중 불필요한 자극들은 차단하게 되는데, Zeki는 뇌의 이러한 작동 방식이 예술가가 세상 및 사물을 예술 작품으로 표현하는 방식과 매우 유사하다고 생각하였다.⁵⁾ 따라서 Zeki에 의하면, "예술가는 어떤 의미에서는 신경과학자이며, 비록 다른 도구를 이용하는 셈이지만, 예술이라는 도구를 이용하여 뇌의 잠재 능력과 현재의 능력을 탐구해나가는 사람이다."⁶⁾

한편 신경미학적 접근이 예술작품의 생성과 감상에 얼마나 중요한지를 Livingstone⁷⁾은 명확하게 설명하였다. 뇌의 후두엽 부위의 1차 시각 영역에 전달된 시각 신호는 2차 분

석을 위해 두 가지 경로로 뇌의 다른 위치에 전달된다. 그 하나는 두정엽으로 전달되는 dorsal stream('where' pathway), 또다른 하나는 측두엽으로 전달되는 ventral stream('what' pathway)이다. Dorsal stream에서 전달되는 정보는 두 인접 대상의 휘도의 대조 및 차이(contrast of luminance), 움직임, 공간적 위치 등이며 반면 ventral stream으로는 형태, 색깔 등이 전달된다. Livingstone은 이 사실을 후기 인상파의 대가인 Claude Monet의 <인상, 해돋이(Impression, Sunrise)>의 분석에 적용시켰다.

이 그림의 태양에서는 뜨거우면서도 차갑고, 밝으면서도 어두운 기묘함이 느껴진다. 만약 이 그림을 흑백으로 복사하면 태양이 마치 그림 속에서 사라진 것같이 보일 정도로 태양과 배경 구름 간의 차이가 사라지는데, 그 이유는 비록 태양과 구름끼리 하늘 간의 색채 차이는 뚜렷하더라도 휘도(luminance)의 측면에서 보면 태양의 휘도가 배경 구름의 휘도와 정확하게 일치하기 때문이다. 결국 감상자의 뇌의 ventral stream으로는 태양의 붉은 색깔 정보가 전달되지만 dorsal stream으로는 휘도 차이에 대한 신호 전달이 거의 없어, 두 전달 체계 간 통합 과정에 '불일치'가 유발된다. 이것이 Monet의 태양을 역설적으로 이글거리고, 고동치는 것처럼 보이게 한다고 Livingstone은 설명한다.⁷⁾

몇몇 연구자들의 선구적 노력에 힘입어 20세기 후반을 거쳐 21세기에 들어서면서 신경미학 분야의 논문 및 저술은 매우 다양해지고 있으며, 국내 연구진의 저술⁸⁾ 및 연구 논문도 보고되고 있다.⁹⁻¹¹⁾ 이 글에서는 미술 분야뿐만 아니라 음악,^{12,13)} 무용 등의 무대 예술 영역에서도 관련 연구가 진행되고 있다.^{14,15)}

신경미학 연구를 위한 개념적 구분

연구 방법의 틀 ; I-SKE framework

과연 신경미학 분야는 어떤 방식으로 연구를 진행하고 있는가? 수많은 예술가, 감상자들의 여러 감상 형태, 수많은 예술 작품 등이 존재하는 가운데 무언가 공통적인 틀/framework)을 찾는 작업이 쉬운 일은 아니지만, 결국 모든 미적 행위에는 1) 미적 창작물을 생산하는 생산자 2) 미적 창작물 3) 미적 창작물을 감상하는 감상자의 3개 영역이 포함된다. 이 3가지 영역 간의 관계를 가장 잘 표현한 모델이 Intention-Sensation, Knowledge, Emotion, 이하 I-SKE) framework이다 (그림 1).¹⁶⁾ 예술가의 의도(intention)는 예술 작품에 반영이 되며, 감상자들은 이러한 예술 작품을 감지하고(sensation) 작품을 이해하며(knowledge) 작품에서 표현되는 정서(emotion)를 느끼게 된다.

개별 연구에서 I-SKE framework의 전 영역을 모두 연구 대상으로 설정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 현재까지는 그림 1A, 즉 창작물의 어떤 특성(예 ; 구상화 혹은 추상화인지? 디자인의 대칭성에 초점을 맞추는지? 혹은 디자인의 전체적 아름다움에 초점을 맞추는지?)에 대해 예술 감상자가 어떤 내적 인지 혹은 정서 과정을 겪는지를 알아보는 연구들이 신경미학 분야에서 더 많이 보고되고 있다. 반면 그림 1B의 관계에 대한 연구는 예술가의 의도 혹은 작품 표현 방식이 작품에 어떻게 반영되는지에 초점을 맞추는 것인데, 정신의학 영역에서 보다 쉽게 이용되어왔다. 자폐증 환자, 조현병 환자, 우울증 환자 등의 미술 작품에서 어떤 특징이 발견되는

지를 파악하려는 연구들이 여기에 해당될 것이다.

미적 경험(Aesthetic experience)에 대한 모델

신경미학적 연구는 궁극적으로 인간의 미적 경험(aesthetic experience)이 뇌를 통해 어떻게 이루어지는지를 연구하고자 하므로, 미학 영역에서 제시되고 있는 모델에 대하여 지속적으로 탐구하여야 한다. 이들 중 Leder 등¹⁷⁾이 제시한 것이 가장 보편적으로 받아들여지고 있다(그림 2).

첫 단계는 지각적 분석(perceptual analyses)이다. 이 단계에는 기초적 시각 과정 처리와 관계되는데, 대조(constast), 복잡성(complexity), 색깔(color), 대칭성(symmetry), 집단화(grouping) 등의 여러 요소들이 매우 빨리 파악되는 무의식적 단계이다.

두 번째는 암묵적 기억의 통합(implicit memory integration) 단계이다. 암묵적이라는 표현에서 알 수 있듯이 이 단계 역시 의식화되지 않고 자동적으로 진행된다. 이때 중요한 것으로 우선 작품의 친숙성(familiarity), 전형성(prototypicality)을 들 수 있다. 그러나 이와 반대되는 속성도 중요할 수 있다. 예를 들어 바티칸 미술관의 <라오콘과 그의 아들들 또는 라오콘 군상(Laocoön and His Sons, Laocoön Group)>의 라오콘 상은 지나치게 상체가 뒤틀려 있으며 손과 다리도 매우 커 실제 인체 비례와 전혀 맞지 않지만 오히려 처절한 아름다움을 표현하는 대표적 조각으로 인정받고 있다. 이러한 어떤 특정 요소의 과장 및 왜곡을 ‘피크 이동(peak shifting)’이라고 한다. 신경과학자인 Ramachandran과 Rogers-Ram-

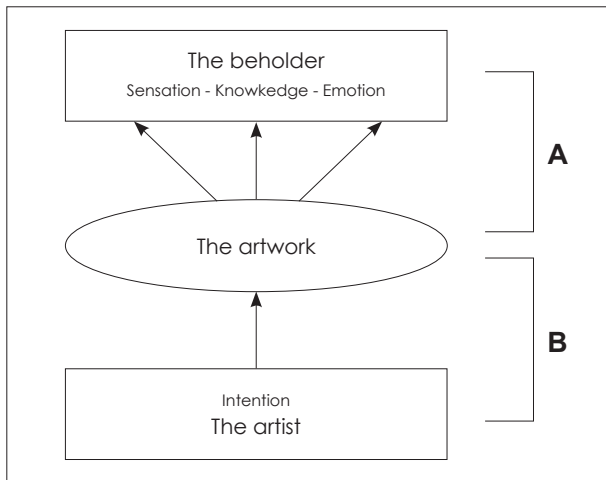


Fig. 1. The Intention - Sensation, Knowledge, Emotion framework acts as a schema for experiencing art.

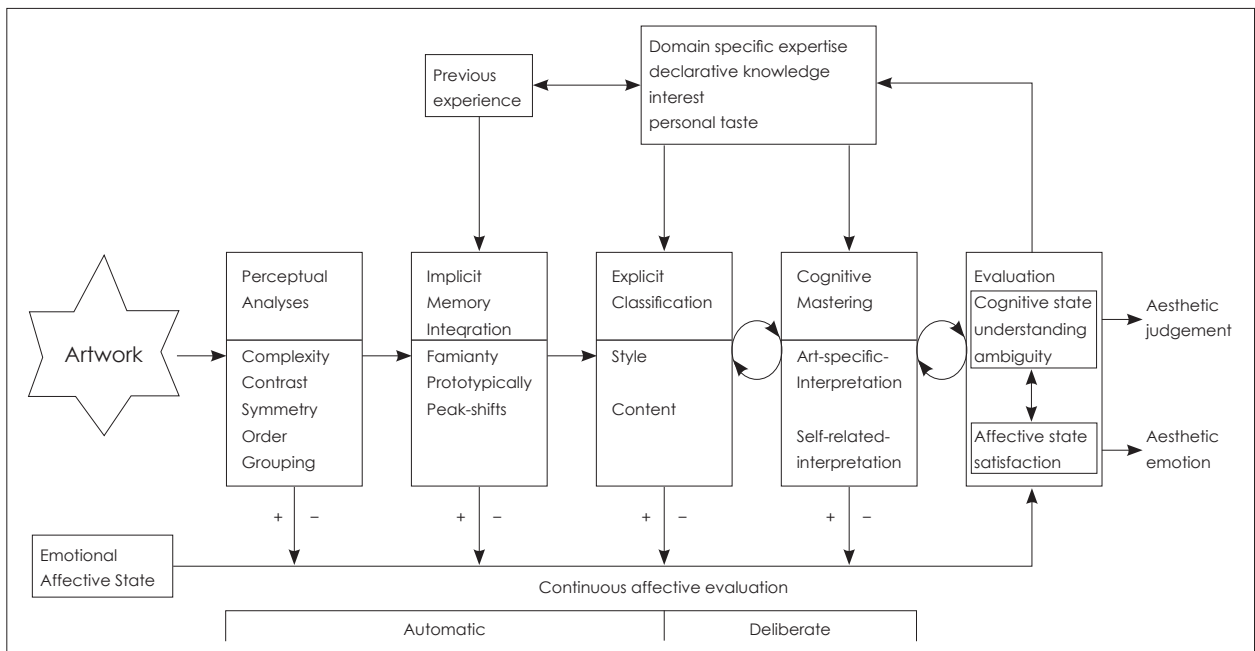


Fig. 2. The model of aesthetic experience by Leder et al.¹⁷⁾

achandran¹⁸⁾은 예술 작품의 피크 이동 효과를 미적 체험을 위한 가장 중요한 요소로 간주하였다.

