

## 신경윤리학: 뇌과학의 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 문제

설 선 혜 이 춘 길\*

서울대학교 심리학과

신경과학과 이에 기반 한 신경공학 기술의 급격한 발전으로 이전에는 불가능하였던 이해와 응용들이 가능해졌다. 이와 더불어 새로운 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 쟁점들이 대두되고 있다. 이 쟁점들은 생명과학의 발전과 더불어 등장하였던 문제들과는 다른 차원의 문제들을 포함하고 있다. 인간성의 기반을 이루는 뇌를 다루고 있기 때문이다. 고등 인지 기능의 신경 기전에 대해 이해하게 되면서 종래 인간성에 대한 철학적 입장에 대해서 의문이 제기되기도 하고, 인간 행위에 대한 종래의 도덕적, 법적 책임의 소재에 의문이 제기되고 있기도 하다. 정신 과정에 개입하는 신경공학 기술 또한 많은 사회적 문제를 야기할 것으로 보인다. 이러한 뇌과학의 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 문제를 다루기 위하여 새롭게 형성된 학문 분야를 신경윤리학이라고 한다. 본 논문에서는 2000년 대 초반부터 지금까지 진행되어온 신경윤리학의 문제들을 크게 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 쟁점으로 구분하여 소개하고 있다. 윤리적 쟁점에서는 기술 적용의 문제를 중심으로 논란이 될 만한 신경공학 기술들을 소개하고 예상되는 문제들을 다루었다. 철학적 쟁점에서는 인간 본성에 대한 기존의 철학적 입장에 대하여 신경과학의 연구 결과들이 제기하는 새로운 물음들을 소개하고, 여기서 비롯되는 법적 책임의 문제를 중심으로 법적 쟁점을 다루었다. 사회적 쟁점에서는 신경공학 기술과 신경과학 연구 결과들이 사회 경제적 지위와 어떻게 상호작용하는지를 살펴보았다. 아울러, 신경윤리학과 관련한 최근 동향을 간략히 정리하였다. 마지막으로, 뇌과학의 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 문제에 대처하는 방안을 제안하였다.

주요어 : 신경윤리학, ELSI, 뇌과학, 신경과학, 신경공학, 생명윤리

\* 본 연구는 교육과학기술부의 뇌기능활용및뇌질환치료기술개발연구사업단의 지원으로 이루어졌다. 미디어 조사를 수행하고 그림 작업을 도와준 권나은과, 논문을 자세히 읽고 개선하도록 지적해 준 익명의 심사자들에게 감사한다.

† 교신저자: 이춘길, 서울대학교 사회과학대학 심리학과, (151-742) 서울시 관악구 신림동  
Tel: 02-880-6440, E-mail: cklee@snu.ac.kr

최근 영장류를 대상으로 하는 신경생리학 연구와 인간의 뇌 활동을 관찰하도록 해주는 뇌 영상 기술의 발전으로, 한 때는 철학이나 인문학의 영역으로 여겨졌던, 정서, 언어, 판단과 의사결정, 사회적 상호작용, 자아, 도덕성과 같은 인간의 고등 인지 기능이 신경과학의 연구 대상이 되고 있다. 신경과학의 발전은 정신 현상을 세포와 세포 간의 물리-화학적 정보 전달 과정으로 설명하려는 시도를 뛰어넘어, 사람의 뇌 활동 패턴을 읽어내어 생각의 내용을 알아내거나, 약물이나 외과적 수술, 기계를 이용한 외부 자극 등을 통하여 정신 과정에 직접 개입하거나, 뇌와 기계를 연결하는 공학기술도 가능하게 하였다.

지난 반세기 동안 생명 복제와 유전자 연구의 발전이 새로운 생명윤리적 문제들을 가져왔듯이, 신경과학의 발전은 전례 없는 윤리적, 법적, 사회적 문제들을 야기할 것으로 보이며 그 파장은 매우 클 것으로 예상된다. 뇌는 인간의 정신과정을 관장하는 기관이라는 점에서, 뇌 기능에 대한 새로운 발견이나 뇌 기능에 직접 개입하는 기술의 개발이 우리의 정체성이나 존엄성, 존재의 문제와도 직결되는 변화를 가져올 수 있기 때문이다. 신경 약물을 이용한 정서 상태의 개선이나 인지 기능의 향상이 개인의 행복을 증진시킨다면, 이것은 성형수술과 같이 허용될 수 있는 것인가? 범죄 행위의 대부분이 뇌의 구조적 손상이나 뇌기능 이상에 의한 것임이 밝혀진다면, 법적, 도덕적 책임에 대한 우리 생각이 변해야 할까? 뇌영상 정보는 어느 수준까지 공개되고 보호되어야 하는가?

이러한 생각들을 체계적으로 정리하고 논의하기 위해서, 자선단체인 Dana 재단(Dana Foundation)이 후원하고 스탠포드대학과 캘리포

니아-샌프란시스코 대학이 개최한 심포지엄(Neuroethics: Mapping the Field, 2002)이 2002년에 열렸다. 이 심포지엄은 ‘뇌과학으로 인하여 파생되는 윤리적, 법적, 사회적 문제들을 다루는 학문 분야’를 일컫는 ‘신경윤리학(Neuroethics)’이라는 분야가 새롭게 형성되는 계기가 되기도 하였다. 주로 인간의 고등 인지 기능을 연구하던 학자들이 본격적으로 주요 학술지에 신경윤리학의 문제들을 다루는 논문을 게재하는 것을 시작으로(Farah, 2002; Illes, 2003; Roskies, 2002), 철학, 윤리학, 법학, 사회 정책과 관련된 분야의 전문가들의 참여가 이루어졌다. 미국 신경과학회(Society for Neuroscience)는 2003년부터 신경윤리학 관련 연례 강연을 열었고, 2005년에 ‘신경과학과 사회의 대화(Dialogues between Neuroscience and Society)’ 시리즈를 시작하였다. 2004년 10월 사이언스지(Kennedy, 2004)에 이어 2006년 6월 네이처지에서도 신경윤리학의 필요성을 강조하는 논설(“Neuroethics needed,” 2006)을 실은 바 있으며, 같은 해 미국에서는 신경윤리학회(Neuroethics Society)가 조직되었다. 미국 생명윤리학회지(American Journal of Bioethics)에서는 2006년부터 본격적으로 여러 권 호에 걸쳐 신경윤리학 관련 주제들을 심도 있게 다루기 시작하였고, 2007년부터는 별도의 신경과학 관련 섹션을 두고 있다. 유럽 지역과 일본에서도 신경윤리학의 논의들이 진행되고 있다.

국내에서는 1998년 뇌 연구 촉진법이 제정된 이후 신경과학 연구에 대한 지원이 증대되고 있으며, 2006년 기준 세계 14위 수준의 논문 발표 건수를 기록하였고, 2007년 정부가 발표한 ‘제 2차 뇌 연구 촉진 기본 계획’에서는 세계 7위 수준에 도달하는 것을 목표로 하고 있을 만큼 신경과학 연구가 빠르게 발전하고 있

다. 아직은 신경윤리학의 문제와 직결되는 고등인지기능에 관한 뇌영상 연구나 개입 기술의 활용 정도가 선진국 수준에 미치지 못하지만, 세포분자-시스템 수준의 신경과학 연구는 세계적인 성과를 거두고 있다. 1991년부터 2001년 10년간 미국 신경과학의 변화 양상(Illes, Kirschen, & Gabrieli, 2003)을 살펴보면 한국 신경과학의 발전 양상을 예상해볼 수 있는데, 미국에서 10년간의 뇌 연구 기간 동안 발표된 연구 논문들 중에서 뇌영상 연구 논문 편수가 90년 대 후반 이후 급증하였고, 이와 동시에 세포분자-시스템 수준의 연구들이 주를 이루던 90년 대 초기에는 거의 전무했던 고등 인지 기능에 관한 연구가 2000년대 들어서 60%를 넘어섰다. 미국 내에서 신경윤리학 논쟁이 촉발된 시점은 뇌영상 연구의 급증과 더불어 고등인지기능에 관한 연구가 활발해지기 시작한 2000년 대 초반이다. 한국 신경과학의 발전과 기술 도입의 속도를 감안할 때, 국내에서도 윤리적, 법적, 사회적 파장을 고려하고 미리 대처할 수 있는 기반을 마련하는 노력이 필요한 시점이다. 그리고 우리는 이러한 논의의 필요성에 대하여 이미 교훈을 얻은 바 있다. 2006년 5월, 인간배아 복제 연구의 성과를 조작한 것이 알려져 우리사회를 떠들썩하게 하였던 ‘황우석 사건’은 과학자들의 연구 윤리 불감증과 성과 지향적 연구 풍토에 대한 비판과 반성을 불러 일으켰고, 연구자의 정직성뿐만 아니라 연구 성과가 가지고 올 사회적 파장에 대한 책임이 요구된다는 중요한 사실을 환기시켰다.

### 신경윤리학이란 무엇인가

신경윤리학(Neuroethics)은 신경과학(Neuroscience)

과 윤리학(Ethics)의 합성어이다. Illes(2003)에 따르면, 신경과학자들의 윤리적 역할에 관한 논의는 1989년과 1991년(Churchland, 1991; Cranford, 1989)으로 거슬러 올라가고, 1993년에 심리학자 Pontius (Pontius, 1993)가 도덕 교육과 관련하여 신경윤리학이라는 용어를 사용한 기록도 있다. 그러나 신경윤리학이 학계에서 현재의 의미로 본격적으로 통용되기 시작한지는 이제 5년 남짓 되었다. 신경윤리학은 신경과학의 윤리적, 법적, 사회적 함의를 강조하는 학문 분야라는 정도로 이해되고 있으나 보편적으로 받아들여지는 명확한 정의는 아직 없다. 어떤 학자들은 신경과학(neuroscience)과 신경공학 기술(neurotechnology)의 윤리적 문제를 다루는 생명윤리학 (Bioethics)의 하위 분야로 간주하기도 하고, 생명윤리 일반과 구분되는 새로운 영역으로 분류하려는 움직임도 있다. Rees와 Rose는 신경윤리학을 신경과학과 신경기술이 인간의 삶에 미치는 영향에 관하여 다루는 생명윤리학이라고 정의하고 있는 반면 (Rees & Rose, 2004), Gazzaniga의 경우, 의학적 적용 문제뿐만 아니라, 질병, 정상과 비정상의 구분, 삶과 죽음, 삶의 방식과 같은 우리가 살아가면서 부딪히는 사회적 문제들을 어떻게 다룰 것인지 검증하고, 뇌의 기전에 대한 정보를 충분히 공유하고 이해하며 살아가도록 하는 ‘뇌 기반 삶의 철학’으로 신경윤리학을 정의하며, 생명 윤리학과는 별개의 학문 분야로 간주하고 있다(Gazzaniga, 2005).

신경과학과 윤리학의 결합은 크게 두 가지 방향에서 가능하다. 신경과학 연구 결과들로부터 비롯되는 문제를 다루는 ‘신경과학의 윤리학’과 윤리적 행동을 신경과학적 방법론을 통해 이해하는 ‘윤리학의 신경과학’이 그것이다. 윤리학의 신경과학은 윤리적 행동의 신경

과학적 기전을 이해하고자 하는 것으로 옳고 그름에 대한 논쟁보다는 과학적 접근의 영역이다. 과학적 방법을 통해 밝혀진 현상을 기술하며 신경과학의 윤리학에 새로운 문제를 던져 주는 역할을 한다. 윤리적 고려 대상이 되는 문제들은, 신경과학의 발전으로 새롭게 알려지는 우리 뇌에 관한 사실과 그것을 응용한 기술이 가져올 문제점에 관한 것으로 주로 신경과학의 윤리학에서 다루게 된다.

‘신경과학의 윤리학’은 신경과학에서 밝혀지는 사실들이 미칠 윤리적, 법적, 사회적 파급 효과를 예상하고 대비하는 것을 목표로 한다. Farah(2005)는 ‘신경과학의 윤리학’의 주요 쟁점들을 크게 ‘적용의 문제’(What-we-can-do problems)와 ‘이해의 문제’(What-we-know problems)로 구분 하였다. ‘적용의 문제’는 뇌영상을 이용한 마음 읽기(mind reading)기술의 발달, 신경 약물학이나 신경 외과적 개입, 뇌-기계 인터페이스(brain-machine interface)를 이용한 정신 기능 향상 기술의 발달에서 비롯되는 윤리적 문제들을 포함한다. ‘이해의 문제’에는 의사결정, 도덕성, 정서, 자아, 의식, 종교적-영적 체험과 같은 고등 인지 기능에 관한 신경과학 연구 결과로부터 제기되는 철학적 문제들과 여기서 비롯되는 법적 쟁점들이 포함된다. 이 밖에도 사회-경제적 계층 고착화와 관련된 기회 불균형과 분배의 문제를 신경과학의 관점에서 바라보는 사회적 쟁점도 신경 윤리학의 주요 문제이다.

본 논문에서는 신경윤리학의 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 쟁점들을 소개하고자 한다. 먼저 최근의 신경공학 기술들을 소개하고, 예상되는 윤리적 문제점들을 기술 적용의 문제를 중심으로 논의하게 될 것이다. 둘째로, 신경과학 연구 결과들이 인간 본성에 대한 기존

의 철학적 해석에 던지는 새로운 물음들을 소개하고, 셋째, 이로부터 파생되는 법적 책임의 문제들에 대하여 생각해볼 것이다. 넷째로 사회적 쟁점에서는 신경과학 지식의 전달과 기술 분배의 문제, 사회경제적 지위에 따른 기회 불균형의 문제들을 짚어보고자 한다. 마지막으로 신경윤리학의 연구 현황을 간략히 소개하고, 필요성과 대처 방안에 대하여 논할 것이다.

## 윤리적 쟁점: 신경공학 기술 적용의 문제

### 마음 읽기(Mind Reading)

뇌의 구조를 입체적으로 보여주는 흑백 사진 위에 무지개 색깔로 뇌의 활동 정도를 표시한 그림은 이제 인지신경과학자나 심리학자가 아닌 사람들에게도 제법 친숙한 것이 되었다. 사람의 뇌 구조뿐만 아니라 마음이 작용하는 동안의 뇌 활동을 관찰 가능하게 해 준 기능적 뇌영상 기술에는 PET(Positron emission tomography), fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging), EEG(Electroencephalography), MEG(Magnetoencephalography), NIRS(Near Infrared Spectroscopy) 등이 있는데, 빠르게 설계된 실험 과제를 사용하면 특정한 심리적 상태에서 뇌의 어떤 영역이 어떻게 활동하는지 추론할 수 있다. 최근에는 위와 같은 기술로 측정된 뇌의 활동 패턴을 읽어서 사람들이 무슨 생각을 하고, 무슨 감정을 느끼고 있는지를 읽어내려는 ‘마음읽기(mind reading)’에 대한 연구들도 진행되고 있다(그림 1). 이러한 신경측정 방법들은 성격검사, 여론조사 등 행동과 자기보고에 기반을 둔 종래의 검사들을 부분적으로 대

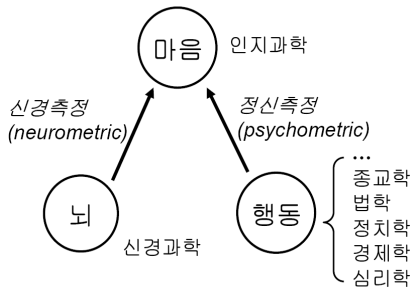


그림 1. 마음읽기(Mind-reading)

행동, 뇌, 마음 삼자는 상호 작용하면서, 대체로 심리학을 포함한 행동과학, 신경과학, 인지과학의 대상으로 확립되었다. 심리학에서 발달한 정신측정을 포함하여 행동을 통해서 마음을 추론하듯이 뇌 활동의 공간적 시간적 분포를 통해서 마음 현상과 이를 일으키는 과정을 추론할 수 있으며 이를 신경측정(neurometric)이라 부른다.