세 번째는 명시적 분류(explicit classification) 단계이다. 이 단계부터는 의식적으로 진행되며 감상자가 작품을 숙고하게 된다(deliberate state). 또한 자신의 미적 경험에 대하여 보다 쉽게 언어적으로 표현할 수 있는 단계이다. 작품과 관련된 감상자의 사전 지식을 이용하게 되며, 작품이 담고자 하는 내용(contents) 및 작품의 스타일(style)에 대해 관심을 갖는다. Cupchic¹⁹⁾은 추상적 표현 등을 포함하는 모던 아트(modern art)에 대한 감상자의 미적 평가에서는 작품의 스타일에 대한 감상자의 사전 지식이 절대적으로 중요하다고 하였다.

네 번째는 인지적 마스터 및 평가(cognitive mastering and evaluation) 단계이다. 일종의 피드백 단계로, 모든 단계를 거치면서 작품에 대해 만족할 만한 이해를 얻었을 수도 있고 때로는 작품이 모호하다 하더라도 모호성(ambiguity) 수준이 감상자가 잘 견뎌낼 만한 수준에 머무르게 될 수도 있다. 만약 이 단계에서 작품에 대한 이해에 실패하였다고 판단되면, 초기 단계로 되돌아가서 다시 재경험, 재평가를 반복하기도 한다.

마지막으로 정서적/감정적 정보처리 과정(affective and emotional processing)이 있다. 그림 2에도 묘사되어 있지만 이는 분리된 단계라기보다 작품을 처음 감지했을 때부터 지속되는 처리과정에 가깝다. 자동적, 무의식적 단계이든 숙고의 단계이든 매 단계에서 미적 정서 상태가 영향을 받으며, 이전 단계에서의 정서 상태가 다음 단계의 정서 상태에서 바뀌는 경우도 있다. Csikszentmihalyi²⁰⁾는 이같은 지속적인 정서 처리과정을 미적 경험에서의 '흐름의 경험(the experience of flow)'이라고 표현하였다. 그에 의하면, 긍정적 정서의 흐름이 잘 유지되는 경우 작품에 대한 미적 경험도 보다 긍정적으로 이루어진다.

이러한 과정을 거쳐 나타나는 최종 결과물이 '미적 판단(aesthetic judgement)'과 '미적 감정(aesthetic emotion)'이다. 도식적으로 말하자면 미적 경험은 결국 미적 판단과 미적 감정을 획득하는 것이라 할 수 있다. 이 두 가지 산물이 반드시 같은 방향으로 귀결되지 않을 수도 있다. 만약 감상자가 미적 경험의 초심자라면, 미적 판단과 미적 감정은 같은 방향으로 나타나기 쉽다. 즉, 미적 감정에 미적 판단이 크게 영향을 받을 수 있다. 그러나 미술 비평가 등은 자신의 미적 감정에 영향을 받지 않고 미적 판단을 내릴 수 있다. 미적 감정이란 측면에서는 부정적인 정서를 느낀다 하더라도 인지적인 미적 판단에서 높은 점수를 부여할 수 있다는 것이다.

미적 경험의 최종 산물이 인지적인 것과 감정적인 것 두 가지로 분리된다는 것이 미적 경험 연구를 어렵게 만드는 가장 큰 요인이 된다. 만약 감상자에게 어떤 작품에 대한 흥미로

움(interest)이나 아름다움(beauty)을 묻는다면 이는 미적 판단에 대한 질문에 가깝지만, 어떤 작품에 대하여 그 작품을 보고 난 감상자의 즐거움(pleasdedness)을 묻게 된다면 이는 미적 감정에 관한 질문으로 간주된다. 그러므로 신경미학을 연구하는 학자들은 자신이 연구하고자 하는 목적을 명확히 한 뒤 그 목적과 잘 부합되는 과제 및 자극의 제작 등으로 합리적으로 접근하여야 한다.

미적 경험에 대한 신경미학적 연구의 주요 결과들

신경미학 분야의 연구 영역은 매우 넓은 편이나 지금까지 알려진 연구들 중 관심의 초점이 되고 있는 연구 영역으로 다음 영역을 들 수 있다. 이들 중 1), 2), 4), 5)는 Di Dio와 Gallese의 종설²¹⁾에서도 다룬 바 있다.

아름다움과 보상 체계

좋은 미술 작품을 대할 때 우리는 즐거워지고 만족감을 느낀다. 아름답다고 판단되는 작품과 그렇지 않은 작품에 대한 뇌 반응의 차이는 무엇인가? 이에 대한 답을 앞서 언급한 Zeki의 연구팀이 처음으로 제시하였다.

Kawabata와 Zeki²²⁾는 functional magnetic resonance imaging(이하 fMRI) 스캐너 속의 피험자들에게 여러 미술

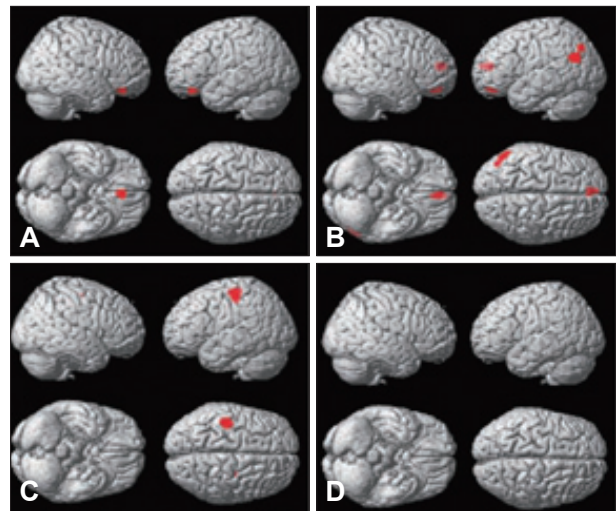


Fig. 3. The results of Kawabata and Zeki.²²⁾ Statistical parametric maps rendered onto a standard brain showing judgment-specific activity in comparisons of beautiful vs. ugly (A), beautiful vs. neutral (B), ugly vs. beautiful (C), and ugly vs. neutral (D) (corrected, $p < 0.05$). A: The activity in the medial orbitofrontal cortex only (Talairach coordinates -2, 36, -22). B: The activities in the medial orbitofrontal cortex (-2, 50, -20), anterior cingulate gyrus (-4, 48, 14), and left parietal cortex (-54, -68, 26). C: Somato-motor cortex bilaterally (-4, -26, 60; right 28, -10, 56). D: No activity at corrected significant level.

작품에 대한 미적 평가를 실시하게 한 뒤, 평가의 평정치를 토대로 피험자들의 평가를 아름다움(beautiful), 보통(neutral), 추함(ugly)으로 분류하여 각 경우에 뇌가 어떻게 반응하는지 조사하였다(그림 3). 우선 보통이라고 평가하였을 때보다 아름다움이라고 평가하였을 때 더 활성화되는 영역 및 추하다고 평가하였을 때보다 아름다움이라고 평가하였을 때 더 활성화되는 영역으로 내측 안와전두엽(medial orbitofrontal cortex)이 공통적으로 나타났다(그림 3A, B). 반면 평가가 진행되지 않은 휴식기(resting period) 때보다 추하다고 평가하였을 때 내측 안와전두엽의 활성화가 더 떨어졌다.

내측 안와전두엽은 여러 다양한 보상으로 야기되는 쾌락적 경험(hedonic experience)과 관련되는 신경해부학적 부위이다.²³⁾ 아름다움을 경험할 때 뇌의 보상계의 하나인 내측 안와전두엽이 활성화되며, 반면 추함을 경험할 때는 내측 안와전두엽의 활성이 상대적으로 더 저하된다는 것이다. 제시되었던 미술 작품을 초상화, 풍경화, 정물화, 추상화별로 나누어 비교한 결과에서도 각 경우 모두 아름다움이라고 평가되었던 그림에서 내측 안와전두엽의 활성화가 나타났다.

한편 Vartanian과 Goel²⁴⁾은 원 그림(original picture), 원 그림의 대상물의 위치를 변경한 그림(altered picture), 원 그림을 흐릿하게 만든 그림(filtered picture)을 fMRI 스캐너 속의 피험자들에게 제시하면서 그림에 대한 미적 선호도(aesthetic preference)를 평가하게 하였다. 미적 선호도가 저하될수록 우측 미상핵(right caudate nucleus)의 활성화가 유의하게 저하되었으며, 미적 선호도가 증가할수록 좌측 전대상회(left anterior cingulate)의 활성화가 유의하게 증가하였다. 미상핵과 전대상회 역시 뇌의 보상계에 해당하는 영역들이다.

결국 우리가 어떤 작품을 아름다움이라고 판단하거나 어떤 작품이 더 좋다는 느낌을 가질 때는 뇌의 보상계 시스템의 활성이 필수적이라고 할 수 있다.

아름다움과 체화

체화(embodiment)라는 개념은 최근 신경과학, 인지과학, 철학의 영역에서 가장 주목받고 있는 개념 중 하나이다. Lee²⁵⁾에 의하면 몸을 떠난, 몸과 괴리된, 몸에 바탕하지 않은 마음, 즉 체화되지 않은 마음이란 존재할 수 없는 것이다. 체화는 타인에 대한 공감(empathy) 개념에 상당히 반영되었다.

체화 개념을 예술 연구에 가장 적극적으로 도입하고 있는 연구자는 거울 뉴런(mirror neuron)을 발견한 이탈리아 Parma 대학 연구팀의 Vittorio Gallese이다. Freedberg와 Gallese²⁶⁾는 이탈리아 플로렌스의 아카데미아 미술관에 있는 Michelangelo의 미완성작 <아틀라스라고 불리는 노예상(Slave called Atlas)>를 한 예로 들고 있다. 이 작품을 감상하다



Fig. 4. Lucio Fontana. Concetto Spaziale <Atteza> ('Waiting'). 1960. Canvas, Tate Gallery, London, UK.

보면 조각된 노예상이 노예상을 둘러싸고 있는 석조물의 구속을 뚫고 탈출하려는 느낌이 매우 강렬히 전달되는데, 감상자 스스로가 '체화된 시뮬레이션(embodied simulation)'을 통해 노예상의 억압감을 마치 감상자 자신이 억압된 것처럼 몸으로 느끼고 이 석조물에서 감상자 자신이 탈출하려는 듯한 체험을 하기 때문에 가능한 것이다. 또한, '공간주의' 화파의 대표적 작가인 Lucio Fontana는 그의 연작인 <Atteza> 시리즈(그림 4)에서 2차원적 평면인 캔버스를 한 번 혹은 몇 번 날카로운 칼로 베어내는 방식으로 3차원적인 공간을 구현하는 작품을 제작하였다. 이 작품을 접하는 감상자 역시 마치 자신의 피부가 길고 날카롭게 갈에 베인 듯한 체험을 하게 된다.

체화 경험에 대한 신경미학 연구로 대표적인 것은 르네상스 조각 작품을 이용한 Di Dio 등²⁷⁾의 fMRI 연구이다. 연구진은 황금비율(golden beauty)를 철저히 맞춘 르네상스 시대의 조각 작품 사진 및 이 비율을 변형하여 몸통을 늘이거나 다리를 짧게 줄이는 등의 변형 작품 사진을 제작한 뒤, 사진들에 대한 아름다움을 평가하게 하였다. 여러 결과가 도출되었으나 체화와 관련된 연구 결과는 다음과 같다. 모든 작품 사진에 대한 미적 평가에서 양반구의 하두정소엽(inferior parietal lobule), 보조 운동 영역(supplementary motor cortex), 복측 전운동 영역(ventral premotor area) 등이 활성화되었다. 좌반구보다는 우반구에서 활성화가 보다 강하게 나타났다. 이 결과들은 조각상을 미적으로 평가할 때 관찰자 자신의 내적 운동적 특성(intrinsic dynamic properties)이 자극되었음을 시사한다. 결국 관찰자에게 일어나는 체화된 경험이 조각상이 얼마나 아름다운지를 평가하는데 가장 큰 영향을 미친 것이다.

또한, Kim과 Blake⁹⁾는 운동감(a sense of motion)이 잘 표

현된 추상화에 대한 미적 경험을 연구하였다. 이들은 추상화 중에서도 Duchamp의 〈계단을 내려가는 나부(Nude Descending a Staircase)〉 같이 운동감이 잘 표현된 추상화와 Mondrian 혹은 Klee의 여러 작품처럼 보다 정적인 추상화 등에 대한 뇌 반응의 차이에 주목하였다. 정적인 추상화보다 운동감을 표현한 추상화 감상에서 뇌의 MT+ 영역의 활성화가 더 유의하게 높았다. MT+ 영역은 시각뇌의 일부이며 후측 중측두 영역(posterior middle temporal area)에 위치하고 있고, 움직임 지각 및 안구 운동에도 일부 관여한다.²⁸⁾ 결국 〈계단을 내려가는 나부〉를 보면서 감상자는 자기 자신이 계단을 탁탁 내려가는 듯한 체화적 경험을 한 것이다. 특히 이 실험에서 주목할 것은 교육 효과인데, 운동감이 표현된 추상화의 아름다움에 대한 사전 교육을 받은 사람의 MT+ 영역의 활성화가 사전 교육을 받지 않은 사람에서보다 훨씬 더 높았다는 것이다.

‘실용적 관점’에 대비되는 ‘미적 관점’

우리의 실생활 속에서 일어나는 매일의 지각적 체험은 대부분 실용적인(pragmatic) 특성을 지니고 있다. 예를 들어 우리가 시선을 돌릴 때마다 거의 자동적으로 사물들이 보이게 되면, 순간적으로 그 사물에 대한 과거의 기억 등이 떠오르기도 하고, 그 사물의 사용 목적 등이 잠시 머릿속을 스쳐 지나가기도 한다.

그러나 우리는 세상에 대해 항상 ‘실용적 관점’만을 취하지는 않는다. 최신의 스마트폰에 눈길이 멈추면 그 스마트폰의 여러 기능에 주의를 기울일 수 있지만 때로는 세련된 디자인에 주목하기도 하고 바탕 화면 아이콘의 기하학적 배치나 색깔 등을 즐기기도 한다. 즉, 실용적 관점을 대신한 ‘미적 관점(aesthetic perspective)’으로 세상을 바라볼 때가 있는 것이다. 작품을 창조하는 예술가에게 있어서는 이러한 미적 관점이 훨씬 더 자주, 쉽게 일어나야 할 것이다.

실용적 관점에 대비되는 미적 관점의 획득은 미학 역사에서 오래 전부터 거론되어 온 것이며, Kant 미학의 근간이기도 하다. Kant²⁹⁾에 의하면, 미적 태도의 본질은 대상을 향한 일상적 욕구에서 비롯된 관심에서 이탈하는 것이다. 그래서 Kant는 미적 태도를 견지하기 위해서는 ‘무관심적 만족(disinterested satisfaction)’에 대한 추구가 반드시 이루어져야 한다고 주장하였다.

Cupchik 등³⁰⁾은 피험자들에게 fMRI 스캐너 속에서 미술 작품들을 보여 주면서 1) 실용적 관점을 취하며 작품 속 사물 배치, 사용 용도 등에 주목하게 하였고, 2) 또한 미적 관점을 취하며 작품의 아름다움, 작품의 색깔 조화, 작품의 질감 등에 주목하게 하였는데, 실용적 관점을 취할 때보다 미적

관점을 취할 때 좌측 외측 전전두 영역(left lateral prefrontal area)이 더욱 활성화됨을 발견하였다. 이 영역은 실행 기능(executive function), 문제해결 과정에서 원래의 주 목표(main goal)를 지속적으로 유지하는 기능 등과 연관된다.

즉, 작품 혹은 생활 공간 속에서 미적인 관점이 유지되려면 외측 전전두엽의 활성화를 통해 실용적인 관점이 떠오르는 것을 억제하여야 하며, 전전두엽 활성화에 의한 뇌의 ‘하향 조정(top-down)’ 기제가 미적 관점의 유지에도 필요하다는 것이다. 이 연구는 상기한 Kant 미학 이론의 핵심인 ‘무관심적 만족’이 비단 미학 혹은 철학의 언어로만 설명되는 것이 아니라 신경미학 연구 방법으로도 설명될 수 있음을 시사한다.

또한, Jacobsen 등³¹⁾은 연구팀에서 직접 제작한 프랙탈 형태의 추상적 기호를 스캐너 속에서 제시하면서 피험자들이 이 기호들을 미적으로 평가할 때와 이 기호들의 대칭성 정도를 평가할 때 뇌 반응이 어떻게 나타나는지를 조사하였다. 대칭성 평가를 실시할 때보다 미적 평가를 실시할 때 양반구 전두극(frontal pole) 및 하전두회(inferior frontal gyrus)의 활성화가 유의하게 높게 나타난 반면, 미적 평가 실시 때보다 대칭성 평가를 실시할 때는 상두정소엽(superior parietal lobule) 및 전운동 영역(premotor area) 등의 시공간 분석 관련 영역들이 활성화되었으며 전두엽의 활성화는 발견되지 않았다. 이 연구 역시 Cupchik 등³⁰⁾의 연구에서와 마찬가지로 미적 평가에서 전전두엽의 활성화가 중요함을 보여주는 연구이다.

작품의 표현 양식에 따른 미적 경험의 차이

전술하였던 Leder 등의 미적 경험 모델에서는 사물 혹은 작품을 대할 때의 미적 관점도 중요하지만 작품의 표현 양식에 대한 암묵적, 명시적 분석 역시 매우 중요하게 고려되고 있다.

작품 속에 구현된 대상들의 경계면이 뚜렷한지 혹은 흐릿한지 등에 따라 작품의 표현 양식을 분류할 수도 있다. 르네상스 시대의 걸작이라 할 수 있는 Botticelli의 〈비너스의 탄생〉이나 17세기 프랑스 고전주의의 대표자인 Poussin의 〈계단 위의 성 가족〉(그림 5A) 등에 나오는 등장인물과 기타 여러 사물들의 윤곽은 아주 선명하며, 모호한 경계면은 전혀 보이지 않는다. 반면, Gogh의 가장 유명한 작품 중의 하나인 〈별이 빛나는 밤〉(그림 5B), 혹은 Monet의 〈수련〉 연작 등에서는 작품 속 사물의 윤곽이 배경 속에 녹아든 듯이 경계면이 모호하다. 전자의 작품에서 나타나는 경계면을 hard-edge, 후자의 경우를 soft-edge라고 한다.³²⁾ 시간적으로 볼 때 근현대로 올수록 soft-edge의 작품들이 좀더 많아지고 있다.