체할 가능성도 있다.

특히, 자기공명영상(fMRI)은 뇌의 산소 포화도를 반영하는 것으로 알려져 있는 BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) 신호를 측정함으로써 어느 시점에 어느 부위의 신경세포들이 활발하게 활동하는지를 간접적으로 보여주는데, 방사성 동위원소를 주입하여야 하는 PET와 비교할 때 아무런 추가적 조치가 필요 없어서 비침습적이며, 신경 신호의 정확한 위치를 알기 힘든 뇌파(EEG) 측정 방법에 비해서도 훨씬 많은 정보를 준다. 이러한 장점 덕분에 fMRI 기술의 발전은 인간의 고등 인지 기능에 관한 뇌 연구에 큰 도약을 가져왔다. 경제적 의사결정, 도덕적 판단, 정서, 동기, 사회적 상호작용과 같은 고등 인지 기능의 신경 기전을 밝히거나, 성격이나 지능과 같은 지속적인 특질을 뇌 활동패턴의 개인차와 관련지으려는 많은 연구들이 이루어졌으며, 유전학의 발전과 더불어 유전자 지도를 밝혀내려고

하였던 인간 게놈 프로젝트와 그 후속의 유전자 기능의 연구에서처럼, 뇌 어느 영역이 어떤 인지 기능과 관련 되어있는지를 보여주는 뇌의 기능적 지도를 그려나가고 있다.

초기 fMRI 연구는 단순히 뇌 기능 지도만을 그리는 데 그친다고 하여 현대판 골상학이라고 불리기도 했지만, 최근에는 분석 기법의 발전으로 특정 기능과 관련된 영역뿐만 아니라 그 영역 내에서의 시간에 따른 뇌 활동의 상세한 변화 양상을 알아낼 수 있게 되었으며, 여러 영역 간의 기능적 연결에 대한 정보도 알 수 있다. 또한 특정한 심리적 상태에서 관심 있는 뇌 영역의 평균값을 이용하던 기존의 분석 방법과는 달리 본래 fMRI에서 신호를 얻는 단위인 개별 복셀(voxel)의 신호를 정보의 단위로 사용하여 패턴인식 기법을 적용한 다중복셀(multi-voxel) 분석법은 뇌영상 자료로부터 역으로 개인의 심리적 상태를 추정할 수 있는 길을 열었다. 가령, Norman과 Polyn, Detre, Haxby 등은 얼굴, 장소, 사물을 회상하는 과제에서 피험자의 뇌 활동 패턴을 읽어 피험자가 셋 중 어떤 범주를 회상하고 있는지 정확하게 추정할 수 있음을 보였으며(Norman, Polyn, Detre, & Haxby, 2006), Haynes 등은 피험자들에게 과제를 선택하도록 한 뒤 전전두엽의 활성화 패턴을 측정하여 피험자들의 선택을 미리 예측할 수 있음을 보였다(Haynes, Sakai, Rees, Gilbert, Frith, & Passingham, 2007). 영상 자극과 각 복셀의 활성화 양상의 모델에 기초하여 fMRI 복셀들의 활성화 패턴으로 200장의 영상 가운데 참가자가 어떤 것을 보고 있는지를 우연 수준 이상으로 맞출 수 있음을 보인 연구는 다른 사람의 꿈이나 상상에 접근할 수 있는 가능성을 보여주었다(Kay, Naselaris, Prenger, & Gallant, 2008). 잘 통제된 실험 상황

에서 시선을 고정하고 측정되는 시각적 경험의 경우와는 달리, 기억이나 의도 등 다른 형태의 복잡한 생각에 대한 모델은 다른 차원의 해법을 필요로 할 것이며, 자연스러운 상황에서서의 적용은 아직 요원하지만, 이러한 연구 성과들은 부분적으로나마 기술적 적용의 단계에 이르렀다. 뿐만 아니라 최근에는 여러 뇌영상 기법들을 동시에 적용하여 보다 완전한 정보를 추출하려는 노력도 이루어지고 있다. 또 뇌영상 정보를 해석하는 시험도 생겨나고 있다<sup>1)</sup>.

마음 읽기 기술의 대표적인 예로는 뇌영상과 뇌파를 이용한 거짓말 탐지(lie detection)와 기억탐지(memory detection) 기술, 뇌영상 실험을 통해 소비자들의 마음을 알아내려는 신경마케팅(neuromarketing), 개개인의 뇌 활동 패턴을 이용하여 성격 특질이나 질병에 대한 취약성을 읽어내고자 하는 뇌유형분류 (brainotyping) 등이 있다.

### 거짓말 탐지와 기억탐지

신경측정 기술 적용의 대표적인 사례는 범죄 용의자 심문에 뇌영상 기술을 이용하는 것이다. 그 방법에는 거짓말 탐지와 기억 탐지가 있다<sup>2)</sup>. 거짓말 탐지는 말 그대로 용의자가

거짓말을 하는지 여부를 밝히는 기술을 말하며, 기억 탐지는 용의자에게 범죄와 관련된 정보를 제시하였을 때 친숙함 반응을 나타내는지 살펴봄으로써 범죄와의 관련성을 추정하는 방법이다.

거짓말을 할 때와 진실을 말할 때 활성화되는 뇌의 부위와 활동 패턴이 다르다는 일련의 연구 결과들(Abe, Suzuki, Mori, Itoh, & Fujii, 2007; Langleben et al., 2005; Mohamed et al., 2006; Spence et al., 2001)은 기능적 뇌영상을 이용한 거짓말 탐지의 가능성을 시사해왔다. 호흡과 맥박, 피부 전도율을 측정하는 전통적 거짓말 탐지기의 정확도가 60%에 불과한 것에 비하여(National Research Council, 2003), fMRI를 이용한 거짓말 탐지의 정확도는 80~90%에 이르는 것으로 알려져 있다. 이러한 사실에 근거하여 2006년 미국에서는 Cephos와 No Lie MRI라는 두 회사가 설립되어 fMRI를 이용한 거짓말 탐지 서비스를 상업적으로 제공하기 시작하였다. 거짓말을 할 때와 상대방을 속일 때 관여하는 뇌 영역과 뇌의 활동 패턴이 다르며, 거짓말이나 속임 여부를 적은 시행으로도 신뢰롭게 추정할 수 있다는 MEG 연구 결과도 있다(Seth, Iversen, & Edelman, 2006). 이렇게 fMRI와 MEG를 이용한 거짓말 탐지의 가능성이 제기되고 있기는 하지만 아직까지 법정에서 증거로 채택된 사례는 없다.

지금까지 신경윤리학 논쟁에서 가장 많은 관심을 끌고 있는 기술은 뇌파(EEG)를 이용한 기억탐지기술이다. 뇌파를 이용한 기억탐지기술은 1990년대 초반부터 GKT(Guilty Knowledge Test)라는 이름으로 연구되어왔는데(Allen, 2002; Allen & Iacono, 1997; Allen, Iacono, & Danielson,

가지 기술에 다른 용어를 사용하고자 한다.

1) <http://www.ebc.pitt.edu/2007/competition.html>

2) 그 동안은 뇌파와 fMRI를 이용한 용의자 심문 기술이 모두 '거짓말 탐지' 기술로 알려져 왔으나 Meegan(2008)은 뇌영상 기술을 이용하여 용의자의 범죄 관련성을 밝히는 기술을 거짓말 탐지(lie detection)와 기억 탐지(memory detection)로 구분하여야 한다고 하였다. 용의자가 거짓말을 하는지 아닌지를 밝히는 기술과 용의자가 범죄 관련 정보에 대하여 친숙함(familiarity) 반응을 보이느냐를 밝히는 기술은 본질적으로 다르다는 것이다. 본 논문에서는 Meegan의 견해를 따라 두

1992), 중요하거나 의미 있는 대상을 보았을 때, 대상이 제시된 시점으로부터 300~1,000 ms 이후 나타나는 뇌전위인 P300을 이용하여 용의자가 범죄 현장에 있었는지를 밝혀내는 기법이다. 이 기법에서는 특이 자극 찾기 과제 (oddball task)를 이용하여 피험자가 드물게 제시되는 특이 자극과 자주 제시되는 자극을 변별하는 과제를 수행하는 동안 뇌파를 측정한다. 이 때 범행에 사용된 흉기나 피해자의 옷과 같은 범죄와 관련된 정보를 범죄와 관련 없는 다른 정보들과 섞어서 제시하게 된다. 목표 자극을 모르는 경우 목표 자극에 대한 반응이 특이 자극을 보았을 때와 유사하게 관찰되지만, 목표 자극을 알고 있는 경우 친숙한 자극을 보았을 때와 유사한 반응이 관찰된다. 기억이 지문처럼 남아있어서 범죄자만이 알 수 있는 정보를 제시하였을 때 용의자가 친숙함 반응을 보이는지를 알아내면 기억의 흔적을 찾아낼 수 있다는 것이다.

범죄 현장에서 지문이 남는 것과 유사하게 뇌파에 기억의 흔적이 남는다고 하여 미국에서는 뇌지문(brain fingerprinting)이라는 이름으로 상업적 서비스가 제공되고 있으며, 실제 재판에서 증거로 채택된 사례도 있다(Farah, 2005; Garland, 2004). 2003년 미국 Iowa 대법원에서는 살인 혐의로 24년 간 복역하고 있었던 Harrington에 대한 유죄 판결을 뒤집고 무죄 판결을 내렸는데, 이 때 결정적으로 채택된 증거가 뇌지문 자료였다. Harrington의 경우 범죄 현장의 어떤 정보에 대해서도 P300 반응을 보이지 않았고, 이 증거를 제시하자 Harrington에게 불리한 진술을 했던 증인이 진술을 번복하였다. 뇌지문이 직접적으로 판결에 영향을 미치는 증거는 아니었지만, 법적 효력을 가지는 증거로 채택됨으로써 증인의 증언에 영향

을 미쳤고 결과적으로 재심 판결 및 석방에 결정적인 역할을 한 것이다.

Harrington의 판결이 불러일으킨 논쟁은 최근까지 계속되고 있는데 그 쟁점은 뇌파를 이용한 기억탐지의 증거능력과 기억탐지의 신뢰성 문제로 요약할 수 있다. 과학적 검사 결과가 재판에서 법적 효력을 가지는 증거로 채택되기 위해서는 기술이 검증된 것이어야 하고, 전문가 집단에 의해 검토되고 논문으로 출판된 적이 있어야 하며, 오진율이 낮아야 하고, 전문가 집단에서 일반적으로 받아들여지는 기술이어야 하는데(Iacono, 2008; Meegan, 2008), 기억탐지 기술이 이 요건을 만족시키는가에 관해서는 찬반이 팽팽한 상황이다.

기억탐지의 신뢰성은 부정오류율(false negative rate)과 긍정오류율(false positive rate)의 두 가지 측면에서 검토할 수 있다. 부정 오류는 용의자가 실제 범죄를 저질렀음에도 범죄 관련 정보에 친숙함 반응을 보이지 않는 경우를 말하고, 긍정 오류는 용의자가 무죄임에도 범죄 관련 정보에 친숙함 반응을 보이는 경우를 말한다. 무죄 추정의 원칙을 고려할 때, 긍정 오류율이 높아서 무고한 사람을 범죄자로 지목하게 되는 경우가 부정 오류보다 더 위험하다. P300을 이용한 기억탐지를 찬성하는 Iacono 등은, 이 기술의 부정 오류율이 높은 편이나 긍정 오류율이 매우 낮다는 점을 찬성의 근거로 제시하지만, 이 기술이 법적 효력을 가지는 증거로 채택되는 경우 배심원들에게 마치 유전자나 지문과 같은 결정적 증거처럼 비취질 수 있으므로 높은 부정 오류율이 범죄자를 놓치게 만들 수 있으며, 실험 상황이 아닌 실제 용의자 취조 현장에서의 오류율이 충분히 검증되지 않았다는 지적도 있다(Allen, 2008; Meegan, 2008; Wolf, 2008).

국내에서는 아직까지 뇌파를 이용한 거짓말 탐지가 증거로 채택된 사례가 없으나 2004년부터 대검찰청에서 P300 반응을 이용하는 뇌파거짓말탐지기를 도입하여 수사에 활용하고 있다. 배심원 제도의 시행을 앞두고 있는 상황에서 법정에서 제출되는 증거가 그 효력을 인정받을 것인지 여부를 떠나 판결에 미치는 영향력은 더욱 커질 전망이다.

신경측정을 활용한 거짓말 탐지 기술의 타당성 및 안정성에 관한 논란은 여전히 해소되지 않은 채로 남아있다. 증거로서의 효력에 대한 충분한 과학적, 법적 검토가 선행되어야 한다.

### 신경마케팅(Neuromarketing)

마음 읽기 기술의 두 번째 사례로 신경마케팅을 들 수 있다. 마케팅의 중요성이 강조되어 왔지만 소비자로 하여금 구매 결정을 하게 하는 뇌 활성화 과정에 대해서는 최근에 알려지기 시작하고 있다. 예를 들어, 상품을 보여주었을 때 단순히 그 제품을 선호하는 경우와 구매로 이어지는 경우 뇌 활성화 패턴에 차이가 있다고 한다. Knutson 등(Knutson, Rick, Wimmer, Prelec, & Loewenstein, 2007)은 구매 관련 뇌 영역의 활성화 정도로 소비자가 그 상품을 구매할 것인지 아닌지를 자기 보고 방식과 유사하게 예측할 수 있음을 보였다. McClure 등(McClure et al., 2004)은 동일한 음료에 대한 사람들의 선호가 브랜드에 의해 어떻게 달라지는지를 fMRI 연구를 통해 밝혔다. 또한, 포도주 가격이 미각 경험과 제품 선호에 미치는 영향에 대한 Plassman 등(Plassmann, O'Doherty, Shiv, & Rangel, 2008)의 최근 연구는 소비자들 마케팅 전략에 얼마나 취약할 수 있는지를 보여주었다. 소비자 행동과 관련된 이러한 뇌영상

연구들은 '신경마케팅(neuromarketing)'이라는 새로운 연구 분야를 형성하며 마케팅 전문가들의 관심을 끌고 있다. 미국에는 이미 신경마케팅을 이용한 컨설팅 업체들이 설립되었으며 국내에서도 2007년 신경마케팅 관련 업체가 설립되었다.

제품에 대한 소비자의 선호도가 반드시 구매로 이어지는 것은 아니며, 광고가 미적으로 아름답다고 하여도 그것이 얼마나 효과적으로 구매 욕구를 자극하는가는 별개의 문제이다. 뇌영상 연구들은 사람에게 물어 알 수 없는 정보를 제공하여 보다 정확한 소비자 심리를 진단하고 예측할 수 있게 한다는 점에서 효율적인 마케팅 전략 수립에 활용될 수 있고, 합리적이지 않은 소비 행동에 대한 이해와 개선점을 제안해줄 수 있다는 점에서 긍정적이다. 그러나 의식하지 못하는 수준에서 비롯되는 비합리적 소비 심리를 자극하는 마케팅 전략에 악용되거나 원치 않는 소비자 개인 정보의 유출과 같은 문제를 일으킬 가능성도 배제할 수 없다.

### 뇌유형분류(Brainotyping)

기능적 뇌영상 연구를 이용한 또 다른 기술로 '뇌유형분류'가 있다. 뇌유형분류의 영문표현 brainotyping은 유전자 염기서열분석을 통해 성격 특질이나 질병과 관련된 정보를 찾아내는 유전자유형분류 기법을 일컫는 genotyping에 대응하는 의미로 붙여진 이름으로, 뇌 활동 패턴을 분석하여 개인의 성격, 지능, 정신질환에 대한 취약성과 같은 정보를 얻는 기술을 말한다.

Canli 등은 웃는 얼굴에 대하여 긍정적인 반응을 나타내는 뇌 활성화의 정도가 외향성과 관련되어 있음을 밝힘으로써, 외향적인 사람들



이 사회적 보상을 더 많이 추구한다는 기존의 연구 결과들을 지지하는 신경학적 증거를 제시하였다. 그 밖에도 외향성, 신경증, 비관주의와 같은 성격 특질이나 지능이 뇌의 기능적 활성 패턴과 관련되어 있음을 보여주는 일련의 연구들이 있다(Canli, Sivers, Whitfield, Gotlib, & Gabrieli, 2002; Canli et al., 2001; Fischer, Tillfors, Furma가, & Fredrikson, 2001). 기능적 뇌 영상 기법을 이용하여 정신 질환에 대한 취약성을 예언할 가능성을 시사하는 연구들도 있다. 정신 분열증과 뇌실의 확장이 관련 있으며, 특정 유전자와 관련된 뇌신경 손상이 치매와 높은 상관관계를 보인다는 사실이 알려져 있다. 자폐아들은 영아기 때 두뇌 크기의 발달이 정상 아동보다 훨씬 빠르다고 한다. 최근 발표된 뇌 발달에 관한 중단 연구 결과(Sowell, Thompson, Tessner, & Toga, 2001; Toga, Thompson, Sowell, 2006)는 특정 기간의 뇌 발달 양상으로부터 주의력 결핍 및 과잉행동 장애(ADHD), 정신 분열증과 같은 질환을 미리 예측할 수 있는 가능성을 보여준다(Sowell, Thompson, Tessner, & Toga, 2001; Toga, Thompson, & Sowell, 2006). 이 밖에도 정신 분열증이나 강박 장애, 우울증, 싸이코패스 등의 정신 질환에서 특정하게 나타나는 기능적 뇌 활동 패턴들이 고위험군에게서도 관찰되는 것으로 알려져 있으며, 잘 알려진 병리적 뇌 활동 패턴을 근거로 이들 질환의 발병 가능성을 예측하는 기술도 가능할 것이다.

뇌유형분류는 그 동안 심리학에서 사용되어 왔던 지능이나 성격 검사 도구에서 알 수 없었던 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 특히, 많은 정신 질환이 개입 시기가 이룰수록 치료 예후가 좋다는 점을 고려할 때 뇌의 구조나 기능적인 변화를 관찰함으로써 뇌신경

질환이나 정신 질환을 조기에 진단할 수 있는 기술이 개발된다면 매우 유용할 것이다. 그러나 유전자 정보를 이용한 질병의 예측이 개인 정보 보호와 관련된 논쟁을 불러일으켰듯이, 뇌유형분류 역시 유사한 윤리적 문제들을 안고 있다. 신경윤리학자들은 이 문제를 ‘뇌정보 보호문제(brain privacy)’라고 명명하고 있으며, 이에 관해서는 아래에서 추가적으로 논의하고자 한다.

#### ‘마음읽기’ 기술의 발전이 가져올 문제점

뇌영상을 이용한 마음읽기 기술에서 가장 중요한 문제는 뇌 정보의 보호 문제이다. 뇌 정보의 보호 문제를 생각할 때, 내밀하고 사적인 정신과정이 고스란히 읽히는 기계를 먼저 상상한다. 개인의 의지와 관계없이 생각의 내용이나 경험하고 있는 감정의 종류가 다른 사람에게 공개되는 것은 심각한 사생활 침해이다. 그러나 아직까지 이런 식의 독심술과 같은 마음 읽기 기술은 개발되지 않았으며, 실제로 개발될 가능성도 매우 낮다. 특정 신경 세포나 특정 시냅스가 하나의 정보에 대응되는 것이 아니기 때문이다. 각각의 신경세포들은 여러 가지 정보의 표상에 관여하고 있으며, 하나의 정보는 여러 신경세포들의 연합에 의하여 표상된다. 따라서 아주 정교한 측정 방법이 개발되어서 최소 정보 표상 단위를 짚 수 있다고 하더라도 그 내용이 무엇인지를 알아내기는 매우 힘들다. Meegan은 기억 탐지 기술과 같은 현실화되어 있는 마음읽기 기술들이 필요한 정보 이상의 그 무엇도 제공하지 않기 때문에 범죄 수사에서 사용되는 지문 대조나 유전자 검사, 혈액 검사와 같은 기법과 특별히 구분되는 새로운 윤리적 문제를 야기하지는 않는다고 주장하였다(Meegan, 2008). 마

음 읽기 기술 그 자체 보다는, 피검자가 검사에 동의하였는가, 자신이 받을 검사의 목적이 무엇이고 어떤 정보가 공개되는지 충분히 알고 있는가를 고려하는 ‘절차적 문제’가 더 중요하다라는 것이다.

이렇게 볼 때 마음 읽기 기술이 가져올 문제점은 크게 두 가지로 요약될 수 있다. 첫째는 자발적 동의를 근거로 하는 정보 수집 및 공개의 문제이고, 둘째는 마음 읽기 기술에 대한 정확한 이해에 관한 것이다.

첫 번째 문제에서 중요한 것은 개인의 정보가 동의 없이 수집되고 공개되지 않을 권리이다. 뇌영상 자료가 원하지 않는 수준까지 분석되고 공개되는 일은 그 누구도 원하지 않을 것이다. 예를 들어, 뇌영상 기술을 이용한 진단 도구가 개발되었는데, 우연히 다른 목적의 실험에 참가했다가 연구진이 부수적으로 분석한 결과를 통해 10년쯤 뒤에 치매가 발병 할 확률이 60%라는 사실을 알았다고 가정해 보자. 나의 의지와 관계없이 그 사실을 알게 되는 것이 바람직한가? 내가 다니는 회사나 정부 기관, 보험사 등에서 이 정보를 조회하여 채용, 진급, 보험료 책정 등에 반영하는 것은 정당할까?

개인의 뇌영상 자료가 의료 기록처럼 프로파일의 형태로 저장되고 활용된다면 최근 문제가 되고 있는 신상 정보의 유출과는 차원이 다른 개인 정보의 보호 문제가 대두될 것이다. 뇌영상 자료는 다양한 수준의 분석이 가능하므로 자료 제공의 목적과 관계없는 정보도 얼마든지 추출될 수 있고, 실제로 정보 제공자가 알지 못하는 다른 사람들에게 연구 목적인다는 명목으로 동의 없이 정보가 공유되기도 한다. 게다가 법적으로 보호 장치가 마련된다 고 하더라도, 얼마든지 사회적으로 암묵적 압

력이 존재할 수 있기 때문에 정보를 공개하지 않을 권리를 지켜내기는 것이 쉽지 않다. 뇌영상 자료 수집 단계에서부터 보관 및 관리 단계에서 체계적인 윤리적 법적 지침이 마련될 필요가 있다.

한 번의 자료 제공으로 원하지 않는 수준까지 정보의 추출이 가능하다는 점과 동의 없는 정보 유출의 파급 효과가 매우 크다는 점에서 뇌 정보 보호문제는 유전자 정보의 보호 문제와 많은 해법을 공유한다. 따라서 유전자 연구와 관련된 생명윤리학 전문가들과 뇌 정보 보호의 문제를 공유하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다.

두 번째 문제는 기능적 뇌영상 정보의 해석과 적용 범위에 관한 것이다. 이것은 신경과학 전문가가 아닌 사람들에게 뇌영상 연구 결과를 어떻게 전달할 것인가 하는 문제와도 연결된다. 예쁜 색깔로 표시된 불 켜진 뇌 사진은 비전문가의 눈으로 보기에는 너무나 명확한 물리적 실체이며, 마치 자신의 뇌도 그렇게 번쩍일 것처럼 느껴진다. 게다가 과학이라는 이름이 부여하는 권위까지 더해져 뇌영상 연구의 결과들은 매우 구체적이고 생생하게 다가온다. 이러한 특성 때문에 일반인들은 ‘뇌 사진은 거짓말을 하지 않는다’고 믿는다 (Racine, Bar-Ilan, & Illes, 2005).

실사 신경세포들이 거짓말을 하지 않는다고 하더라도, 문제는 뇌영상이 신경세포활동을 그대로 반영한 것이 아니라는 데 있다. 뇌영상 자료는 신호를 측정하는 과정에서부터 왜곡이 일어난다. 뇌파나 fMRI 등에서 측정하는 신호는 직접적인 세포활동이 아니라 아직도 그 기원이 명확히 밝혀지지 않은 신호이다. 이렇게 측정된 신호는 다시 수차례의 계산 과정을 거쳐 연구 목적에 적합한 임의의 값으로

변환된다. 대부분의 연구 결과는 복잡한 계산을 거쳐 얻어진 추상적인 값일 뿐만 아니라, 여러 사람의 뇌 활동을 평균하여 나타내는 것일 경우가 많다. 게다가 신경세포들은 매우 복잡하게 얽혀 있으며 상황에 따라서 그 반응 정도가 민감하게 달라진다. 더 중요한 점은 연구자들은 어떤 뇌 활동 패턴이 개인의 어떤 특성을 나타내는지가 아니라 그 반대 방향의 인과에 주로 관심을 가진다는 것이다. 특정 질환을 앓고 있는 사람들은 평균적으로 특정한 기능적 뇌영상 패턴을 보인다는 것이 대부분의 논문에서 발표되는 결과이다. 그러나 이것은 특정한 뇌영상 패턴을 근거로 하는 특정 질환의 예측 가능성을 보장해주지 못한다. 적어도 현재까지의 연구 결과들만을 근거로 우울증에 취약한 뇌 구조를 가졌다는 이유로 회사의 특정 업무 지원 자격에서 제외된다거나, 싸이코패스와 유사한 기능적 뇌영상 패턴을 보인다고 하여서 경찰의 특별 감시 목록에 오른다거나, 정신 분열에 취약한 특성을 보인다고 하여 보험 가입이나 취업에서 불이익을 받는 일은 일어날 수 없고, 일어나서도 안 된다.

뇌영상 연구 결과를 이용한 기술은 그 적용 대상이 일반인들인 경우가 대부분이고, 기술을 사용하는 주체도 법정, 정부기관, 기업체와 같은 비전문가들일 수 있다. 이들에게 뇌영상이 제공하는 정보의 속성과 한계, 비판적 해석의 필요성을 알릴 필요가 있다. Racine 등은 fMRI 연구 결과를 미디어가 보도하는 양태를 분석한 연구에서, 미디어가 연구 결과의 한계나 문제점은 제시하지 않은 채 낙관적인 어조로만 서술하는 경향이 있음을 밝혔다(Racine et al., 2005). 이는 국내 언론의 fMRI 연구 결과의 보도 양태 조사에서도 드러난다. 인터넷 포털 사이트 네이버와 언론재단의 기사 검색 서비

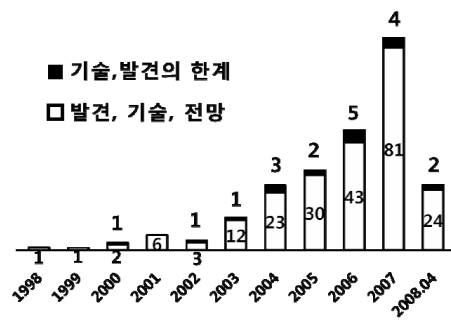


그림 2. fMRI 관련 국내 기사의 증가추세와 보도 태도

스를 통해서 검색되는 1998년에서 2008년 4월 사이의 fMRI 연구에 대한 기사 가운데 중복을 제외한 245건의 기사의 보도 태도를 조사한 결과, 2000년대 중반 이후 보도 건수에 있어 절대적인 양적 증가를 보였으나, 보도 태도는 주로 성과와 전망에 관한 것이었으며 한계를 언급한 보도는 소수(8%)에 불과하였다(그림 2).

Racine 등(2005)은 미디어의 영향을 ‘신경사실주의(neurorealism)’, ‘뇌-본질주의(brain essentialism)’, 뇌과학 정책이라는 세 측면으로 분류하였다. 신경사실주의란 신경과학 연구 결과는 현실의 객관적인 반영이라는 믿음을 일컫고, 뇌-본질주의는 신경과학의 연구 결과가 인간성에 대한 본질적 설명을 제공한다는 믿음을 일컫는다. 뇌과학 정책과 관련된 문제는 신경사실주의와 뇌-본질주의적 믿음을 전제로 신경과학의 연구 결과를 정책 결정에 필요한 논의의 근거로 이용하여 사회 문제들을 분석하려는 시도에서 비롯된다. Racine 등은 fMRI 연구 결과에 대한 왜곡된 이해가 주로 미디어에 의한 전달 과정에서 위의 세 가지 경로를 통하여 발생한다고 지적하고 이를 방지하기 위해서는 미디어에만 의존할 것이 아니라 다양한 채널을 통하여 대중과 소통하려

는 전문가 집단의 주체적인 노력이 필요하다고 하였다. 이러한 주장은 fMRI 연구뿐만 아니라 다양한 신경과학적 지식들을 비전문가 집단과 공유할 수 있도록 하는 데 있어서도 타당하다. 전문가 집단과 일반 대중을 고르게 포함하는 지식 생산, 전달, 수용 주체들이 양방향의 상호작용을 할 때 충분한 이해를 바탕으로 한 생산적인 논쟁이 가능할 것이다.

### 신경약물과 신경외과적 개입을 통한 기능 향상

최근 발표된 연구에 따르면, 쥐의 뇌에서 기억을 선택적으로 지우는 것이 가능하다고 한다(Shema, Sacktor, & Dudai, 2007; Lee et al, 2008). 또, 미국에서는 우울증 치료제로 이용되는 선택적 세로토닌 재흡수 억제제(SSRI: Selective Serotonin Reuptake Inhibitor)의 일종으로 대중적으로 잘 알려진 ‘프로작(Prozac: Fluoxetine hydrochloride)’을 정상인들이 기분을 향상시키려는 목적으로 복용하는 사례가 증가하고 있어 수 년 간 사회적 문제가 되고 있다. 뿐만 아니라 우울증 치료를 위하여 뇌심부자극술(Deep Brain Stimulation)이라는 외과적 개입을 하기도 한다. 이렇게 뇌 신경계의 작용에 직접 관여하여 사람들의 인지적-정서적 기능을 보다 나은 상태로 만들어주기 위한 노력은 더 이상 문학적, 영화적 상상에 그치지 않으며, 특히 일부 기술은 이미 사람들의 삶에 깊숙이 관여하고 있다. 뇌 기능 향상을 위한 신경과학 기술은 크게 인지 능력 향상과 정서 상태 개선이라는 두 가지 목적으로 이용된다.

### 신경약물을 이용한 인지와 정서 기능 향상 인지기능의 향상을 위해서는 주로 실행기

능이나 기억을 향상시키는 약물을 이용하는 데, 그 대표적인 예로 ADHD 치료제로 사용되는 메칠페니데이트와 암페타민, 기억력 향상 효과가 있는 것으로 알려져 있는 암파킨(ampakine)이 있다.

미국에서는 이미 수 년 전부터 고등학생과 대학생의 메칠페니데이트 남용이 심각한 사회 문제로 제기되어왔으며, 2006년에는 미국 식약청 (FDA)에서 메칠페니데이트가 돌연사나 심장장애 등의 위험을 증가시킬 수 있다는 경고문을 첨부할 것을 권고하는 안을 발표하는 등 대책 마련에 부심하고 있다. 메칠페니데이트는 ‘공부 잘하는 약’ 논쟁으로 국내에도 잘 알려져 있다. 교육열이 높은 서울 강남권 지역의 개인 정신과 병원에서 주의력 결핍 및 과잉 행동 장애 (ADHD) 치료제를 ADHD 환자가 아닌 아이들에게 학습 효과 향상을 목적으로 처방하는 사례가 보도되었다. 건강보험심사평가원의 발표를 인용한 2007년 11월 1일자 메디컬 한국의 기사에 따르면, ADHD 환자 수가 최근 4년 간 3.3배 증가한 데 반하여, 치료제에 대한 보험 청구는 21배나 증가하였다. 이러한 사실은 국내에서도 ADHD 치료제가 남용되고 있을 가능성을 시사한다.