이처럼 hard-edge와 soft-edge의 그림에 따라 우리의 뇌

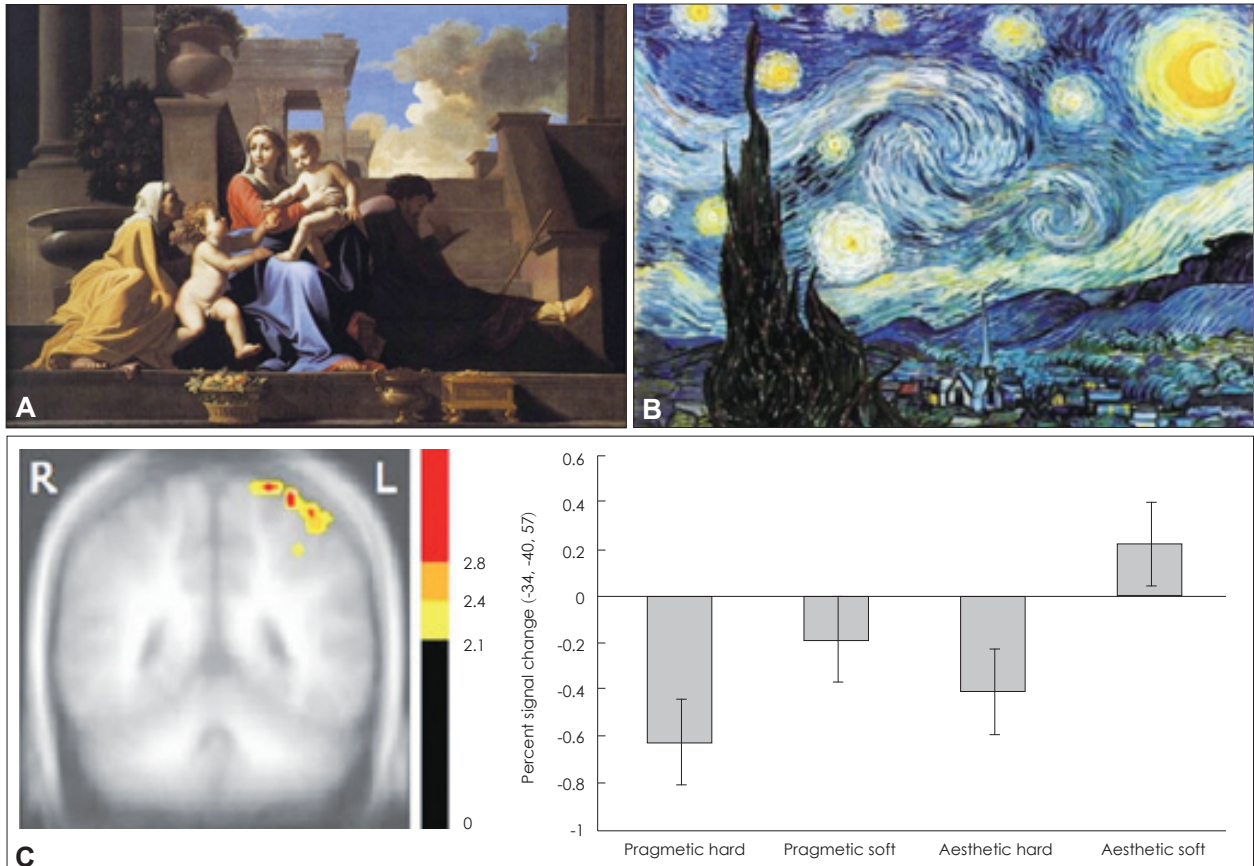


Fig. 5. A: Nicolas Poussin. <The Holy Family on Steps>. 1648. Oil on canvas. The Cleveland Museum of Art, Cleveland, USA. B: Vincent van Gogh. <Starry Night>. 1889. Oil on canvas. The Museum of Modern Art, New York, USA. C: The results of Cupchik et al.³⁰⁾ Left superior parietal lobule (-34, -40, 57) was activated relatively more in 'aesthetic-soft' condition. The graph depicts the amplitude of the response in the left superior parietal lobule corresponding to the four experimental (pragmatic-hard, pragmatic-soft, aesthetic-hard, and aesthetic-soft) conditions.

활성화는 어떻게 달라질 것인가? 앞서 언급한 Cupchik 등³⁰⁾의 연구에서는 피험자에게 동일한 숫자의 hard-edge 작품과 soft-edge 작품을 제시하였다. 즉, 피험자는 1) hard-edge 작품에 대한 실용적 관점, 2) hard-edge 작품에 대한 미적 관점, 3) soft-edge 작품에 대한 실용적 관점, 4) soft-edge 작품에 대한 미적 관점을 체험하였다.

결과에서 흥미로운 것은 4), 즉 soft-edge 작품에 대한 미적 관점의 경우에만 좌측 상두정소엽에서 유의한 활성화가 나타났다는 점이다(그림 5C). 따라서 hard-edge 형식의 미술 작품을 감상할 때보다는 soft-edge 형식의 미술 작품을 감상할 때에 뇌의 시공간 처리(visuospatial processing) 과정이 보다 더 활발해진다는 것을 확인하였다. 또한 이 결과를 앞 단락의 미적 관점 관련 결과와 통합해보면, 미적 경험에는 미적 관점을 유지하기 위한 전전두엽의 활성화인 '하향 조정'과 작품 속 여러 시공간적 특성이 분석되어 전두엽 및 기타 대뇌 피질 영역에 정보를 전달하는 '상향 조정(bottom-up processing)'의 연합이 중요할 것임을 짐작할 수 있다.

아름다움과 감정

전술한 바와 같이 미술 작품을 감상할 때 감상자는 작품의 아름다움을 인지적으로 평가만 하는 것이 아니다. 감상자의 마음에서는 어떤 형태로든 감정의 변화가 일어나게 된다.

Vartanian과 Goel³³⁾은 미적 평가와 대비되는 미적 선호(aesthetic preference)에 대한 연구가 중요함을 역설하였다. 특히 미적 선호 관련 연구에서 주로 활성화되는 보상 회로(미상핵, 전대상회, 후두엽 등)가 바로 감정 처리 영역에 해당됨에 주목하였다. 이 연구로 인해 이후의 신경미학 연구에서 미적 평가 과제와 미적 선호 과제가 구별되어 다루어질 수 있었으며, '미적 감정'의 중요성이 다시 강조될 수 있었다.

전술한 Di Dio 등²⁷⁾의 르네상스 시대 조각상 관련 연구에서도 미적 감정에 대한 결과가 제시된 바 있다. 감상자들이 조각 작품을 아름답다고 느낄수록 우측 편도(right amygdala)의 활성도가 증가하였다(그림 3C). 저자들은 아름다운 자극을 대할수록 감정적 각성(emotional arousal)이 증가하는 것으로 판단하였다.

그러나 긍정적 정서를 체험할 때만 그 작품이 높은 미적 평가를 받는 것은 아니다. 아일랜드 화가인 Francis Bacon의 〈십자가 책형(Crucifixion)〉 및 그의 여러 작품들은 공포, 절규, 혐오의 감정을 불러일으키에도 불구하고 매우 좋은 평가를 받고 있으며, 오스트리아 화가인 Ergon Schiele의 여러 그림들 역시 처절한, 비탄에 잠긴 사람들을 다루는 그림으로 많은 사람들을 사로잡고 있다. 무서우면서도 아름다운, 비통하면서도 아름다운 평가를 받는 작품들이 수없이 존재한다.

이에 대한 신경미학적 연구는 아직 시작 단계이지만 의미 있는 결과들을 보여주고 있다. Kim 등³⁴⁾은 19세기 인상파의 그림들에 대한 미적 평가(beautiful/ugly) 및 정서적 평가(positive/negative)를 실시하여 beautiful-positive, beautiful-negative, ugly-positive, ugly-negative의 4개 군으로 분류한 뒤 fMRI로 추가 연구를 실시하였다. 이 연구의 주된 관심은 beautiful-negative에서의 뇌 활성화 결과였는데, 최종적으로 보상계에 해당하는 좌측 전대상회 및 부정적 정서, 기억 관련 영역인 우측 후대상회(posterior cingulate)와 우측 해마방회(parahippocampal gyrus) 부위가 활성화되었다. 이와 비슷한 연구 결과를 Blood 등³⁵⁾이 실시한 슬픈 음악을 들을 때의 뇌 활성화 연구에서도 찾을 수 있었는데, 특히 슬픈 음악에서 즐거운 음악에 비해 해마방회 영역의 활성화가 두드러졌다. 결국 슬프지만 아름다운, 비극적이지만 아름다운 작품을 대할 때에는 즐거우면서 아름다운 작품에서보다 감상자의 과거의 기억이 더 많이 자극될 수 있고, 그러면서도 이러한 감정 체험이 오히려 뇌의 보상계를 자극할 수 있음을 시사한다.

아름다움과 숭고미

거대한 대자연 앞에서 느끼는 경이로움과 외경심, 혹은 대성당이나 대사원 등의 종교적 건축물을 방문하였을 때의 벽찬 느낌 등은 미적 범주로 볼 때 숭고미(sublime)에 해당된다 할 수 있다. 미술 사조로서는 주로 낭만주의 계열의 화가들의 작품을 들 수 있다. 대표적 작품인 Caspar David Friedrich의 〈바닷가의 수도사(The monk by the sea)〉에서는 장엄한 하늘, 광활한 바다 앞에 놓인 작은 인간 등의 대비적 묘사를 통해 자연의 숭고미가 더욱 강조되기도 하였다.

그러나, 기존의 정형화된 형식과는 전혀 다른 현대의 여러 추상적 작품들을 대하는 감상자들이 느끼는 미적 체험은 과연 어떻게 설명할 수 있겠는가? 초현실주의, 입체파, 다다이즘, 절대주의와 같은 현대 미술은 우선 세계의 재현(representation)이라는 미술의 오래된 의무에서 해방되어 감상자에게 매우 낯설고 생경한, 그러나 미묘한 감정과 역설적인 미적 경험을 제시하게 된다. 프랑스의 철학자 Jean-Francois

Riotard에 의하면 현대의 기묘한 작품들도 숭고미를 표현하는 것이며, 다만 이러한 작품은 기존의 숭고미와는 달리 “숭고의 부정적 묘사”³⁶⁾를 실현하는 것이다.

새로운 숭고미를 표현하는 현대 미술의 여러 계열에 대해 신경미학 역시 주목하기 시작하였다. 우선, 순수 추상 작품 속에서의 숭고미에 대한 연구보다는 초현실주의나 입체파 작품과 관련되는 연구들이 이루어지고 있다. Salvador Dali나 Rene Magritt 등의 작품을 보면 작품의 배경과 맥락적으로 맞지 않는 대상물(오브젝트)의 배치를 통한 기묘함, 두려움, 외경심 등이 유발되는 경우가 많다. 이처럼 배경 맥락과 맞지 않는 오브젝트의 배치를 통하여 지각적 생경성(perceptual novelty)을 유발하는 것을 ‘데페이즈망(depaysment)’ 기법이라고 한다.³⁷⁾

Kirk³⁸⁾는 맥락적으로 맞는 오브젝트를 합성한 사진(예 ; 거실 속의 난로)과 맥락적으로 맞지 않는 오브젝트를 합성한 사진(예 ; 테니스 코트 위의 공중전화박스)에 대한 미적 평가에 대한 fMRI 연구를 실시하였다. 그 결과 맥락적으로 맞지 않는 사진이라 하더라도 그 사진에 대한 피험자의 미적 선호도가 높게 평가되는 경우 좌측 측두극(left temporal pole)의 활성화가 두드러졌다. 좌측 측두극은 의미론적 기억(semantic memory)의 회상과 관련되는 영역이며, 또한 타인의 의도나 믿음의 추론 등 마음 이론(theory of mind) 기제와 관련된 영역이다.

한편 이은애 등³⁹⁾은 1) 장엄한 자연 배경 사진에 대한 미적 평가 및 2) 이러한 배경에 이 배경과 맞지 않는 오브젝트를 합성한 사진(예 ; 거대한 빙하 위의 큰 토마토) 등에 대한 미적 평가를 수행할 때의 뇌 활성화의 차이를 조사하였다. 1)의 경우가 일반적인 숭고미와 연관된다면 2)의 경우는 부정적 숭고미와 연관될 것으로 가정하였다. 이때 두 경우 모두에서 전두엽의 활성화가 관찰되었다. 특히 맥락적으로 맞지 않는 오브젝트가 합성된 사진의 미적 평가에서는 모순적 상황에서의 미적 판단과 연관되는 좌측 하전두회(inferior frontal gyrus) 등의 활성화가 나타났다.

이상에서 보았듯이 숭고미에 대한 신경미학 연구는 아직 시작 단계라 할 수 있으나 일반적 미적 감정과는 또 다른 미적 영역인 숭고미의 경우 의미 추론, 마음이론, 정신화(mentalizing) 기제 등과 관련되는 뇌 영역이 활성화될 것으로 추측된다.

정신의학 영역에서의 신경미학 연구

정신의학 영역에서의 신경미학 연구는 어느 정도로 진행되고 있는가? I-SKE framework에 입각해볼 때 전술하였던

바와 같이 그림 1B의 방식, 즉 특정 정신계 혹은 신경계 질환에서 나타나는 미술 작품의 특성, 혹은 환자들의 독특한 미적 행동 추구 등에 대한 연구 보고 등이 우세한 편이다. 특히 몇몇 정신질환 혹은 신경계 질환에서는 병의 경과 전후에 몇 가지 예술 행위를 갑작스럽게 추구하는 경우를 보게 된다.

이러한 미적 행동의 출현에 대해 신경학자인 Kapur⁴⁰⁾은 'paradoxical functional facilitation'이란 개념을 제시하였는데 신경학적 손상을 입은 환자에서 어떤 선택적 기능이 갑작스럽게 항진되거나 수행력이 증가되는 현상을 말한다. 뇌의 국소적 경색 이후 반대편 사지의 마비 증상이 나타나는 것은 당연한데 사실 그 사지의 심부 건반사(deep tendon reflex)는 증가된다. 이처럼 마비된 사지의 건반사가 증가된다는 것도 사실 paradoxical한 것이다. Kapur의 통찰은 이러한 paradoxical effect가 국소 운동계 영역을 넘어 인지-행동적 영역으로 확대될 수 있다는 것이다. 과연 이런 현상이 그 병변으로 인해 뇌의 특정 시스템에 대한 억제 기능이 제거된 결과로 나타나는 것인지, 아니면 그 병변으로 인해 이전보다 저하된 뇌기능에 대한 일종의 보상적 기제로 보아야 할지는 아직 의견이 분분하지만, 이 이론은 환자의 독특한 미적 행위의 출현에 대하여 큰 설명력을 지니고 있다.

자폐증

영국의 유명한 자폐증 미술 작가인 Stephan Wiltshire는 뉴욕, 도쿄 등의 대도시 상공을 헬기를 이용해 한 번 둘러본 뒤 마치 디지털 사진 현상을 하듯이 화폭에 도심을 정확히 재현해 내어 '인간 사진기'라는 별칭까지 얻고 있다. 자폐증에서 자주 나타나는 독특한 언어 사용 패턴, 과도한 특정 인지능력 증가 등은 널리 알려진 바이며, 서번트 증후군(servant syndrome)이란 용어의 등장으로 정신의학 이외의 영역에서도 더욱 관심을 갖게 되었다.

가장 설득력 있는 설명은 '중앙 응집 문제(central coherence problem)^{41,42)}에 의거한 설명이다. 중앙 응집 문제는 마음 이론 문제와 더불어 자폐증 환자의 사회적 기능 문제를 설명하는 가장 핵심적 이론이다. 각종 감각계를 통한 정보들은 대뇌 신경피질계의 응집, 통합 기능을 거쳐야 되는데 자폐증에서는 이 기능이 취약하여 결국 전체적 맥락 획득에는 실패하게 된다. 대신 국소 정보 처리 기능에만 편향되는 결과를 낳는다.

Boso 등⁴³⁾은 중앙 응집 문제와 관련한 신경생물학적 연구 결과들을 토대로 이 문제가 자폐증의 천재적 능력에 끼치는 영향을 발표하였다. 이들이 제시한 중앙 응집 문제의 신경생물학적 기전은 다음과 같다.

1) 자폐증과 관련되는 몇몇 동물 모델에서 밝혀진 유전자

혹은 염색체 이상 소견⁴⁴⁻⁴⁶⁾은 글루타메이트계 시냅스의 이상을 초래하여 결국 뇌의 국소 과다반사성(local hyperreflexibility)을 발생시킨다.

2) 대뇌 피질의 minicolumn계가 일반인보다 과다 증식되어 있기 때문에, 시상-피질 연결을 통한 정보 유입의 신호-잡음 비율(signal-to-noise ratio)이 떨어지게 된다. 또한 과다한 column에 비해 중간뉴런(interneuron)의 양은 정상 수준인데, 이 때문에 중간뉴런의 중요 기능인 측면 억제(lateral inhibition) 기능이 상대적으로 저하되어 중앙 응집 문제가 더욱 심화된다.⁴⁷⁾

3) 기존의 자폐 연구에서도 자주 보고되었던 소뇌의 구조적 혹은 기능적 이상은 대뇌-소뇌 연결(cerebro-cerebellar connection)에서의 소뇌의 억제 기능의 저하를 일으키며, 이러한 억제 저하는 특히 전전두 영역, 좌측 전측두 영역, 하두정 소엽 등의 이상 증식 혹은 기능 과다를 일으키게 된다. 특히 좌측 전측두 영역은 자폐적 서번트와 상당히 관련이 깊은데,⁴⁸⁾ 이 부위의 고유 기능인 의미론적 정보 처리, 개념적 지식 처리 등이 서번트에서는 과다 항진되기 때문이다(그림 6).

결국 microcircuit(1, 2) 및 macrocircuit(3)의 복합적 문제가 중앙 응집 문제를 발생시켜 전체 통합능력이 결여되는 대신 영역-특성 지식(domain-specific knowledge)이 확대된다.⁴⁸⁾ 이 현상 역시 앞서 말한 paradoxical functional facilitation 의 한 가지 예에 해당될 수 있다.

아직 이러한 가설을 환자-대조군 연구 등으로 입증한 보고는 나오지 않았으나, Wallace 등⁴⁹⁾의 증례 보고에서는 이 가설과 관련이 있는 심층적인 분석을 실시하였다. 그림에 천재적인 재능을 보이는 한 자폐증 환자의 뇌를 magnetic reso-

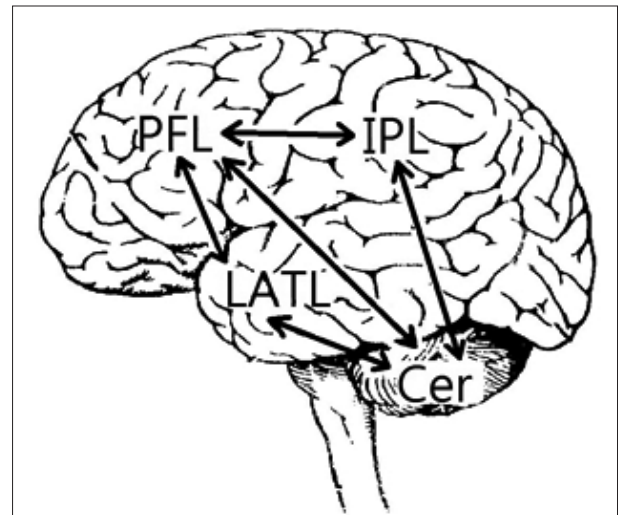


Fig. 6. Altered functional connectivity between the prefrontal lobe (PFL), inferior parietal lobe (IPL), left anterior temporal lobe (LATL) and cerebellum (Cer) is considered to be at the basis of the autistic pathology.

nance imaging(이하 MRI)로 조사한 결과 내측 전전두 영역(medial prefrontal area), 전운동영역, 중간 측두 영역 등이 일반인의 평균 두께에 비해 유의하게 얇았으며, 반면 우측 상두정소엽은 유의하게 두껍게 나타났다. 자폐증에서 결여되어 있는 사회적 인지 관련 뇌 영역의 용적이 저하되어 있으며, 동시에 시공간 처리와 계산 능력 관련 뇌 영역의 용적이 상승되어있음을 보여주고 있다.