뇌의 혈액 흐름을 원활하게 하여 치매 환자들의 기억 감퇴를 늦추어주는 효과가 있다고 알려진 은행잎 추출물(Ginkgo Boliba)을 이용하여 노화로 인한 정상적인 기억 감퇴를 줄여주기 위한 목적의 유사한 약물도 개발 중에 있다. 그리고 암파킨(ampakine)이라는 약물은 LTP를 강화시켜 기억을 향상시켜주는 것으로 알려져 있다. 그 밖에도 외상 후 스트레스 장애 (PTSD: Post-traumatic stress disorder) 환자들을 위한 선택적 기억 억제 약물을 개발하려는 노력은 정상인들도 원하지 않는 불쾌한 기억을

있을 수 있도록 해주는 약의 생산으로 이어질 것이다.

또한 프로작(Prozac)이라는 상품명으로 잘 알려져 있는 SSRI(Selective serotonin reuptake inhibitor)계 항우울제는 아직까지 큰 부작용이 없는 것으로 알려져 있어 광범위하게 사용되고 있으며, 미국에서는 우울증이 아닌 정상인들이 기분을 향상시키려는 목적으로 이 약물을 복용하는 사례가 보고되고 있다. 정상인들이 ‘향상’ 목적으로 사용할 경우의 부작용에 대해서는 거의 알려진 바가 없지만, 1984년, Libby Zion이라는 18세 소녀가 SSRI 계 항우울제 두 종류를 함께 복용했다가 사망하면서 부작용에 대한 관심이 증대되었고, 이와 유사한 사례들을 바탕으로 세로토닌의 양이 일정 수준 이상으로 증가하게 되면 세로토닌 신드롬이라는 부작용을 일으킬 수 있다는 연구도 발표된 바 있다(Boyer & Shannon, 2005). 이 밖에도 여러 사람 앞에서 발표할 때의 긴장을 완화하거나 연주회를 앞둔 연주자들이 긴장으로 인한 손 떨림을 방지하기 위하여 프로프라놀롤(propranolol)을 복용하고, 기면증을 치료하는데 효과적인 것으로 알려져 있는 모다피닐(modafinil)은 각성상태를 유지시키고 단기간에 집중력을 향상시키려는 목적으로 일반인들이 복용하기도 하는 등, 본래 치료 목적으로 개발된 약물들이 부작용에 대한 충분한 검증 없이 다른 목적으로 사용되는 사례가 증가하고 있다.

### 신경외과적 개입

뇌 기능 향상에는 약물을 이용하지 않는 방법도 있다. TMS(Transcranial Magnetic Stimulation)나 심부뇌자극술(DBS: Deep Brain Stimulus)을 이용하여 뇌 세포를 자극하거나, 신경외과 수

술을 통해 특정 뇌 영역을 선택적으로 절제하거나, 뇌와 기계장치를 연결하는 뇌-기계 인터페이스(BMI: Brain-Machine Interface) 기술을 사용하면 인지 기능이나 정서를 향상시킬 수 있을 것으로 전망하기도 한다.

TMS는 좁은 영역에 짧은 시간 강한 자기장을 일으키는 장치로 아무런 외과적 수술 조치 없이 두피에서 자기 자극을 가하는 것만으로 대뇌피질 정도의 깊이에 분포해있는 신경세포들의 활동에 영향을 미치는데, 주로 세포 활동을 일시적으로 억제하는 것으로 알려져 있다. 뇌의 특정 영역과 행동의 직접적 인과관계를 밝히는 연구들에서 사용되는 기술이지만, 최근에는 우울증 치료의 목적으로도 이용된다. 전전두엽에 적당한 강도의 TMS를 가하면 우울증이 개선되는 효과가 있는 것으로 알려져 있기 때문이다(Gershon, Dannon, & Grunhaus, 2003). 기분이나 창의력을 향상시키는 방식으로 TMS가 일반인들의 뇌 기능을 개선하는 데 이용될 수 있는 가능성도 검토되고 있다. 수술을 통해 뇌에 전극을 이식하고 미세 전류를 흘려주어 신경 세포들을 직접 자극하는 방법도 있다. 뇌심부자극술(DBS)이라고 불리는 이 방법은 파킨슨 병, 간질, 우울증, 강박장애와 같이 그 신경기전이 비교적 잘 알려져 있는 질환의 치료에 이용된다. 신경 신호의 이상이 의심되는 영역에 전극을 이식하여 자극함으로써, 운동이나 인지 장애, 우울한 기분을 개선할 수 있다. 신경 약물과 마찬가지로 정상인들에게 적용하면 치료가 아닌 향상의 목적으로 뇌심부자극술을 이용할 가능성도 생각해볼 수 있다.

기계 장치와 인간의 뇌를 연결하여 신호를 주고받도록 하는 방법을 뇌-기계 인터페이스(BMI: Brain-machine interface)라고 한다. BMI 기

술의 핵심은 뇌에서 얻어지는 신호를 기계가 이해할 수 있는 언어로 번역하거나, 외부에서 입력되는 신호를 뇌가 이해할 수 있는 신호로 번역할 수 있도록 신경계의 정보처리 원리를 이해하는 것이다. 주로 손상된 신경 기능을 보완해주기 위한 의학적 목적으로 개발되는 경우가 많고, 실제로 적용되고 있는 기술도 있다. 뇌에서 사용되는 전기 신호의 패턴을 이용한 BMI 기술 적용의 대표적인 사례로 인공 달팽이관을 들 수 있다. 이 장치는, 환자에게 전달되는 소리가 외부 장치를 통해서 전기 신호로 바뀌고 이 전기 신호가 달팽이관의 청각 신경세포들에 직접 전달되어 청각 신호가 뇌로 전달되게 하는데, 인공 달팽이관을 성공적으로 이식 받은 청각 장애인들은 정상에 근접하는 수준으로 청력을 회복하기도 한다. 시각 정보를 전기 신호로 바꾸어 망막이나 시각 피질에 신호를 보내주는 인공 시각 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 뿐만 아니라, 팔이나 다리를 움직일 수 없는 마비 환자들이 생각만으로 컴퓨터나 로봇 팔을 움직이도록 하는 기술도 상당한 수준에 이르렀다<sup>3)</sup>.

의학적 재활 목적 이외에도 최근에는 게임 산업에서 BMI가 관심을 끌고 있는데, 뇌파를 이용한 집중력 훈련 게임이 학습 클리닉 등에서 사용되고 있으며, 조이스틱 대신에 헤드셋을 통해 뇌파를 측정하여 게임 속 캐릭터를 조작하거나 사용자의 정서 상태를 추정하여 게임 캐릭터에 반영하는 기술도 상용화되었다.

BMI 기술은 약물이나 신경외과 수술만으로는 회복이 불가능한 장애인들에게 희망적이지

만, 일반인들에게 ‘향상’의 목적으로 사용될 경우를 생각해본다면 그 어떤 기술보다도 극적인 상황들을 예상할 수 있다. 인공지능 기술 등과 결합하여 생각으로 멀리 있는 기계를 원격으로 조종할 수 있게 되거나, 그 반대로 기계를 이용해 사람의 마음을 조작할 수 있게 되거나, 신체의 상당 부분의 장애나 부족한 부분을 BMI로 극복한 사이보그가 등장하게 된다면 우리는 새로운 철학적, 윤리적, 사회적 문제들에 직면하게 될 것이다. 특히 최근에는 이러한 기술의 군사적 활용에 관하여 논의와 우려가 진행되고 있다(Canli et al., 2007; Clark, 2003; Moreno, 2007).

### 뇌 기능 향상을 목적으로 하는 신경공학 기술의 문제점

신경윤리학자들은 신경 약물학이나 신경 외과적 개입의 순기능과 역기능을 논할 때, 질환의 ‘치료(treatment)’와 정상적 기능의 ‘향상(enhancement)’의 경계에 대한 의문을 먼저 제기한다. 대부분의 정신 질환에서 정상과 이상의 경계가 모호하듯이 치료적 개입과 향상을 목적으로 하는 개입의 경계도 분명하지 않다. 문제는, 치료 목적으로 사용될 때에는 유용한 기술이 향상을 목적으로 사용될 때에는 전혀 다른 결과를 가져올 수 있다는 것이다. 뇌 기능의 이상과 정상, 치료와 향상의 경계를 구분하는 문제는 신경윤리학의 가장 중요한 숙제 중 하나라고 할 수 있다. 그리고 주된 윤리적 논쟁은 치료보다는 향상의 문제에 집중되어있다. 철학자 Levy는, ‘질병’의 기준이 모호하며 결국 치료와 향상의 구분은 도덕적 기준에 따를 수밖에 없음을 주장하고 있다(Levy, 2007). 가령, 입시 경쟁을 하고 있는 철이와 순이가 있는데 순이는 내장 기능이 우수해서

3) 원숭이를 대상으로 이러한 실험을 하는 데모를 보기 위해서는, [http://www.dukemednews.org/filebank/2003/10/41/Robot\\_arm.swf](http://www.dukemednews.org/filebank/2003/10/41/Robot_arm.swf)

영양분을 더 잘 흡수해서 철이보다 발달이 빨랐고 그 결과 지능이 높다고 치자. 철이는 질병을 가지고 있는 것인가? 철이의 지능이 정상 범위 내에 있다고 하더라도 철이의 내장 기능이 지금보다 나왔다면 지능이 지금보다는 나왔을 것이다. 이럴 경우 의학적인 처치가 치료인가 향상인가? 난독증은 문자 사회에서만 장애로 간주되며(Buchanan, Brock, Daniels, & Wikler, 2000) 음치도 마찬가지일 것이다. 치료와 향상의 구분을 사회적 기준에 따른다면 질병의 기준은 의미를 잃게 된다.

정상인들이 신경 약물이나 신경외과 개입을 통하여 인지 기능이나 정서 상태를 개선하는 기술이 대중화된다면, 어떤 문제들을 고려해야 할까?

첫째, 판단 기준의 문제이다. 기억 향상의 사례를 생각해 보면 이 문제는 좀 더 명확해진다. 좋은 기억은 향상 시키고, 나쁜 기억은 소거하는 노력에서 좋고 나쁨의 기준은 무엇인가? 아무리 나쁜 기억이라도 개인의 생존에 필수적인 것일 수도 있고 개인의 성장에 도움이 되는 것일 수도 있다. 또한 개인에게는 지우고 싶은 기억이 사회 전체의 관점에서 볼 때는 꼭 필요한 것일 수도 있다. 예를 들어, 전쟁이나 홀로코스트, 독재를 체험한 사람들이나 범죄 피해자들은 누구나 그와 관련된 기억들을 잊고 싶어 하겠지만 사회적 입장에서 볼 때 이들의 기억이 더 나은 사회를 위한 밑거름이 된다. 이런 경우, 단기적 이익과 장기적 이익, 개인의 이익과 공공의 이익과 같은 서로 상충하는 가치들 중 무엇을 우선시 할 것인가에 대해 적절하고 명확한 기준이 필요하다.

둘째, 안전의 문제이다. 신경약물이나 신경외과적 개입, BMI 기술의 부작용은 성형수술

의 부작용과 차원이 다른 문제를 야기한다. 뇌 신경계의 개입은 정신 작용에 직접 영향을 미치기 때문이다. 따라서 그 어떤 개입보다도 보수적인 잣대로 위험성을 철저히 검증할 필요가 있다. 게다가 신경과학 기술들은 주로 치료 목적에서 개발되어 향상의 목적으로 그 용도를 확장해 나간다. 개발 단계에서는 주로 치료 목적으로 사용되었을 때의 부작용에 대한 검토가 이루어지며, 정상인에게 향상을 목적으로 사용되었을 때의 부작용에 대한 검토는 거의 이루어지지 않는다. 게다가 메칠페니데이트와 SSRI의 남용 사례에서도 살펴보았듯이, 이미 기술 개발이 완료되어 기술이 시장에 나온 시점에서 향상 목적의 적용이 이루어질 가능성이 높기 때문에 그 확산 속도가 훨씬 빠르다. 따라서 초기 개발 단계에서부터 치료 목적의 적용이 아닌 경우에 예상되는 문제들도 함께 파악하고 대비해야 한다.

셋째, 사회적 문제이다. 신경공학 기술에 대한 접근 기회의 불평등은 또 사회적 불평등을 확대 재생산하는 경로로 작용할 수 있다. 만약 부작용이 거의 없는 집중력 향상 약물이 개발된다면 입시나 취업 시장에서 날개 돋친 듯 팔릴 수도 있다. 치료 목적이 아닌 다양한 신경공학 기술은 의료보험 대상에서 제외될 것이므로 높은 가격에 거래될 가능성이 크고 낮은 사회-경제적 지위에 있는 사람들은 자신들의 희망과 관계없이 불리한 경쟁을 하게 될 수도 있다. 대학 입학시험이나 취업 시험에서 신경과학 기술의 도움을 받은 사람들과 그렇지 않은 사람들 간 수행에서 큰 차이가 나게 된다면, 경제적 불평등이 기회의 불평등을 거쳐서 자연스럽게 교육과 취업의 기회 불균형으로 이어질 것이다. 이렇게 신경과학 기술에 접근

할 수 있는 기회가 사회-경제적 지위에 따라 불균등하게 주어진다면 불평등을 심화시키는 새로운 경로가 될 소지가 있다.

자신의 의사와 관계없이 신경공학 기술의 사용을 강요받게 되는 상황도 생각할 수 있다. 조직의 요구에 의해서, 혹은 대다수의 사람들이 약물이나 보조 장치의 도움을 받는다면 동등한 입장에서 경쟁하기 위해서 신경공학 기술의 도움을 받고 싶지 않은 사람들도 어쩔 수 없이 이 기술을 사용하게 될 수도 있다. 어떤 회사가 직원들의 작업 효율을 높이고 삶의 질을 개선하는 프로젝트의 일환으로 집중력 향상 약물을 권장한다면, 쉽게 거부할 수 있을까? 학교나 부모가 학생들의 학업 성취를 위해 신경 약물을 사용하도록 할 수도 있다. 실제로 미국에서는 학교 측에서 학부모로 하여금 자녀들에게 ADHD 치료를 위한 약물을 복용시킬 것을 강제하여 물의를 일으킨 사례도 보고되고 있다(Farah, 2007). 군대와 같이 조직의 요구를 거부하기 힘든 경우에는 이러한 문제가 더욱 심각하게 될지도 모른다. 신경공학 기술이 대중화되기 시작하면 혼자만 뒤처지거나 다른 사람에게 피해를 줄 지 모른다는 불안감 또한 암묵적인 압력으로 작용할 수 있다. 모두가 이메일을 사용하는데 혼자만 우편을 이용하기 어려운 것과 마찬가지로, 다수가 신경공학 기술을 이용하기 시작하면 개인이 혼자서 이러한 도움을 받지 않는 선택을 하기란 쉽지 않다. 이런 문제들을 미연에 방지하기 위해서는 신경과학 기술에 대한 평등한 접근 기회와 선택의 자유, 불이익을 받지 않을 권리를 보장하는 제도적 장치를 마련하기 위한 노력이 필요하다.

넷째, 철학적 문제이다. 경기에 출전한 운동선수가 매일 열심히 근력 운동을 하면서 효과

를 증대시키기 위해 단백질 보충제를 먹는 것은 무방하지만, 경기력 향상을 위해 스테로이드를 복용하는 것은 비난 받을 행동이다. 신경과학 기술의 대중화는 이와 비슷한 종류의 성실성과 효율성이라는 두 가치의 대립을 초래할 것이다. 만약 평소에 매우 공부를 열심히 하지만 매번 시험 불안으로 시험을 망치는 학생이 불안 수준을 낮추어주는 약물을 복용한 뒤 시험에서 좋은 성적을 거두었다면 이것을 학생의 실력이라고 볼 수 있을까? 시험을 앞둔 학생들이 기억력을 향상시켜주는 약을 복용하는 문제는 어떻게 볼 수 있을까? 이 사례들은 운동선수가 단백질 체제를 복용하는 것과 같을까, 스테로이드를 복용하는 것과 같을까?

신경 약물, TMS, 뇌심부자극술, BMI와 같은 기술은 정체성에 대한 근본적인 물음도 제기한다. 기억을 온전히 가지고 있던 사람과 약물을 통해 특정 기억을 소거시킨 사람은 동일한 인격체라고 할 수 있을까? 밝고 따뜻한 성격을 가진 사람을 소개 받아 사랑에 빠졌는데 알고 보니 그 사람이 정서 상태를 개선해주는 약물의 도움을 받았던 것이고 약물을 복용하지 않았을 때에는 침울하고 차가운 사람이라면 두 인격을 연속선상에 놓고 똑같이 사랑할 수 있을까? BMI 기술로 탄생된 사이보그는 아무런 기계도 장착하지 않은 사람과 동일한 인간인가? 약물이나 기계의 작용으로 정신이 조절된다면, 정신 작용이 물리적 원리의 지배를 받는다는 것이 그토록 명백해진다면, 물질과 정신은 구별될 수 없는 것인가? 인간성은 어떻게 정의해야 하는가? 여기서 우리는 자유의지, 책임, 정체성에 대한 새로운 철학적 물음들에 부딪히게 된다.



**철학적 쟁점:**  
**인간 본성에 대한 새로운 물음**

영장류와 인간의 고등 인지 기능에 대한 신경과학적 연구 결과들은 인간 고유의 것이라고 믿어왔던 정신 현상들을 세포와 세포 사이의 전기 화학적 정보 전달 과정으로 설명한다. 신경과학 기술의 발전은 인간의 정신도 약물이나 기계를 이용하여 변형 가능하다는 것을 보여준다. 우리는 여기서 철학적 문제에 부딪히게 된다. 행동의 원인이 비물질적인 자아가 아니라 신경 전달 물질과 전기적 신호의 발생에 의한 것이라면 ‘자의에 의한 행동’이라는 것은 무엇인가? 인간에게 자유의지가 존재하는가? 정신 현상을 물리적 차원으로 환원하여 설명할 수 있다면 정신은 곧 물질에 지나지 않는가? 신경과학의 새로운 연구 결과들이 제시하는 인간성에 대한 과학적인 사실들을 어떻게 이해하고 받아들이어 전통적으로 철학이 정립해온 개념들과 통합할 수 있을지에 관한 질문들도 신경윤리학의 중요한 논점이다. 여기서는 자유의지와 환원론, 도덕성에 대한 논쟁들을 중심으로 신경윤리학의 철학적 쟁점을 소개하고자 한다.

**자유의지**

**Libet의 자유의지 실험**

자유의지는 행위자가 자신의 행동과 결정을 스스로 통제할 수 있음을 의미한다. 우리 인간에게 자유의지가 있을까? 이 답은 단순한 문제가 아니다. 자유의지가 있음을 믿는 것은, 행위의 모든 책임은 개인에게 있고, 신은 인간 행위에 영향을 미칠 수 없으며, 동일한 물리적 원인이 동일한 뇌와 마음의 반응을 일으

킬 수 없음을 믿는 것이다.

사람들은 자신의 뇌에 명령을 내릴 수 있는 자유의지가 있음을 의심하지 않는다. 어떤 행위를 하기 전에 그 행위를 하겠다는 ‘의지’를 먼저 가지게 되고, 그 이후 대뇌 신경세포들이 활동을 시작하여 행동 명령을 내릴 것이라는 의지-뇌-행위의 인과는 매우 자연스럽게 보인다. Libet은 이러한 의지-뇌-행위의 시간적인 인과를 입증하기 위한 실험들(Libet, 1999; Libet, Gleason, Wright, & Pearl, 1983)을 수행하였다. 실험 참가자들에게 화면에 제시되는 시계를 보면서 자신이 손가락을 움직여야겠다는 의지를 가지는 순간의 시간을 보고하도록 지시하였다. 이와 동시에 EEG로 뇌의 반응을 측정하고, EMG로 손가락 움직임이 시작되는 시점을 측정하였다. 그 결과 EMG를 통해서 손가락이 움직이는 시점보다 200ms 앞서서, 손가락을 움직여야겠다는 의지가 발생한다고 시계를 통해 추정하였는데, 이 시점보다 300ms 앞서서 EEG에서 운동 준비 반응(readiness potential)이 관찰되었다. 운동 의지를 의식하기 약 300 ms 이전에 이미 운동 명령을 내리는 무의식적인 뇌 활동이 관찰된다는 것이다. Libet은 그 밖에도 신경 세포의 활동이 행위 의지에 선행한다는 것을 밝히는 일련의 연구 결과들을 통하여 나의 영혼이 자유의지를 가지고 어떤 행위를 하겠다고 마음먹은 다음에야 뇌를 포함한 물질적인 신체기관을 움직여 행동하게 된다는 기존의 믿음이 잘못된 것이라고 주장하였다. 이후 Dennett은 의지에서 시계로 주의를 이동하는데 일정한 시간이 소요되어 의지가 경험된 시간과 시계 바늘을 지각한 시간 사이에 괴리가 있음을 보이기도 하였지만(Dennett & Marcel, 1992), 다소의 수치 차이를 제외하면 Libet의 주된 결론은 유지되었

다(Haggard, 2005).

그러면 자유의지는 존재하지 않는 것인가? Libet은 자신의 실험 결과를 해석함에 있어서 자유의지를 다르게 정의함으로써 자유의지를 완전히 부정하는 위험을 재치 있게 피해갔다. 손가락을 움직이는 신호가 500 ms 동안 집적되고 있지만 마지막 순간에 의지가 개입하여 움직임을 중단할 수 있기 때문에(Libet, 2003), 행위를 실행하고자 하는 무의식적인 과정을 의식적인 의지가 억압한다. 말하자면, 자유의지는 어떤 행위를 ‘하도록’ 만드는 지점에 있는 것이 아니라 어떤 일을 ‘안 하도록’ 하는 지점에 있다. 인간의 의지라는 것은 자유의지(free will)가 아니라, 자유반의지(free won't)라는 것이다.

### 결정론과 자유의지

신경과학은 ‘자유의지가 어디서 발생하는가?’와 같은 질문에 대한 답을 찾는 실증적 방법을 제공하기도 하지만, 자유의지의 존재에 대한 보다 형이상학적이고 철학적인 질문도 제기한다. 인간의 사고, 결정, 행위를 포함한 모든 사건들이 일련의 과거에 의해서 인과적으로 결정된다는 입장을 일반적으로 결정론(determinism)이라 하는데, 자유의지는 생각이나 행위를 함에 있어서 이러한 인과의 사슬에서 벗어나는 자유를 전제로 한다. 어떤 원인도 없이 자발적으로 생겨나는 의지가 인간의 의식적 사고와 행동의 원인이 될 때, 우리는 자유의지를 지녔다고 할 수 있다. 따라서 어떤 행위가 물리적 인과로 설명된다면, 자유의지에 의한 행위라고 할 수 없게 된다. 신경과학은 인간의 행위를 신경세포들 간의 신호 전달이라는 물리적 원인을 가지는 기전으로 설명하는 결정론(determinism)적 입장을 취함으로써,

자유의지에 대한 통념을 위협하고 있다.

인간이 ‘자유의지를 지닌 도덕적 행위자’임을 전제로 하는 책임의 문제와도 관련이 있기 때문에 신경과학이 던지는 자유의지에 대한 의문은 우리 사회에 근본적인 변화를 가져올 것이라는 우려도 있다. 그러나 이러한 우려는 문화에 따라 다를 수 있다. 가령, 힌두교나 불교의 갈마(羯磨, 인과응보, 업보, karma)는 결정론적 생각을 표현한 것으로 이 개념을 개별 행위의 수준까지 확장할 수 있는 것이라면 자유의지의 유무에 대한 충격이 크지 않을 수도 있다.

Roskies는 다음 세 가지 이유를 들어 신경과학의 결정론이 자유의지와 책임에 관한 문제에 아무런 위협이 되지 않는다고 주장하였다(Roskies, 2006b). 첫째, ‘자유의지가 과연 존재하는가’는 신경과학과는 별도로 오래 전부터 있어왔던 물음이라는 것이다. 그는 ‘신의 의지’가 ‘신경 세포들의 작용’으로 대체되는 것 이외에는 이러한 질문이 전혀 새로울 것이 없으며, 본래 존재하던 자유의지에 대한 철학적 물음을 더 구체적이고 명확하게 드러내주고 일반인들이 좀 더 관심을 가지게 되는 계기가 되었을 뿐이라고 주장한다. 둘째로 그는 특정 수준에서의 결정론이 다른 수준에서의 결정론의 근거는 아니기 때문에 신경과학자들이 행동의 인과를 설명하는 것이 자유의지 자체를 위협할 수 없다고 하였다. 세상이 무작위성에 바탕을 둔다고 해도 그 세상을 구성하는 요소들은 얼마든지 결정론적으로 설명된다. 반대로 뉴런에서 분자 수준의 구성 요소들이 무작위로 작동한다고 해도 그 결과물인 시스템 수준의 정보 전달은 바로 이전의 사건으로 다음 사건을 예측할 수 있는 인과 법칙을 따를 수 있으며, 이것은 다시 행동 수준에서의 결정론

을 증명하는 근거로 사용될 수 없다. 결정론은 생물학적 메커니즘을 통해 행동을 설명하기 위하여 취하는 ‘입장’이지 ‘사실’이 아니라는 것이다.

마지막으로, 그는 Nichols와 Knobe의 실증적 연구(Nichols, 2006)를 예로 들어 철학적 논증에서뿐만 아니라 실제 도덕적 책임을 판단하는 상황에서 일반인들의 지각에서도 결정론과 자유의지, 도덕적 책임의 관련성이 희박하다고 하였다. Nichols와 Knobe는 결정론적 세계관과 비결정론적 세계관을 제시하였을 때 사람들의 책임에 대한 판단이 어떻게 달라지는지를 살펴봄으로써 자유의지와 책임, 결정론의 개념이 실제로 사람들 사이에서 어떻게 형성되어 있는지를 밝혔다. 이 연구에서는 사람들에게 결정론적 세계관과 비결정론적 세계관<sup>4)</sup>에 관한 글을 읽게 한 뒤 강한 정서를 유발하는 조건과 약한 정서를 유발하는 조건에서 범죄 행위에 대한 도덕적 책임을 전적으로 행위자에게 물을 수 있는가를 판단하도록 하였는데, 강한 정서 조건에서는 상습 강간범이 같은 범죄를 저지르는 상황을 제시하였고, 약한 정서 조건에서는 상습적으로 탈세를 해 온 사람이 다시 탈세를 하는 상황을 제시하였다. 만약 결정론이 자유의지와 책임의 문제와 밀접하게 관련되어 있다면, 사람들은 정서의 강도에 관계없이 결정론적 세계관에 관한 글을 읽었을 때 도덕적 책임을 부여할 수 없다고 대답할 것이다. 그러나 이 연구에서 비결정론적 세계관에 관한 글을 읽은 사람들은 두 조건에서 모두 책임을 물어야 한다고 응답한 반면, 결정론적 세계관에 관한 글을 읽은 사람들은 약

한 정서 조건에서는 도덕적 책임을 전가할 수 없다고 응답하였지만 강한 정서 조건에서는 전적으로 도덕적 책임을 물어야 한다고 응답했다.

Roskies는 결정론은 의사결정과 선택이 어떻게 이루어지는지에 대한 과학적 설명을 제공하여 ‘이해’에 영향을 미치는 것일 뿐이라고 하였다. 그는 도덕적 책임을 위협하는 것은 결정론이라기보다는 환원론이라고 하였다<sup>5)</sup>. 인간의 행동에 대한 환원론적 설명을 도덕적 책임으로 확장하면 개인의 책임을 면제해주는 근거가 되기 때문이라는 것이다. 약물 중독자들의 뇌는 일반인들의 뇌와 다르기 때문에 약물 중독은 뇌의 병리적 현상에 지나지 않으며, 그들에게 책임을 물을 수 없다는 입장이나, 범죄자가 법정에서 자신의 범죄 행위는 뉴런들의 전기-화학적 작용에 지나지 않으므로 자신은 책임이 없다고 주장하는 것을 환원론적 주장의 잘못된 확장의 예로 들 수 있다. 환원론과 도덕적 책임에 관한 문제도 신경윤리학의 중요한 논점 중 하나이며 특히 법적 책임의 문제에 있어서 중요하게 다루어지고 있다.

#### 환원론과 영혼

만약 어느 신경과학자가 ‘우리의 정신은 뉴런들의 집합체와 완전히 동일하다’라고 이야

4) 결정론적 세계관을 취할 경우 자유의지가 없다고 믿는다.

5) 위에서 설명한 바와 같이 결정론은 모든 현상은 물리적 법칙을 따르며 최초의 우주 상태에서부터 현재의 상태에 이르기까지 모든 과정을 인과적으로 설명할 수 있다는 입장을 일컫는다. 환원론은 결정론과 구분되는 개념으로, 상위의 개념이 하위의 개념들로 완전하게 설명될 수 있다는 입장이다. 환원론에서 부분의 합은 전체와 같다. 환원론에 따르면 상위의 개념이 뉴런이라는 하위 개념들의 합으로 설명 가능하다.

기한다면, 어떻게 받아들여질까? 우리의 모든 정신 작용을 신경 신호로 환원하여 설명할 수 있을까? 특수 소재가 개발되어서 뉴런의 구조와 뉴런들 간의 네트워크를 그대로 모방하는 것이 가능해진다면, 그러한 인공 뉴런들의 집합체가 곧 정신이라고 할 수 있을까?

정신 현상과 같은 고위의 복잡한 현상을 경험적 관찰이 가능한 보다 하위의 물리적 단위로 환원하여 설명할 수 있다는 입장을 철학에서 환원주의(reductionism)라고 한다. 환원주의 논쟁은 자유의지와 책임의 문제에서도 중요하지만, 자아와 영혼의 존재 여부와 같은 형이상학적 물음도 제기한다. 일반 대중들은 대부분 정신은 물질과 구별되는 것이라고 믿고 있기 때문에, 정신 현상을 뉴런과 뉴런 사이의 화학-물리적 상호작용으로 설명하는 신경과학의 환원론적 입장은 일반적 믿음과 배치된다. 특히 기도나 명상과 같은 영적인 경험을 다루는 연구나, 자아, 성격, 의식과 같은 정신 고유의 영역을 물리적 규칙으로 설명하려는 연구들은 일반인들에게 창조론을 믿는 사람들이 진화 이론을 접하는 것만큼이나 낯설고 위협적으로 받아들여질 수도 있다. 그러나 영혼이 물리적 규칙을 따르는 신체와 독립된 것임을 보여주는 가장 강력한 증거로 알려진 유체이탈의 경우도 뇌의 일정 부위를 전기 자극하면 비슷한 경험을 유발하는 것으로 밝혀지고 있으며(Blanke et al., 2005; Blanke, Ortigue, Landis, & Seeck, 2002; De Ridder, Van Laere, Dupont, Menovsky, & Van de Heyning, 2007), 결국 영혼 현상을 뇌 기능과 분리하여 생각할 수 없다(그림 3).