전두-측두엽 치매(frontotemporal dementia, FTLD)

Frontotemporal dementia(이하 FTLD)는 알츠하이머형 치매나 혈관성 치매와는 병태생리와 증상이 구분되는 질환이다. 일반적으로 이러한 변성은 알츠하이머형 치매보다 조금 더 일찍 나타난다. 또한 알츠하이머형 치매의 경우 기억장애가 먼저 나타나지만, FTLD는 언어 기능과 실행기능의 문제 및 성격의 변화 등이 초기에 두드러지는 반면 기억력 손상은 비교적 미약하다. 정신의학적 입장에서 본다면 이 질환은 임상적으로 그다지 자주 관찰되는 질환은 아니지만, 신경미학의 영역에서 이 질환은 가장 관심의 초점이 되고 있다. 왜냐하면 이 질환의 임상 경과에서 환자들이 갑자기 창의성을 발휘하기 시작하고 그림 및 기타 예술작품의 창작에 몰두하는 모습 등이 지속적으로 보고되기 때문이다.^{50,51} 앞서 언급하였던 paradoxical functional facilitation 현상의 대표적 질환이다.

이 질환에 대해 Miller 등⁵⁰이 체계적인 연구를 진행하고 있다. 이들이 보고한 FTLD 환자 사례에 의하면 이 중년 남성은 원래 예술에는 문외한이었는데 50대 초반부터 공원에서 그림 작업을 갑자기 시작하였고 카오디오 등에 몰두하기 시작하였다. 50대 후반에는 강박적 행동이 두드러졌고 오랜 시간동안 그림 작업에 몰입하였는데, 59세가 되면서 갑자기 그림에 몰입하는 정도가 줄어들었고 부적절한 미소와 인지 기능이 저하되었다. 이때 처음 병원을 방문하였고 Mini-Mental Status Exam에서 16점으로 나타나 인지 기능의 심각한 저하가 확인되었다. SPECT 검사에서 양측 측두엽의 관류 저하, 좌측 전두엽의 경한 관류 증가 상태가 발견되었으며, 최종적으로 FTLD로 진단받게 되었다.

또한 Miller 등⁵²은 임상 양상에 따라 차이가 나는 두 FTLD 환자 집단을 비교 분석하였다. 한 집단은 ‘예술가형(artistic type)’으로 음악, 미술 분야 등에서 예술적 능력을 보이는 사람들이었고 다른 집단은 이러한 능력이 없는 ‘비예술가형(non-artistic type)’이었다. 신경심리검사상 예술가형 집단에서는 비예술가형 집단에 비해 시각적 인지과제 기능이 유의하게 높았지만 반면 언어성 과제에서는 유의한 기능 저하 소견을 보였다. 가장 중요한 소견은 SPECT 촬영 결과에서

나타났다. 1) 예술가형 집단에서는 전두엽 및 우측 측두엽(특히 후측두엽)은 관류 저하 문제가 거의 없었으며 좌측 전측두엽에서만 관류 저하가 뚜렷하게 나타났으며, 2) 비예술가형 집단에서는 전두엽, 측두엽을 포함한 뇌의 전 영역에서 광범위한 관류 저하가 나타난 것이다.

즉, 어떤 특정 범주의 FTLD에서는 전두엽 및 우측 측두엽의 기능이 보존되거나 때로는 기능이 지나치게 활성화되는 특성이 나타나며 동시에 창의적 예술활동이 촉진된다. 그러나 시간이 경과하여 이 전두엽 및 우측 측두엽의 실질 손상이 일어나면, 획득한 창의적 능력을 다시 소실하게 된다.

Frontotemporal dementia처럼 뚜렷한 양상을 보이는 것은 아니지만, FTLD가 아닌 치매 혹은 뇌손상 등에서도 때로는 예술적 능력이 생성되거나, 혹은 기존의 예술적 특성에 변화가 생기기도 한다. Jackson Pollock만큼 유명한 추상화가이자 액션 페인팅의 거장이었던 Willem de Kooning은 70대에 들어서면서 치매의 경과를 보이기 시작했는데, 치매를 앓기 시작한 이후의 그림들은 원래의 화풍과는 달리 밝은 배경, 원색 사용의 증가, 파동 모양의 추상형태 묘사, 리드미컬한 붓의 터치 등으로 변모하였으며 상당량의 작품을 창조하였다. 평단에서는 이 시기의 작품을 오히려 더 높이 평가하기도 한다.⁵³

원발성 진행성 실어증(primary progressive aphasia, PPA)

Primary progressive aphasia(이하 PPA)는 신경성 퇴행성 질환의 일종으로 언어표현장애가 점진적으로 진행되는 것이 특징적이며 상당한 기간 동안 판단력, 기억력, 사고력 등의 뇌 기능은 정상적으로 유지된다. 일반적인 치매 및 퇴행성 질환군과는 약간 구별이 된다고 하지만, 일부 학자들은 치매의 전증상이라고 보기도 한다. 그런데, 이 질환의 경과를 추적하였을 때 PPA로 확진되기 전에 뛰어난 예술적 재능이 나타나는 경우가 보고되고 있다.⁵⁴

Seeley 등⁵⁵은 PPA로 진단받은 환자 1명(이하 AA) 보고하였다. AA는 학교 교사였고, PPA로 진단받기 몇 년 전 청신경교종(acoustic neuroma)이 발견되어 정기적으로 검진을 받던 상태였다. 따라서 청신경교종의 경과를 보기 위한 MRI 촬영이 일정 시간 간격으로 반복 시행되었다. PPA 진단을 받기 몇 년 전부터, AA는 정상시의 그림 능력을 훨씬 뛰어넘는 작품을 작성하기 시작하였다. 자신의 창조성의 정점에서 AA는 Maurice Ravel의 음악에 매료되었고 자신의 그림 속에 Ravel의 명곡 <Bolero>의 음악적 흐름을 표현하는 작품을 발표하기 시작하였다. 그 작품의 제목은 <Unraveled Bolero>였다(그림 7). PPA로 확진된 후에도 몇 년 동안 AA는 예술 작업을 진행하였으며 비록 말수는 점점 줄어들었으나 그림



Fig. 7. 'Unravelling Bolero'.⁵³⁾ The patient painted this picture in 1994, 6 years before primary progressive aphasia symptoms began.

과 사진이 혼성된 예술 작품을 발표하는 등 기존의 미술 장르에 다른 예술 장르를 융합시키는 작업을 꾸준히 진행하였다.

연구진이 전술한 AA의 MRI 촬영 결과 및 SPECT 촬영을 추가하여 AA의 뇌를 조사한 결과, 일반인에 비해 좌반구에서 브로카 영역(Broca's area)를 포함한 하전두엽 등의 용적 감소가 관찰되었으며, 반면 우반구의 두정엽내고랑/상두정소엽(intraparietal sulcus/superior parietal lobule), 두정덮개(parietal operculum), 상측두엽 등의 용적은 일반인보다 유의하게 증가되어 있었다. 좌반구의 브로카 영역의 감소와 AA의 언어 표현 능력의 감소는 PPA 진단상 당연한 결과이다. 반면 우반구의 용적 증가 영역들은 '이중 양식 영역'(heteromodal area)에 해당되며 또한 시각, 청각, 기타 감각 등 다양한 감각 양식의 통합적 처리를 담당하는 부위이다. AA는 PPA로 언어 표현 능력을 잃어가게 되었지만, 대신 예술적 감각을 얻게 되었고 특히 미술에 음악을, 그림에 사진을 통합하는 융합적 창조성을 얻게 된 것이다.

Maurice Ravel 역시 음악가로서 정점에 달하던 시기에 교통사고를 당했고, 이후 갑작스런 실어증에 빠지게 되어 결국 음악 작업이 중단되었다. 실어증의 출현에 대해 대다수는 그의 교통사고로 인한 후유증 때문일 것이라고 주장하나, 일부 학자들은 실제로 그가 PPA나 FTLD를 겪었을 것으로 추정하기도 한다. 특히 말년의 대표작인 <Bolero>나 <왼손을 위한 협주곡(concert for the left hand)> 등은 심각한 실어증 단계에 들어가기 시작한 Ravel의 우반구 기능이 상대적으로 높아지면서 창작력이 더 좋아졌기 때문에 탄생한 결과라고 주장하는 학자도 있다.⁵⁶⁾

조현병

조현병은 1970~1980년대까지만 하더라도 주로 정신병리의 감소에 임상적 초점이 맞추어졌다. 하지만 최근 비전형 항정신병약물의 등장으로 이전보다는 환자들의 증상 호전이 더 용이해졌고 이로 인해 삶의 질 향상, 인지·사회적 재활이 가능해지면서 치료 목표가 획기적으로 변화되고 있고, 특히 조현병 환자의 창조성, 창의성에 대한 관심이 증가되고 있다. 예를 들어 고양이 그림을 그리는 아티스트로 유명한 Louis Wain의 조현병 발병 전후의 그림 변화 (과감한 색상 채택, 기하학적인 패턴 구성, 추상적이지만 매우 강렬한 형상의 묘사)는 많이 알려진 사실이다.

조현병 환자의 그림 특성에 대해서는 미술치료 영역 등에서 지속적으로 보고되고 있으나,^{57,58)} 신경미학적 연구는 예외적으로 원저뿐만 아니라 증례 보고도 거의 없다. 다른 질환에 비해 임상 양상, 예후, 경과 등이 상당히 다양한 것도 연구를 디자인하는데 상당한 어려움으로 작용할 것이다.

Chen 등⁵⁹⁾의 연구에서 조현병 환자의 미적 경험에 대해 간접적으로 유추해볼 수 있다. 이들은 Vincent Van Gogh의 <별이 빛나는 밤(Starry Night)> 등 유명 그림의 원본 사진 및 이 그림들을 약간 변형한 사진에 대하여 일반인과 조현병 환자에게 아름다움을 평가하게 하였다. 그 결과 일반인은 원 사진보다 변형 사진의 아름다움을 상당히 낮게 평가하였는데 조현병 환자에서는 이 평가치의 차이가 크지 않았다. 저자들은 유명 작품에 대한 역동적인 미적 체험이 조현병에서는 현저히 떨어지며 이것이 시각뇌 시스템의 초기 기능 저하와 관련되었다고 하였다.

향후의 방향 ; 정신의학적 연구로의 확대

신경미학의 여러 영역에서 나온 주요 연구 결과들과 정신 의학 영역에서의 신경미학 관련 연구들을 비교해보면, 정신 의학 영역의 연구는 아직 많이 부족하다는 것을 알 수 있다. 또한, 신경미학 분야가 비록 현재는 인문학과 생물학의 모범 적 통섭 사례로 자리매김 되고 있으나, 과연 이런 평가가 앞으로도 지속될지는 아직 예측하기 어렵다.