어떤 신경윤리학자들은 환원론적 입장을 취하는 것은 과학적 이해가 용이해진다는 실용적인 이유 때문이며, 방법론적 환원주의와 존

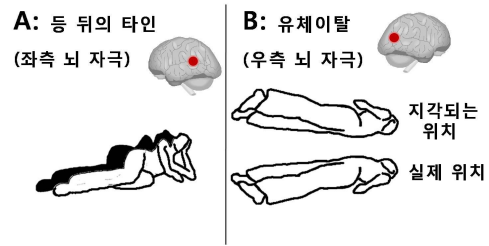


그림 3. 유체이탈(Out-of-body) 경험

A. 등 뒤의 타인. 좌측 각상회(angular gyrus) 자극은 타인이 그림자처럼 뒤에 있는 느낌을 일으킴. 배후의 타인은 실제로 이중으로 지각된 자신. B. 유체이탈(Out-of-body). 오른쪽 각상회 혹은 상측회(superior temporal gyrus)를 자극하면 유체이탈을 경험하게 되며 침대에 누워 있는 환자가 자신이 공중에 떠서 누워 있는 자신을 아래로 내려다보고 있는 착각을 일으킨다. 그림은 뉴욕타임즈 2006년 10월 3일자 기사의 그림을 다시 그림.

재론적 환원주의를 구별해야 한다고 주장한다. 방법론적 환원주의의 실용성이 존재론적 환원주의를 정당화하는 것은 아니라는 것이다(Farah, 2005).

### 도덕성

도덕적 추론 과제와 논리적 추론과제를 수행할 때의 뇌활동을 fMRI로 관찰한 최근의 연구 결과들에 따르면 도덕적 추론과 논리적 추론에서 같은 뇌 영역이 활성화되고, 도덕적 행동을 하려는 동기는 판단 과정과 구별되는 신경 기전을 가지고 있는 것으로 보인다. 이러한 발견들은 인간의 도덕성에 관한 오랜 논쟁거리였던 ‘도덕 실재론’과 ‘내재주의(internalism)’에 새로운 해답을 제시할 것으로 기대된다.

**도덕적 판단의 신경기전과 도덕 실재론**

도덕 실재론에서는 도덕적 판단과 논리적 판단이 근본적으로 다른 것이라고 본다. 논리적 판단과는 달리 도덕적 판단이 매우 즉각적이고 직관적으로 일어나서, 마치 존재하는 사물을 지각하는 것과 같이 실재하는 도덕을 인식하는 것으로 보기 때문이다. Greene 등은 도덕적 딜레마를 이용한 일련의 fMRI 연구들 (Greene, 2007; Greene, Nystrom, Engell, Darley, & Cohen, 2004; Greene, Sommerville, Nystrom, Darley, & Cohen, 2001)에서 도덕적 판단의 신경 메커니즘을 밝히고 그 결과를 토대로 도덕 실재론에 의문을 제기한다(Greene, 2003).

Greene 등은 직접적이고 개인적인 딜레마 상황(personal dilemma)과 간접적이고 비개인적인 딜레마 상황(impersonal dilemma)에서 사람들이 도덕적인 판단을 할 때 신경 기전의 차이를 살펴보았다. 이 때 사용되는 도덕적 딜레마는 대부분 한 사람을 희생시켜서 여러 사람을 살릴 수 있다면 어떻게 할 것인가를 묻는 형태로 제시된다. 수술실에 있는 한 사람을 죽여서 해체하면 다른 다섯 명의 환자를 살릴 수 있는 상황이나, 정원을 초과한 구멍보트에서 한 사람을 물에 빠뜨리고 나머지 사람을 구할 것인가를 물어보는 상황과 같이, 한 사람을 희생시킬 때 직접적인 행동을 통해 위해를 가해야 하는 상황을 직접적 딜레마(personal dilemma), 한 쪽을 희생해서 더 많은 사람을 살릴 수 있는 정책에 투표할 것인지를 판단하는 상황과 같이 직접적인 위해를 가하지 않는 상황을 간접적 딜레마(impersonal dilemma)라고 한다.

Greene 등이 사용한 딜레마의 예로 트롤리 딜레마(간접적 딜레마)와 육교 딜레마(직접적 딜레마)를 들 수 있다. 트롤리 딜레마에서는

두 갈래로 갈라진 철길 중 한 곳에는 한 사람이, 다른 곳에는 다섯 사람이 서 있고 트롤리가 다섯 사람이 있는 선로로 달려오고 있는 상황을 가정한다. 이 때 기관사가 선로 변경 버튼을 눌러 한 사람이 서 있는 방향으로 트롤리의 진로를 바꾸면 나머지 다섯 사람을 살릴 수 있다. 육교 딜레마에서는 철로가 일직선이고, 다섯 사람이 그 위에 서 있다. 그리고 철로 위를 지나는 육교에 덩치가 큰 한 사람이 서 있다. 기차가 다섯 사람을 향해 달려오고 있는데, 육교에 서 있는 사람을 아래로 밀어서 떨어뜨리면 기차를 멈출 수 있다. 트롤리 딜레마와 육교 딜레마는 한 사람을 희생시켜서 다른 다섯 사람을 구한다는 점에서 동일한 논리적 구조를 가지지만, 사람들은 트롤리 딜레마에서 한 사람을 희생시키겠다는 판단을 많이 하고 육교 딜레마에서는 그렇지 않다.

Greene 등은 직접적 딜레마와 간접적 딜레마에서 도덕적 판단이 달라지는 것은 정서에 판단에 개입하는 정도의 차이 때문이라는 것을 fMRI 연구를 통해 밝혔다.

직접적 딜레마에서는 감정과 관련된 영역이 활성화된 반면 인지적 판단과 관련된 영역의 활성 정도는 상대적으로 낮았지만, 간접적인 딜레마에서는 감정 영역의 활성이 약하게 나타났다. 행동적으로는 직접적 딜레마에서 감정과 일치하는 판단(육교 딜레마에서 사람을 밀어서 죽이지 않기로 결정)을 내릴 경우에는 반응시간이 간접적 딜레마에서와 비슷하게 매우 짧지만, 감정과 배치되는 판단(육교 딜레마에서 사람을 밀어서 죽이기로 결정)을 내리는 반응 시간은 간접적 딜레마에 비해 매우 길었다. 감정과 이성의 갈등이 상대적으로 덜한 간접적 딜레마에 비하여 직접적 딜레마 상황에서는 강한 감정 반응과 거기에 뒤따르는 인

지와 관련된 영역의 활동이 갈등을 일으키고, 그것이 해소되어 인지적 반응이 감정 반응을 억누르는 추가적인 과정이 필요한 것으로 보인다.

의사 결정 상황에서 감정 관련 영역과 인지 관련 영역의 활성화와 갈등, 두 영역 중 우세한 반응의 결과에 따르는 판단이라는 결과는 도덕적 판단 과정에만 국한된 것이 아니다. 경제적 의사결정과 같은 다른 형태의 판단 과정도 동일한 신경 기전을 공유한다. Greene는 도덕적 판단이 정서의 관여 정도에 따라 조절되는 일반적인 의사 결정의 일종이며, 도덕적 판단이 직관적인 것처럼 보이는 것은 실제로는 도덕을 인식해서가 아니라 단지 다른 판단보다 더 빠르게 일어나기 때문이라고 설명한다. 이것은 논리적 판단이 사회적 문제해결을 위한 인지 능력 진화의 부산물이라고 보는 진화심리학의 입장(Feddic, Cosmides, & Tooby, 2000)에 부합하는 결과이기도 하다. Greene는 이러한 연구 결과를 근거로 도덕적 판단의 직관성이 도덕 실재론을 지지하는 근거가 될 수 없다고 본다.

### 내재주의 논증

내재주의는 도덕적 신념이나 판단은 내재적으로 동기를 유발한다는 생각이다. 내재주의에 따르면 도덕적 판단은 내적으로 도덕적 행위를 일으키는 내적 요인(동기, 욕구, 정서)을 포함하고 있기 때문에 도덕적 판단은 곧 도덕적 행위로 이어진다. 도덕적 행동이란 도덕적 판단에 내재되어있는 일차적이고 직관적인 동기로부터 비롯되는 것이므로 도덕적 추론과 논리적 추론이 본질적으로 다르다는 것이다. Roskies는 신경과학의 연구 결과를 근거로 내재주의를 반박하는 논증을 전개하였다(Roskies,

2006a).

Roskies에 따르면 내재주의는 다음과 같이 정의될 수 있다. “행위자가 자신이 X를 해야 한다고 생각하거나 판단하면 그에게는 X를 하려는 동기가 유발될 것이다.” Roskies는 이 명제의 타당성을 검토하기 위해 대뇌 복내측 전두피질(ventromedial prefrontal cortex)에 손상을 입은 환자들(VM 환자들)에 대한 연구 결과를 이용하였다.

VM 환자들은 도덕적 판단은 대체로 정상인 것처럼 보이는데 도덕적으로 행동하는 데 어려움을 겪는다. VM 환자들은 피부 전도 반응(skin conduction response, SCR)의 생리적 조건은 정상임에도 불구하고 도덕 관련 상황에서 정상인과는 달리 SCR을 나타내지 않으며 자기 보고에서도 약한 정서 경험을 보고 하거나 정서 경험을 거의 보고하지 않는다. 정상인은 본질적으로 동일한 상황이라도 직접적 딜레마 상황에서는 강한 SCR을 나타내고 강한 정서 반응을 보고하지만 간접적 딜레마 상황에서는 정서반응이 비교적 덜한 반면, VM 환자들은 두 조건에서 모두 별다른 정서 반응을 보이지 않는다. 도덕적 판단 자체에서도 다른 경향을 보이는데, 정상인들은 직접적 딜레마 조건에서 한 사람을 희생시키겠다는 선택을 하지 못하지만 VM 환자들은 두 조건에서 모두 동일한 판단(한 사람을 희생해서 나머지를 살리겠다)을 한다. Roskies는 분석의 편의를 위해 다른 면에서는 VM 환자와 동일하지만 모든 상황에 대하여 정상인과 동일한 도덕적 판단을 보이는 ‘VM\* 환자’ 집단을 가정한다. 실제로는 이렇게 깔끔하게 정상인과 구분되는 환자가 없기 때문이다. 가상의 VM\* 환자들은 정상인과 동일한 도덕적 판단을 보이지만 도덕적으로 행동하는 데 문제를 보이고 도덕 관련 상황에

서 정상인들이 보이는 동기적, 정서적 반응이 적절하게 나타나지 않는다. 이것은 도덕적 판단과 행위가 구분되는 것이라는 증거가 되므로 도덕적 판단은 그 자체로 행위 동기를 유발한다는 내재주의의 반례가 될 수 있다.

Roskies는 VM 환자에 대한 분석을 토대로 Greene와 유사한 관점을 제안하였다. 도덕적 판단 그 자체가 내재적으로 동기를 유발하는 특수한 판단 과정이 아니라, 논리적 판단과 구별되지 않는 일반적인 판단의 한 종류라는 점에서 도덕적 내재주의를 비판했다.

도덕적 판단과 행위에 관한 신경과학적 연구들은 인간 본성에 대한 이해를 증진시킨다. 도덕성은 타고 나는 것인가. 비도덕적 행위를 어떻게 파악할 것인가. 이러한 질문들과 함께 도덕성의 문화 보편성에 대한 개념에 대해서도 신경과학적 연구가 영향을 미칠 것이며 장기적으로 신경윤리학적 문제들에 접근하는 방식에 중요한 시사점을 줄 것이다.

### 법적 쟁점: 법적 책임의 문제

신경과학에서 밝혀내는 사실들이 인간의 자유의지, 도덕성, 책임에 대한 기존의 개념과 믿음에 새로운 의문을 제기함으로써, 개인의 책임에 대한 기존 관념에 바탕을 둔 법과 제도도 영향을 받지 않을 수 없게 되었다. 인간의 정신현상에 대한 신경과학의 환원론적 설명은 ‘자유의지를 가진 도덕적 행위자’라는 인간상에 의문을 제기하는 동시에 이러한 인간상을 전제로 하는 법체계에도 영향을 미친다. 인간의 자유의지와 도덕성에 관한 신경윤리학적 문제는 책임에 대한 규정 및 법적 책임의 문제로 귀결된다.

### 법적 책임과 관련된 신경과학 연구들

1848년, Phineas Gage라는 사람은 공사장에서 일을 하던 도중에 두꺼운 철심이 뇌에 박히는 사고를 당했다. 천만다행으로 생명과 직결되는 부위를 다치지 않아서 살아남을 수 있었지만, 그는 사고 이후로 완전히 다른 사람이 되었다. 매우 도덕적이고 합리적이어서 다른 사람들의 존경을 받았던 사람이 사고 이후 충동적인 성격으로 바뀌었고, 도덕적 판단과 행동을 잘 하지 못하게 되었다. 그러나 그 밖의 인지적 능력에는 별다른 손상이 없었다. 20세기 후반에 와서 Phineas Gage의 두개골로부터 손상을 입은 뇌 영역을 재구성해본 결과, 전두엽의 상당 부분이 손상되었던 것으로 밝혀졌다 (H. Damasio, Grabowski, Frank, Galaburda, & Damasio, 1994). 만약 Phineas Gage가 21세기 사람이고, 사고를 당한 이후에 폭력 사고를 일으키고 법정에서 자살했다고 상상해보자. 그는 분명히 사회 규범과 법을 이해하고 있다. 그러나 신경과학 연구 결과들을 근거로 제시하면서 자신이 한 일이 아니라 ‘뇌가 그렇게 하도록 만든 것’이므로 자신은 범죄에 대한 책임이 없고 법적 처벌을 받을 이유도 없다고 주장한다면, 이 논리가 타당할까?

Damasio 등(A. R. Damasio, Tranel, & Damasio, 1990; H. Damasio et al., 1994)은 Phineas Gage의 두개골과 진료기록을 토대로 뇌 손상 영역을 복원한 연구와 뇌종양 수술로 양쪽 전전두엽과 복내측 전두피질의 상당 부분을 제거하는 수술을 받은 EVR이라는 환자의 사례를 근거로 도덕적, 사회적으로 적절한 행동을 하기 위해서는 사회적 맥락을 이해하는 능력과 도덕적 판단 상황에서 적절한 정서를 경험할 수 있는 능력이 필요하다고 보았다. 도덕적 판단

의 신경기전에 관한 연구와 타인에 대한 공감 능력의 신경기전에 관한 연구들도 이 생각을 뒷받침한다.

도덕적 판단에 관한 연구들에 따르면, 뇌 기능과 도덕적 판단 능력은 밀접한 관련을 가지고 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 복내측 전전두피질(ventromedial prefrontal cortex)이 손상된 환자들은, 정상인들과 동일한 도덕적 판단을 하지만, 도덕적 행동은 하지 못한다. 또한 범죄자들 중에서 많이 발견되는 사이코패스(psychopath) 환자들에게서는 전두엽의 구조 및 기능적 이상이 발견되는 것으로 알려져 있다(Damasio et al., 1990; Greene, 2003). 역지사지의 사고능력과 공감능력의 신경기전도 여러 연구를 통하여 밝혀졌는데, 전전두엽의 일부 영역과 변연계가 관여하는 것으로 보이며 관련 영역이 손상된 사람들은 도덕 규칙의 이해에 필요한 ‘마음의 이론(Theory of mind)’이나 범죄 행동을 억제하는 데 필요한 공감 능력이 결여되어 있는 것으로 보인다. 그 밖에도 연령에 따른 뇌의 구조적 변화에 관한 최근의 연구에 따르면 기억과 관련이 있는 것으로 알려진 측두피질은 생애 초기의 밀도가 전 생애에 걸쳐 완만한 감소를 보이는 반면, 전두피질의 회질은 청소년기에 급격히 가지치기(pruning)가 일어나고 20대에 들어서서야 성인과 유사한 정도에 이르러 노년기까지 유지되는 양상을 보인다(Toga et al., 2006)(그림 4). 주로 판단과 의사결정 기능과 관련 있는 것으로 알려져 있는 전전두엽이 20대 이전의 청소년과 성인에서 다르다는 사실은 청소년에게 성인과 동일한 판단 기준을 기대하는 것이 어렵다는 점을 시사한다.