그럼에도 불구하고 정신의학에서 왜 신경미학에 관심을 가져야 하는가?

첫째, 정신의학에 대한 신경미학적 접근은 정신질환의 궁극 원인(ultimate cause)에 대한 새로운 관점을 제시할 수 있다. 5~10만 년 전의 호모 사피엔스 시기는 수많은 미술품, 악기, 종교적 상징물들이 쏟아져 나온 시기이다. 첫 문자의 출현이 기껏해야 기원전 수천 년 전이므로, 그 이전의 몇만 년 동안 인류의 조상들은 사회와 자연에 대한 인식 표현을 위해 분절적 언어나 문자 대신, 응축적 느낌을 주는 미술, 음악을 표현 수단으로 선택하였다. 또한 Crow 등⁶⁰⁾은 조현병을 호모 사피엔스가 언어 기능을 얻게 되면서 어쩔 수 없이 발생하게 된, 일종의 부산물(by-product)로 보았다.

한편 Mithen⁶¹⁾은 인지고고학적 증거들을 통해 네안데르탈인을 포함한 초기 인류는 현생 인류와 달리 비분절적, 전일적, 음악적인 발성으로 의사소통을 하였으나 현생 인류인 호모 사피엔스에서 탄생한 분절적 언어가 정보 전달을 담당 하면서 초기 인류가 사용했던 발성의 나머지 특성들은 현생 인류의 '음악'으로 분화된 것이라고 주장하였다. 이 때문에 특히 네안데르탈인은 타고난 '절대음감'을 계속 유지했던 반면, 호모 사피엔스에서는 분절적 언어 발달을 가로막는 절대음감이 사라지고 대신 상대음감이 등장하게 되었다고 하였다. 음악학자들은 이제 상당수 자폐증 환자의 절대음감 능력⁶²⁾을 인정하고 있다. 즉, 정신의학의 영역에서 흔한 여러 정신질환들의 출현을 인지고고학적 관점으로도 설명할 수 있으며, 또한 예술의 출현과 정신질환의 출현 간에 긴밀한 관계가 있음이 확인되고 있다. 이러한 관점에서 볼 때, 신경미학 연구가 계속 진전된다면 각종 임상 질환의 궁극 원인에 대한 단서를 제시할 수도 있을 것이다.

둘째, 신경미학적 접근은 정신질환의 근접 원인(proximate cause)이나 질병의 경과에 대해서도 유용한 결과를 제시할 것이다. 신경미학의 선구자인 Semir Zeki에 따르면 예술 행위라는 것은 세계를 파악하고자 하는 노력의 일환으로 나타난 것이다. 따라서 신경미학적 연구는 외부 세계를 파악하고자 하는 뇌의 중요한 원인 특성들을 이해할 수 있게 해줄 것이다.

최근 정신의학 영역에서는 각 질환에서의 '초기 시각 처리 시스템' 문제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데,⁶³⁻⁶⁵⁾ 이는 앞서 언급한 상향처리(bottom-up processing) 과정에 대한 연구에 해당하는 것이다. 또한 전술하였던 보상, 체화, 미적 관점 등의 주제도 여러 정신질환의 미적 경험 연구에서 향후 충분히 다루어질 수 있다. 특히, 이은애 등³⁹⁾의 지각적 생경성을 이용한 현대적 송고미에 관한 연구 및 미적 감정에 대한 Kim 등³⁴⁾의 연구들은 결국 애매한, 또한 모순 관계에 있는 생경한 자극 상태에 대한 미적 판단에 대한 뇌 반응을 다룬 연구였다. 이러한 자극들과 조현병 혹은 기타 정신병 환자들의 정신병리 간의 상관관계를 다루는 연구를 시도해본다면, 환자들의 병리 상태에 관한 좀더 정확한 기전을 이해할 수 있을 것이다.

셋째, 신경미학적 접근은 비약물적 치료에 대한 과학적 근거를 제공할 수 있을 것이다. 현재 정신질환의 비약물적 치료로 자주 이용되고 있는 미술요법 등은 대부분 병원 이외의 장소에서 매우 다양하게 실시되고 있으며, 치료 성과에 대한 논문도 많이 보고되고 있다.^{66,67)} 그럼에도 불구하고 이러한 미술요법이 어떤 신경미학적 변화를 일으켰는지에 대한 신경과학적 연구는 아직 거의 없는 상태이다.

그러나 Lusebrink와 Alto⁶⁸⁾는 미술요법의 뇌과학적 중요성을 언급한 바 있다. 또한 Lee 등⁶⁹⁾은 현대미술에 대한 교육을 30분간 받은 교육군과 그렇지 않은 비교교육군에게 지각적 생경성을 유발하는 작품을 감상하게 할 때 두 군의 뇌 반응이 매우 다르게 나타나며 이는 짧은 현대미술 교육만으로도 감상자의 뇌가 역동적으로 반응하게 됨을 보고한 바 있다. 이런 면에서 자폐증 환자의 중앙 응집 문제에서 아이디어를 얻은 미술요법이 주목을 받고 있다. 자폐증 환자들은 일반인에 비해 추상 미술의 부분적 지각 특성에 더 민감하게 반응하기 때문에, 한 연구진은 Pablo Picasso 등 입체파 기법으로 그려진 인물화 등을 통해 자폐아들에게 기본적인 정서를 교육시켜 유의한 성과를 얻었다고 보고하였다.⁷⁰⁾ 이러한 획기적인 방법이 고안될 수 있었던 것도 질환에 대한 신경미학적 연구 성과에서 얻은 아이디어인 셈이다. 아직 초보 단계이긴 하나 예술요법에 대한 신경미학적 접근은 정신질환에 대한 전인적 접근(holistic approach)을 가능케 하는 새로운 패러다임을 제시할 수 있을 것이다.

결론 및 요약

미적 경험의 신경생물학적 접근을 추구하는 '신경미학'은 뇌의 시각 처리 시스템에 대한 지식의 축적과 발달된 뇌영상 기법의 등장으로 최근 들어 폭발적으로 성장하고 있는 분야

이다. 이 글에서는 신경미학 관련 연구 결과 중 최근 관심을 받고 있는 분야를 일부 소개하였다. 물론 이러한 연구들은 아직 미적 경험의 실체를 종합적으로 밝혀내지는 못하였다. 뇌 영상 연구의 특성상 어떤 작품의 총체적 아름다움을 충분한 시간을 두고 평가하지 못하기 때문에 현재 우리가 얻을 수 있는 미적 평가는 작품의 어떤 요소들에 대한 미적 선호, 판단, 감정 등에 그치는 경우도 많다. 그러나 송고미, 경이로움 등의 복합적인 체험에 점차 접근해가고 있으며, 제시되는 실험 자극들도 매우 다양해지고 정교해지고 있다.

정신질환에 대한 신경미학적 접근은 아직 충분한 체계를 갖추지 못하였고 지금까지의 연구 결과에서도 특정 환자에 대한 증례 보고들이 주종을 이루지만 자폐증이나 FTLD 등의 예에서 보듯이 paradoxical functional facilitation 현상과 같은 특정한 패턴이 관찰되고 있다. 따라서 향후 정신질환의 궁극적 원인, 근접적 원인, 새로운 치료법의 효과 측정 등에 있어 신경미학적 접근이 유용한 결과들을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

중심 단어 : 아름다움 · 뇌 · 신경미학 · 정신의학.

Acknowledgments

이 논문은 2010년도 한국연구재단의 학제간 융합 연구지원사업(과제번호 H00008)의 지원에 의하여 이루어진 것임. 자료 수집을 도와준 충북대학교 심리학과와 김모모, 이은애, 이현주 선생님과 그림 제작을 도와준 충북대학교병원 정신건강의학과와 서상철, 이정환 선생님께 감사드립니다.

Conflicts of Interest

The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Berlyne DE. *Aesthetics and Psychobiology*. New York: Appleton-Century-Crofts;1971.
- 2) Rentschler I, Herzberger B, Epstein D. *Beauty and the Brain: Biological Aspects of Aesthetics*. Berlin: Birkhäuser Verlag;1988.
- 3) Miller ZA, Miller BL. *A Cognitive and Behavioral Neurological Approach to Aesthetics*. In: Shimamura AP, Palmer SE, editors. *Aesthetic Science: Connecting Minds, Brains, and Experience*. New York: Oxford University Press;2012. p.356-357.
- 4) Zeki S. Art and the brain. *J Consciousness Stud* 1999;6:76-96.
- 5) Nami MT, Ashayeri H. Where neuroscience art embrace; the neuro-aesthetics. *Basic Clin Neurosci* 2011;2:6-11.
- 6) Zeki S. Statement on Neuroaesthetics. Available from <http://www.neuroaesthetics.org/statement-on-neuroaesthetics.php>.
- 7) Livingstone M. *Vision and Art: The Biology of Seeing*. New York: Abrams;2002.
- 8) 지상현. 뇌, 아름다움을 말한다. 파주: 해나무;2005.
- 9) Kim CY, Blake R. Brain activity accompanying perception of implied motion in abstract paintings. *Spat Vis* 2007;20:545-560.
- 10) Lee SB, Jung WH, Son JW, Jo SW. Neural correlates of the aesthetic experience using the fractal images: an fMRI study. *Korean J Sci Emotion Sensibility* 2011;14:403-414.
- 11) Park SM. *Neuroimaging Study for the effect of information about paintings on aesthetic preference for contemporary paintings [dissertation]*. Daejeon: KAIST;2007.

- 12) Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nat Neurosci* 2011;14:257-262.
- 13) Meister IG, Krings T, Foltys H, Boroojerdi B, Müller M, Töpper R, et al. Playing piano in the mind--an fMRI study on music imagery and performance in pianists. *Brain Res Cogn Brain Res* 2004;19:219-228.
- 14) Cross ES, Ticini LT. Neuroaesthetics and beyond: new horizons in applying the science of the brain to the art of dance. *Phenom Cogn Sci* 2012;11:5-16.
- 15) Calvo-Merino B, Jola C, Glaser DE, Haggard P. Towards a sensorimotor aesthetics of performing art. *Conscious Cogn* 2008;17:911-922.
- 16) Shimamura AP. Towards a Science of Aesthetics: Issues and Ideas. In: Shimamura AP, Palmer SE, editors. *Aesthetic Science: Connecting Minds, Brains, and Experience*. New York: Oxford University Press; 2012. p.23-24.
- 17) Leder H, Belke B, Oeberst A, Augustin D. A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *Br J Psychol* 2004;95(Pt 4):489-508.
- 18) Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. The neurology of aesthetics. *Sci Am* 2008;18:74-77.
- 19) Cupchik GC. From Perception to Production: A Multilevel Analysis of the Aesthetic Process. In: Cupchik GC, Laszlo M, editors. *Emerging Visions of the aesthetic Process: Psychology, Semiology, and Philosophy*. New York: Cambridge University Press;1992. p.61-81.
- 20) Csikszentmihalyi M. Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity In: Sternberg RJ, editor. *Handbook of Creativity*. Cambridge: Caambridge University Press;1999. p.313-335.
- 21) Di Dio C, Gallese V. Neuroaesthetics: a review. *Curr Opi Neurobiol* 2009;19:682-687.
- 22) Kawabata H, Zeki S. Neural correlates of beauty. *J Neurophysiol* 2004;91:1699-1705.
- 23) Kringelbach ML. The human orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience. *Nat Rev Neurosci* 2005;6:691-702.
- 24) Vartanian O, Goel V. Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. *Neuroreport* 2004;15:893-897.
- 25) Lee JM. A reformulation of the conceptual foundations of psychology (II): extending the concept of 'mind' and the extent of psychology, based on the perspectives of cognitive science. *Korean J Psychol* 2007;26:1-38.
- 26) Freedberg D, Gallese V. Motion, emotion and empathy in esthetic experience. *Trends Cogn Sci* 2007;11:197-203.
- 27) Di Dio C, Macaluso E, Rizzolatti G. The golden beauty: brain response to classical and renaissance sculptures. *PLoS One* 2007;2: e1201.
- 28) Born RT, Bradley DC. Structure and function of visual area MT. *Annu Rev Neurosci* 2005;28:157-189.
- 29) Kant I. *Critique of Judgement*. London: MacMillan;1790.
- 30) Cupchik GC, Vartanian O, Crawley A, Mikulis DJ. Viewing artworks: contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain Cogn* 2009;70:84-91.
- 31) Jacobsen T, Schubotz RI, Höfel L, Cramon DY. Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *Neuroimage* 2006;29:276-285.
- 32) Berlyne DE, Ogilvie JC. Dimensions of perception of paintings. In: Berlyne ED, editor. *Studies in the New Experimental Aesthetics: Steps Toward an Objective Psychology of Aesthetic Appreciation*. Washington: Hemisphere Pub.;1974. p.181-226.
- 33) Vartanian O, Goel V. Emotional pathways in the brain mediate aesthetic preference. *Bull Psychol Art* 2004;5:37-42.
- 34) Kim J, Shin EH, Kang H, Kim CY. Sad but Beautiful; Brain Responses to Emotional Appraisal and Aesthetic Judgement of Art. Poster Session Presented at the 17th Annual Meeting of the Organization on Human Brain Mapping; 2011 June; Québec, Canada;2011.
- 35) Blood AJ, Zatorre RJ, Bermudez P, Evans AC. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic

- brain regions. *Nat Neurosci* 1999;2:382-387.
- 36) Kim DB. An analysis of the formlessness of contemporary graphic design regarding Lyotard's of the sublime [dissertation]. Seoul: Hon-gik Univ.;2009.
 - 37) Gablik S. *Magritte*. New York: Thames & Hudson Inc.;1985.
 - 38) Kirk U. The neural basis of object-context relationships on aesthetic judgment. *PLoS One* 2008;3:e3754.
 - 39) 이은애, 김모모, 이승복, 손정우. 자연속의 낯설음: 지각적 생경성 (perceptual novelty)의 미적 경험에 대한 뇌 활성화. 대한뇌기능매평학회 2011년 춘계학술대회. 2011년 11월 4일, 서울: 대한뇌기능매평학회;2011. p.74.
 - 40) Kapur N. Paradoxical functional facilitation in brain-behaviour re-search. A critical review. *Brain* 1996;119(Pt 5):1775-1790.
 - 41) Frith U. *Autism: Explaining the Enigma*. Blackwell: Oxford;1989.
 - 42) Happé F. Autism: cognitive deficit or cognitive style? *Trends Cogn Sci* 1999;3:216-222.
 - 43) Boso M, Emanuele E, Prestori F, Politi P, Barale F, D'Angelo E. Au-tism and genius: is there a link? The involvement of central brain loops and hypotheses for functional testing. *Funct Neurol* 2010;25:15-20.
 - 44) Durand CM, Betancur C, Boeckers TM, Bockmann J, Chaste P, Fau-chercheau F, et al. Mutations in the gene encoding the synaptic scaffold-ing protein SHANK3 are associated with autism spectrum disorders. *Nat Genet* 2007;39:25-27.
 - 45) Schoorlemmer J, Goldfarb M. Fibroblast growth factor homologous factors are intracellular signaling proteins. *Curr Biol* 2001;11:793-797.
 - 46) Futai K, Kim MJ, Hashikawa T, Scheiffele P, Sheng M, Hayashi Y. Retrograde modulation of presynaptic release probability through signaling mediated by PSD-95-neurologin. *Nat Neurosci* 2007;10:186-195.
 - 47) Casanova MF, Buxhoeveden DP, Brown C. Clinical and macroscopic correlates of minicolumnar pathology in autism. *J Child Neurol* 2002;17:692-695.
 - 48) Snyder A. Explaining and inducing savant skills: privileged access to lower level, less-processed information. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2009;364:1399-1405.
 - 49) Wallace GL, Happé F, Giedd JN. A case study of a multiply talented savant with an autism spectrum disorder: neuropsychological function-ing and brain morphometry. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2009;364:1425-1432.
 - 50) Miller BL, Cummings J, Mishkin F, Boone K, Prince F, Ponton M, et al. Emergence of artistic talent in frontotemporal dementia. *Neurology* 1998;51:978-982.
 - 51) Liu A, Werner K, Roy S, Trojanowski JQ, Morgan-Kane U, Miller BL, et al. A case study of an emerging visual artist with frontotemp-oral lobar degeneration and amyotrophic lateral sclerosis. *Neurocase* 2009;15:235-247.
 - 52) Miller BL, Boone K, Cummings JL, Read SL, Mishkin F. Functional correlates of musical and visual ability in frontotemporal dementia. *Br J Psychiatry* 2000;176:458-463.
 - 53) Espinel CH. de Kooning's late colours and forms: dementia, creativity, and the healing power of art. *Lancet* 1996;347:1096-1098.
 - 54) Finney GR, Heilman KM. Artwork before and after onset of progres-sive nonfluent aphasia. *Cogn Behav Neurol* 2007;20:7-10.
 - 55) Seeley WW, Matthews BR, Crawford RK, Gomo-Tempini ML, Foti D, Mackenzie IR, et al. Unravelling Boléro: progressive aphasia, transmo-dal creativity and the right posterior neocortex. *Brain* 2008;131(Pt 1):39-49.
 - 56) Amaducci L, Grassi E, Boller F. Maurice Ravel and right-hemisphere musical creativity: influence of disease on his last musical works? *Eur J Neurol* 2002;9:75-82.
 - 57) Billig O. Is schizophrenic expression art? A comparative study of creativeness and schizophrenic thinking. *J Nerv Ment Dis* 1971;153:149-164.
 - 58) Russell-Lacy S, Robinson V, Benson J, Cranage J. An experimental study of pictures produced by acute schizophrenic subjects. *Br J Psy-chiatry* 1979;134:195-200.
 - 59) Chen Y, Norton D, McBain R. Can persons with schizophrenia ap-preciate visual art? *Schizophr Res* 2008;105:245-251.
 - 60) Crow TJ. Is schizophrenia the price that Homo sapiens pays for language? *Schizophr Res* 1997;28:127-141.
 - 61) Mithen S. *The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Lan-guage, Mind and Body*. Cambridge: Harvard University Press;2005.
 - 62) Mottron L, Peretz I, Belleville S, Rouleau N. Absolute pitch in autism: a case study. *Neurocase* 1999;5:485-501.
 - 63) Foxe JJ, Doniger GM, Javitt DC. Early visual processing deficits in schizophrenia: impaired P1 generation revealed by high-density elec-trical mapping. *Neuroreport* 2001;12:3815-3820.
 - 64) Behrmann M, Thomas C, Humphreys K. Seeing it differently: visual processing in autism. *Trends Cogn Sci* 2006;10:258-264.
 - 65) Schlotterer G, Moscovitch M, Crapper-McLachlan D. Visual process-ing deficits as assessed by spatial frequency contrast sensitivity and backward masking in normal ageing and Alzheimer's disease. *Brain* 1984;107(Pt 1):309-325.
 - 66) Shen YJ. Short-term group play therapy with Chinese earthquake victims: effects on anxiety, depression, and adjustment. *Int J Play Ther* 2002;11:43-63.
 - 67) Stewart EG. Art therapy and neuroscience blend: working with pa-tients who have dementia. *Art Ther J Am Art Ther Ass* 2004;21:148-155.
 - 68) Lusebrink VJ, Alto P. Art therapy and the brain: an attempt to under-stand the underlying processes of art expression in therapy. *Art Ther J Am Art Ther Ass* 2004;21:125-135.
 - 69) Lee E, Kim M, Lee H, Lee S, Son JW. The "perceptual novelty" and the education effect; a neuroaesthetic study. Poster session presented at the Asia-Pacific Conference on Vision 2012 July; Incheon, Korea; 2012.
 - 70) 이지수. 감각을 통한 소통: 추상미술 접근을 통한 자폐환자의 소 통 증진 가능성 탐구. 심리학회보 2011년 6월.