만약 범죄를 저지르고 기소된 사람이 도덕적 판단이나 공감 능력과 관련된 뇌 영역에 손상

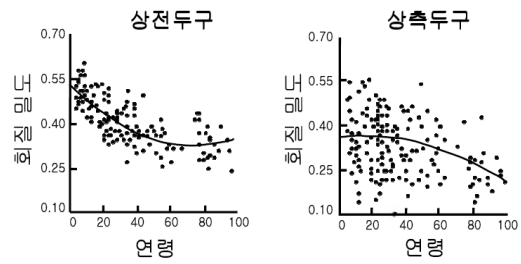


그림 4. 연령에 따른 대뇌 회질 밀도(gray matter density) 변화

판단과 의사결정 기능을 담당하는 것으로 알려져 있는 상전두구(superior frontal sulcus)의 경우 출생 후 청소년기에 이르기까지 급격히 감소하여 성인기에 들어서야 안정화되며, 20대 이전의 뇌가 성인의 뇌와 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 반면 주로 기억과 관련되어 있는 것으로 알려져 있는 상측두구(superior temporal sulcus)는 생애 초기의 밀도가 전 생애에 걸쳐 거의 일정하고 노년기에 완만한 감소를 보인다(Toga et al., 2006). Toga 등의 그림을 다시 그림.

을 입은 사람이거나 뇌가 충분히 발달하지 않은 청소년이라면, 정상인이나 성인과 같은 기준으로 판단을 내릴 수 없을 것이다. 이러한 사람들에게 동일한 법적 책임의 기준을 적용하는 데에는 무리가 있다는 것에는 의심의 여지가 없지만, 문제는 정상과 이상의 경계나 완전한 발달에 이르는 시점이 명확하지 않다는 데 있다. 또한, 도덕적 행동을 신경 세포들의 활동으로 설명 가능하다는 사실이 그 동안의 법적 책임에 관한 정의와 적용 범위를 바꿀 수 있는가에 관해서도 논란의 여지가 있다.

#### 법 장면에서 신경과학 연구의 적용

법학 전문가들은 신경과학의 연구 결과를 과실과 법적 책임의 규정에 반영하려는 시도



를 하기도 한다. 미국 대법원은 2005년, 청소년 범죄에 대한 법정 최고형(사형) 구형을 금지시켰다(Roper v. Simmons, 543 U.S. 551, 2005). 판결문에 구체적인 연구가 언급되지는 않았지만, 이 결정은 18세 이하 청소년들의 뇌 발달 상태가 성인과 같지 않다는 신경과학 연구 결과들을 중요하게 반영하고 있는 것으로 알려져 있다. 도덕적 판단과 행동에 밀접하게 관련되어있는 전전두엽의 발달이 성인에 이르지 못했기 때문에(Cauffman & Steinberg, 2000; Sowell et al., 2001; Toga et al., 2006) 같은 정도의 과실을 물을 수 없다는 것이다.

또 다른 예로는 Denno의 연구를 들 수 있다(Denno, 2003). 일반적으로 형법에서는 과실을 규정할 때 의식이 있는 상태에서 발생한 행위인지 혹은 무의식적인 상태인지를 기준으로 행위를 자의적(voluntary) 또는 비자의적 행위(involutionary action)로 구분한다. 한국 형법에서도 비슷한 경우를 생각할 수 있다. 형법 10조 1항에 따르면, 형사 미성년자와 더불어 ‘심신장애로 인하여 사물을 변별할 능력이 없거나 의사를 결정할 능력이 없는 자’, 즉 ‘심신상실자’를 책임무능력자로 보아 그 책임을 묻지 않는다. ‘심신상실자’의 조건을 만족시키기 위해서는 1) 생물학적으로 장애가 있어야 하고, 2) 심리적으로 사물을 변별하거나 의사를 결정할 수 있는 능력이 결여되어있어야 한다. 뇌 손상을 입은 사람은 1)의 조건은 만족한다고 볼 수 있지만 2)의 영역에서는 논란이 있을 수 있다. 1)은 의식적-무의식적 상태의 구분 문제와, 2)는 자의성의 유무와 관련이 있다. 예를 들어, 몽유병 환자가 잠을 자는 동안 저지른 범죄는 무의식적이고, 자의성도 없기 때문에 무죄로 판결한다.

Denno는 신경과학 연구들을 근거로 행위의

지의 유무가 법에서 정의하는 것처럼 명확하게 구분되지 않음을 받아들이고, 자유의지에 기대지 않는 책임의 규정이 필요하다고 주장하였다. 그는 자위적, 비자의적 행위에 더하여 반자의적(semi-voluntary) 행위의 범주를 추가할 것을 제안한다. 앞에서 예로 든 Gage와 같은 경우, 의식이 있는 상태에서 행한 범죄행위이지만 의지가 결여되어있다고 할 수 있다. 미국의 판례 중에서는 그 반대의 경우도 있는데, Weinstein이라는 60대 남자는 아내를 살해한 혐의로 기소된 뒤, 자신이 너무 화가 나서 의식을 잃어버린 채 저지른 일이므로 무죄라고 주장하였다(People v. Weinstein, 1992). 이 경우 Weinstein은 무의식적 상태에서 살인을 저질렀다고 주장할 수는 있어도 의지가 결여되었다는 것을 증명하기는 힘들다. Denno는 이런 종류의 사건들은 기존의 형법에서 규정하는 범주만을 근거로 판결을 내리기 힘들다는 점을 지적하며, 반자의적 행위라는 범주로 분류하여 법적 책임을 지워야 한다고 주장한다. 적어도 법적 책임에 관한 논쟁에서는 예방과 교화, 시민 보호라는 실용적 목적을 고려할 필요가 있다는 것이다.

뇌과학 연구 결과를 법에 반영하는 문제뿐만 아니라, 재판 현장에서 신경과학적 자료를 증거로 채택할 수 있는가 하는 것도 중요한 문제이다. 앞에서 논의한 바 있는 거짓말 탐지나 기억 탐지뿐만 아니라 뇌영상 자료의 증거 효력에 관해서도 생각해볼 필요가 있다. 뇌의 기능적 이해가 진전되면서 다양한 행위에 ‘상관’된 뇌 부위가 규명될 것이다. 행위의 책임은 자유의지를 가정하고 있으며 자유의지는 행위의 통제 가능성에 기반하고 있다(Glannon, 2006). 그러므로 배심원 제도가 시작된 우리나라에서 앞으로 행위의 통제 불가능

성을 보여 주는 자료는 법정에서 중요한 의미를 가질 수 있다. 어떤 사람이 살인으로 형사 소추를 받고 있는데 자신이 도저히 통제할 수 없는 폭력 충동으로 저지른 일이었다고 주장한다고 가정해 보자. PET 스캔으로 얻어진 뇌영상 자료는 전두엽의 활동이 낮고 편도체(amygdala) 활동이 높아서 통제 불가능한 충동에 대한 피고인 측의 주장을 지지한다고 가정해보자. 형사피고인과 변호사가 자신의 행동을 스스로 통제할 수 없는 상황에서, 즉 자유의지가 없는 상황에서 저지른 행위에 책임을 지을 수가 없고 따라서 뇌영상 자료에 입각해서 이 행위의 책임을 물을 수 없다고 주장할 때, 증거로서의 채택 여부와는 별도로 뇌영상 자료의 해석은 배심원 평결에 중요한 의미를 지닐 수 있게 될지 모른다. 여기서 우리는 일반적인 상관관계 해석의 문제를 고려하지 않을 수 없다. 상관관계는 아무런 인과도 증명하지 못한다. A, B, C의 행위가 발생할 때, S라는 뇌 부위가 활성화하는 것으로 상관의 관계가 밝혀지고 있다고 하여서, S에 해당하는 뇌영상 자료가 A의 행위의 원인이 된다고 볼 수 없다.

대학을 졸업하고 회사 중역 일을 하고 있는 32세의 환자가 경미한 편집증으로 CT 스캔을 받았는데, 대뇌피질의 4분의 3 이상이 없는 것으로 밝혀졌다. 출생 때부터 뇌수종(hydrocephalus)으로 두개가 액체로 채워져 뇌가 발달하지 못했지만 신경계가 액체의 압력에 적응하여 정상적인 정신 기능을 발달시켰던 것이다 (Feinberg, 2001; Glannon, 2006에서 재인용). 이 환자의 사례는 뇌영상 자료의 인과적 해석의 위험성을 단적으로 보여준다. Glannon은 이러한 ‘상관’의 문제 때문에 특정 부위의 이상을 보이는 뇌영상 자료 자체로 스스로 행

위를 통제할 수 없다는 증거로 채택될 수 없다고 하였다.

#### 신경과학적 지식의 법적 적용의 문제점

신경과학 연구 결과를 철학적 논쟁의 근거로 수용하는 것은 보다 생산적이고 발전적인 논의를 가능하게 할 것으로 기대된다. 철학적 사유의 대상으로만 여겨졌던 영역에 경험적 증거를 제시하여 공통의 전제로부터 논의를 출발할 수 있는 가능성을 열었기 때문이다. 또한 신경과학 연구 결과들은 새로운 관점을 제공함으로써 다면적이고 다층적으로 문제에 접근할 수 있는 길을 열었다. 그러나 신경과학이 자유의지와 도덕성, 법적 책임과 같은 사회를 유지하는 근간이 되어온 인간 본성에 대한 완전한 해답을 제공할 것이라고 기대할 수는 없고, 법과 제도에 고스란히 반영되어야 한다고 생각할 수도 없다. 왜냐하면 과학적 이해와 도덕적 당위의 문제는 구별되는 것이며, 법과 제도는 도덕적 당위에 바탕을 둔 것이기 때문이다.

약물 중독자들의 책임과 처벌에 대한 논쟁은 이러한 이해와 당위의 문제가 혼재되어있는 좋은 예라고 할 수 있다. 생물학적 이해를 바탕으로 약물 중독을 뇌의 질환으로 바라보는 쪽에서는 약물 중독자에 대한 사회적 낙인이 찍히는 것을 막을 수 있고 그 결과 치료와 재활의 기회가 증가할 것이라고 주장한다. 그러나 당위적 관점을 중심으로 약물 중독을 도덕적 문제로 바라보는 사람들은 약물 중독이 최초에는 자의적인 계획에 의해 발생했다는 점을 강조하며, 질병 모델이 약물 중독을 운명적으로 피할 수 없는 상태인 것처럼 만들어서 오히려 치료와 재활을 방해한다고 주장한다.

Hyman은 행위의 자의적 통제와 약물 중독에 관한 논문에서 약물 중독의 생물학적 기전에 대한 연구 결과들은, 애초에 약물에 손을 대고 쉽게 중독에 빠지는 것은 유전적인 소인이 있음을 보여주기 때문에 완전히 자의적 행위라고 보기는 힘들다고 설명한다(Hyman, 2007). 또한 약물 중독자들이 약을 구하기 위해서는 ‘자의적이고 계획적인’ 행동을 취하지만 결코 ‘자유로운 선택’이 아님을 강조한다. 약물 중독자들은 일반적인 사람들에 비하여 중독에 취약한 신경 구조를 타고났기 때문에 상대적으로 쉽게 도파민 관련 중독 메커니즘이 작동하고, 이것이 ‘통제력 상실’을 초래한다는 것이다. 통제력이 상실된 상태의 행위는 아무리 의도가 분명하고 계획적이라고 하더라도 자유 행위라고 할 수 없으므로 도덕적 책임을 물을 수 없기 때문에 약물 중독자들을 도덕적으로 비난하기보다는 재활과 사회보호의 측면에 초점을 맞추어야 한다.

반면, Morse는 약물 중독이 자의적 행위이지만 자유로운 선택에 의한 것은 아니며 약물 중독자들이 합리적 의사 결정 능력이 결여되어있고 충동적이라는 사실은 굳이 신경과학적 근거를 제시하지 않더라도 행위의 분석만으로 알 수 있는 것이라고 하였다(Morse, 2007). Hyman이 제시한 유전적-신경과학적 설명이 약물 중독이 어떻게 통제력 상실을 가져오는가에 대한 이해를 제공하고 합리성과 통제력 상실의 정도를 규정하는 데 유용한 정보를 제공할 뿐, 법과 도덕에 관한 문제는 궁극적으로 행동 수준에서 논의되어야 한다는 것이다. Morse는 약물 중독자들이 처음 약물을 접할 때에는 충분한 합리적 판단 능력을 가지고 있었고 중독 상태에서도 항상 통제력 상실 상태는 아니라는 점에서, 일시적 상태가 아닌 여

러 시점에 걸쳐 일관성을 보이는 상태를 기준으로 하는 통시적 책임(diachronous responsibility)을 부여할 수 있다고 하였다.

보다 실용적인 측면에서 약물 중독에 대한 환원론적 입장을 비판하면서 신경과학이 취하는 방법론적 환원주의를 도덕적 책임과 같은 당위의 문제까지 확장하는 것을 경계하는 입장도 있다(Cochrane, 2007). Cochrane은 약물 중독자에 대한 사회적 비난을 줄이고 책임을 경감시키려는 노력을 비판한다. 치료 효과를 증진시키기 위해서 사회적 비난을 줄이자고 주장하는 것으로 충분하지, 사회적 비난이 치료의 효과를 감소시킨다는 이유로 약물 중독이 뇌의 질병이며 개인이 통제할 수 없는 것이라는 점을 강조하면서 개인의 통제가 불가능한 뇌의 질병이므로 약물 중독자에게는 책임이 없다는 환원론적 주장을 펼칠 이유가 없다는 것이다. 실제로 약물 중독이 개인이 전혀 통제할 수 없는 것으로 밝혀진다고 해도 여기서 고려되어야 할 점은 개인의 책임을 인정하는 일이 약물 중독 예방과 치료에 얼마나 도움이 되는가 하는 사회적 유용성이라는 것이다. Cochrane의 이러한 입장은 형법에서 반자의적 행위의 범주를 새롭게 추가해야 한다고 제안한 Denno(2003)의 입장과도 일치한다.

이와 같이 신경과학의 연구 결과를 도덕성이나 법적 책임의 문제에 도입할 때에는 이해와 당위의 문제를 구분해야 한다는 것이 신경윤리학자들 간의 공통된 의견이다. Greene는 신경과학의 연구 결과를 철학적 문제에 적용하는 것을 자연주의자의 오류와 환원론적 입장의 두 가지 측면에서 경계해야 한다고 하였다(Greene, 2003). 자연주의자의 오류는 자연스러운 것, 자연의 법칙을 따르는 것이 곧 옳은 것이라고 믿는 오류이다. 인간의 도덕적 판단

이 정서의 개입여부에 따라 달라지는 것이 과학적인 사실이므로 약한 정서 상황에서 내린 냉정한 결정은 옹호되어야 한다고 주장할 수는 없는 일이다. 신경과학이 인간 본성에 대한 완전한 설명을 제공할 것이라는 믿음도 경계해야 한다. 설사 인간의 모든 행동이 생물학적 작용으로 환원될 수 있다고 하더라도, 이것이 개인의 책임을 면제해주지는 못한다. 이런 오류를 피하기 위해서는 인간 본성에 대한 ‘이해’의 차원과 ‘당위’의 차원을 명확하게 구분할 필요가 있다. 청소년 사형 구형을 금지하는 법안의 사례에서 보았듯이 구체적 적용 기준을 정하는 일과 같은 실증적 자료가 필요한 부분에서 신경과학적 지식을 적절히 활용할 수는 있겠지만, 옳고 그름에 대한 판단은 여전히 철학과 윤리학의 몫이다.

### 사회적 쟁점:

#### 기회 불균형과 계층 고착화의 문제

심각한 사회-경제적 계층 간 격차라는 갈등요인이 존재함에도 사회가 유지될 수 있는 이유 중 하나는 ‘계층 간 유동성’이라는 완충 장치가 존재하기 때문이다. 출신 배경보다는 개인의 능력이 계층을 결정하는 주요 요소라는 믿음은 사회 구성원의 불만을 줄여줄 수 있다. 그러나 신경과학과 신경공학 기술은 이러한 개인의 능력이라는 탈계층적 가치마저 사회경제적 배경에 따라 결정될 수도 있음을 보여줌으로써 새로운 문제를 제기한다.

#### 사회경제적 지위와 뇌 발달

아무리 현대 사회가 기회의 평등을 전제로

하고 있다고 하더라도 사회경제적 계층이 대물림 된다는 것은 공공연한 사실이다. 많은 학자들이 이 문제를 고민해 왔으며 그 원인과 해법을 대부분 교육에서 찾아왔다. 계층고착화와 관련된 신경과학적 설명은 초기 뇌 발달의 차이가 이후의 사회경제적 지위(socio-economic status, SES)에 영향을 미친다는 연구 결과들에서 찾을 수 있다. 또한 아직 소수이기는 하지만 최근 발표되기 시작하는 연구들은 사회경제적 지위가 뇌 발달의 차이를 가져와서 제도 교육의 영향이 닿지 못하는 초기 뇌 발달에서부터 이미 계층의 대물림이 시작될 수도 있음을 보여준다.

Duncan 등은 미국 가정의 SES와 자녀의 인지 능력 및 교육 수준의 상관관계를 확인한 바 있다. 낮은 SES의 아동들이 중산층보다 현저하게 낮은 지능지수(평균 81)를 보였으며, 중산층에서는 가계 수입의 증가가 자녀의 진학률에 미치는 영향이 크지 않았으나 빈곤층에서는 1만 불 당 600%의 고등학교 진학률 증가를 가져왔다(Duncan, Brooks-Gunn, & Klebanov, 1994).

SES가 뇌-인지 발달에 미치는 영향을 물리적 환경과 심리적 환경의 측면에서 살펴본 기존 연구 결과들에 의하면, 물리적 환경의 측면에서는 빈곤층 아이들의 경우 뇌 발달에 필요한 철분과 단백질 공급이 충분하지 않고, 빈곤층 부모가 약물 중독일 가능성이 높기 때문에<sup>6)</sup> 뇌 발달에 치명적인 납에 노출되는 경우가 많으며, 알코올, 담배 등에도 더 많이 노출되는 것으로 나타났다. 심리적 환경의 측면에서는 인지적 자극의 양과 스트레스 정도에

6) 미국에서 발표된 연구이므로 특히 약물 중독에 관하여서는 미국 사회의 특성이 반영된 것으로 볼 수 있다.

서 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 뇌-인지 발달을 위해서는 풍부한 자극에 노출되는 것이 중요한데, 빈곤층 어린이들의 경우 부모가 장난감이나 책, 교구 등을 충분히 제공할 수 없고 동물원이나 박물관에 데리고 갈 시간적, 경제적 여유도 없다(Bradley, Corwyn, McAdoo, & Coll, 2001). 그 밖에 뇌-인지 발달에 스트레스가 미치는 영향에 관한 연구에 따르면, 지나친 스트레스에 노출될 경우 내측두엽의 발달이 충분히 이루어지지 않아 기억능력이 떨어지고, 전전두엽도 영향을 받을 뿐 아니라 (Meaney et al., 1996), 상승적으로 스트레스를 받은 어미 쥐에서 태어난 새끼는 성장한 후에 해마 기능의 장애와 함께 학습과 기억 능력이 현저하게 저하된다(Son et al, 2006). Farah 등은 SES가 뇌 발달에 직접적으로 영향을 미칠 수 있음을 시사하는 그 동안의 연구들을 정리하고, SES와 뇌 발달의 인과관계를 밝히는 새로운 연구 결과들을 발표하였다(Farah, Noble, & Hurt, 2006). 이 논문에서는 아동의 인지 발달을 뇌 발달의 측면에서 살펴보기 위하여 각 대뇌의 영역들을 인지 신경과학의 관점에서 크게 전전두엽(prefrontal), 좌측 실비우스주변(perisylvian), 내측두엽(medial temporal), 두정엽(parietal), 후두엽(occipital)으로 나누어 각 영역이 담당하고 있는 인지 기능(차례로 실행기능, 언어, 기억, 공간 인지, 시각 인지)을 측정하였다. 빈곤층 아이들의 점수가 중산층 아이들의 점수보다 전반적으로 낮았고, 특히 언어 능력과 실행 기능에서 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

연구자들은 SES가 양육 환경에 영향을 미쳐 아동의 뇌-인지발달의 차이를 가져오는 것이라고 보고, 가정환경 관찰 및 측정법(HOME: Home Observation and Measurement of

Environment)을 이용하여 양육 환경을 인지적 자극과 사회/정서적 배려의 두 항목으로 측정하였다. 인지적 자극 요인은 장난감, 책, 교구의 양이나 부모가 자녀들에게 얼마나 충분한 언어적 자극을 주고 교육적 경험을 제공하는지를 반영하는 것이고, 사회/정서적 배려는 부모의 정서적 표현 양식과 정서적 지지의 정도 등을 반영한다. 연구 결과, SES에 따른 뇌-인지 발달의 차이 중에서도 언어능력(좌측 실비우스주변)은 인지적 자극 요인과, 기억능력(내측두엽)은 사회/정서적 배려 요인과 관련이 있는 것으로 나타났다. 낮은 SES 가정에서는 경제적 어려움으로 인해 풍부한 자극을 제공할 수 없을 뿐만 아니라, 대개는 부모가 스트레스 상황에 있는 경우가 많기 때문에 정서적으로도 적절한 보살핌을 줄 수 없다. 따라서 낮은 SES 가정의 아이들이 뇌 발달에 있어서도 동등한 기회를 얻기 힘들고, 미래에 낮은 사회경제적 지위를 획득하게 될 가능성이 높아진다. 이러한 결과는 신경과학적 설명에 근거한 새로운 정책 마련의 필요성을 제기한다.

국내에서도 최근(2008년 3월 6일) 실시된 중학교 전국 단위 학력 진단 평가 결과 서울 강남지역과 강북지역, 도시와 농촌지역 간 학력 차이에 대한 우려가 사회적 문제가 되면서 SES와 아동의 학업 성취도의 관계에 대한 우려가 제기되고 있는 상황이다. 미디어에서는 대체로 사교육 기회의 차이를 그 이유로 들고 있지만, 태아기의 환경(영양과 임신모의 스트레스 등)과 영아기부터 취학 전 아동기에 이르는 초기의 양육환경 차이에서부터 문제가 비롯되는 것일 수 있음을 인식할 필요가 있다. 뇌-인지 발달의 차원에서 이 문제에 접근하는 것이 보다 근본적인 해결책을 마련하는 데 도움이 될 수 있다.

뇌 발달의 사회경제적 격차를 줄이기 위한 정책은 자녀 양육을 부모와 가족의 몫으로 바라보거나 국가와 사회의 몫으로 보는 두 가지 관점에서 고려할 수 있다. 부모와 가족을 양육의 주체로 볼 때 낮은 사회 경제적 지위가 아이들의 뇌 발달에 좋지 않은 영향을 끼친다는 사실을 알리고 적절한 부모 교육 프로그램을 마련하여 개인적 노력을 독려하기 위한 직·간접적인 지원을 보장하는 방법을 생각할 수 있다. 하지만 신경과학적 지식에 기반을 둔 양육 방식을 교육받고 금전적 지원을 받는다고 해도 낮은 사회경제적 계층에서는 양육보다 우선순위가 앞서는 문제들이 훨씬 많이 존재하기 때문에 효과를 기대하기 어렵다는 문제가 있다. 국가와 사회를 양육의 주체로 생각하는 정책으로 저소득층 가정들에 한해서 일정한 범위 내에서 양육의 문제를 사회가 부담하는 방안이 있다. 초등학교 취학 이전의 영유아기부터 특별 프로그램을 통해 풍부한 인지 자극과 사회적/정서적 보살핌을 전문 보육자가 제공하도록 하고 국가가 보육자 양성 및 지원을 정책적으로 보장한다면 사회경제적 지위의 격차로 인한 초기 뇌 발달의 차이를 줄일 수 있을 것이다. 본 논문의 영역을 벗어나는 것이지만, 사회적 부담의 범위는 이러한 지원책이 없는 상태에서 발생하게 될 사회적 비용을 추산하여 역으로 결정할 수도 있을 것이다.

#### 신경과학 기술과 계층 고착화

일반적인 생명공학 기술과 마찬가지로, 신경공학 기술도 새로운 계층 고착화의 원인이 될 수 있고 그 과정은 크게 두 가지로 나누어 살펴볼 수 있다. 첫째는 기술 분배의 불균형

이다. 이것은 신경공학 기술에만 국한된 문제가 아니라 고비용의 최첨단 기술들이 공유하고 있는 특성으로, 높은 비용 때문에 혜택이 상류층에 집중되는 현상을 말한다. 신경공학 기술은 계층 간 유동성을 보장해주는 개인의 능력에 직접적으로 작용한다는 점에서 혜택의 불균등한 분배가 가져올 계층 고착의 문제는 더욱 심각하다. 둘째는 광범위한 응용 가능성이다. 앞에서 살펴보았듯이, 신경공학 기술은 의료 목적 이외의 다양한 응용이 가능하다. 신경 약물이나 마음읽기 기술의 정보가 한 계층에 독점되어 이용하게 될 경우 계층의 고착화 문제를 초래할 수도 있다. 그 밖에도, 신경과학의 이름으로 화려하게 포장된 광고들은 사람들이 의료 전문가의 제대로 된 진료 없이 설익거나 효과가 입증되지 않은 기술을 접하는 경로가 되는데, 의료비 지출에 부담을 느끼고 정보가 부족한 저소득층에서 피해를 입을 가능성이 더 크다(Racine, van der Loos, & Illes, 2007).

신경공학과 관련된 정책은 발전과 분배라는, 정책 결정자들의 보편적인 고민과 닮아있다. 치료 목적이 아닌 향상을 목적으로 하는 기술은 그 혜택만큼이나 남용과 계층의 고착화 등의 부작용을 안고 있기 때문에 자유로운 연구를 촉진하되 기술 적용에 있어서는 규제와 관리가 요구된다. 기본적 삶의 조건과 직접적으로 연관된 신경과학기술에 대해서는 의료보험을 적용하여 계층 간 기회 불균형을 해소하는 방법도 생각해볼 수 있다. 또한 신경과학 기술에 대한 정보가 사람들에게 투명하게 공개될 수 있도록 정책적으로 관리해야 한다. 공공 차원에서 신경공학 데이터베이스를 구축하고 일반인들에게 서비스를 제공하는 것도 좋은 방법이 될 것이다.

## 신경윤리 연구 현황

현재 미국과 유럽연합은 신경과학 연구의 사회 문화적 영향을 체계적으로 연구하여 그 결과를 연구 계획과 수행 과정에 반영하는 노력을 기울이는 것을 정착시키는 과정에 있으며 일본도 최근 이 분야의 연구에 대한 정책적 지원을 시작하였다. 신경윤리학의 문제는 과학기술의 영역을 넘어 사회, 윤리, 문화, 법률, 교육, 보건의료, 언론, 정책 등 광범위한 분야에서 다각적인 분석과 실천적 대응이 요구된다. 북미와 유럽연합, 일본의 신경윤리학 연구의 현황을 아래에 정리하였다.

신경윤리학 연구는 주로 북미와 유럽연합을 중심으로 이루어져왔다. 그 중에서도 미국이 신경윤리학의 문제 정리, 연구를 선도하고 있으며, 관련 활동이 가장 활발하다. 앞에서 언급한 것처럼, 신경윤리학 형성의 계기가 된 학술대회(2002년 5월에 열린 “Neuroethics: Mapping the Field”)는 스탠퍼드 대학교와 샌프란시스코 캘리포니아 주립대학교에 의해 주최되었다. 참석자는 신경과학, 생명윤리, 철학, 법, 유전학, 언론 분야에서 왔으며 신경과학 연구가 당면하는 윤리적 문제들을 정리하였다. 학술지 사이언스(Science)를 발간하고 있는 American Association for the Advancement of Science(AAAS)에서도 신경과학과 법(Neuroscience and Law) 프로젝트를 진행하였다. 심리학자와 신경과학자, 법학자들이 참여하였고 DANA 재단의 지원을 받았다. 결과는 *Neuroscience and the Law: Brain, Mind, and the Scales of Justice* (New York & Washington, D. C.: Dana Press, 2004) 라는 책으로 출간되었다<sup>7)</sup>. 뉴욕 학술원

(New York Academy of Science)에서도 신경과학의 윤리적 문제를 다루는 학회를 개최하여 2003년 6월에는 인지기능 향상의 신경윤리학적 문제(Neuroethical Challenges in Cognitive Enhancement)를, 2004년 7월에는 기분 향상의 신경윤리학적 문제(Ethics of Mood Enhancement)를 다루었다.

미국에서는 신경과학 전문가뿐만 아니라 정책 관련 전문가들의 관심도 높는데, 2004년에는 인간복제, 노화, 줄기세포 연구 등 생명과학과 기술의 발전과 관련하여 등장하기 시작한 윤리적 문제들을 다루기 위한 대통령 자문기구인 생명윤리위원회(President’s Council on Bioethics)에서 신경윤리학의 문제를 집중적으로 다룬 바 있다. 이 위원회는 구체적인 문제들을 회의에서 다루고 책자로 보고서를 발간하는데, 그 동안 아동 발달, 의사 결정, 공격적 행동 등을 다루었으며 형법에서 신경과학의 영향 등을 다루기도 하였다<sup>8)</sup>. Michael Gazzaniga가 뇌인지과학 분야를 대표하는 위원이었는데 그는 이 위원회 경험을 바탕으로 신경과학자에게 윤리적 이슈를 환기하기 위해서 저서를 발간하기도 하였다(Gazzaniga, 2005).

유럽에서는 런던 왕립 연구소(Royal Institution in London)가 2002년에 “신경과학의 미래(Neuroscience Future)”라는 이름의 회의를 지원하면서 본격적으로 신경윤리학이 시작되었다(Roskies, 2002). 이 회의에서 신경과학이 사회에 미치는 영향을 다루었다. 유럽의 신경윤리학 관련 활동의 특징은 다양한 관련 영역의 전문가들 간의 소통 및 비전문가들과 전문가들 간의 소통을 위한 프로그램이 풍부하

<http://www.aaas.org/spp/sfml/projects/neuroscience/Summary.pdf>

7) 다음 웹사이트에서 요약본을 볼 수 있다:

8) <http://www.bioethics.gov/>에서 그 내용을 볼 수 있다.

다는 것이다. 2004년 벨기에의 King Baudouin Foundation 등과 함께 유럽위원회 (European Commission)에서 ‘Meeting of Minds: European Citizens’ Deliberation on Brain Science’로 명명한 2년간의 시험 과제를 시작하였는데, 이 과정은 시민들로 이루어진 패널이 신경과학의 법적, 사회적, 윤리적 문제들을 토의하는 장을 마련했다는 것이 특징이다. 영국에서는 2005년 이후 웰컴 트러스트(Wellcome Trust)가 신경윤리에 집중하는 생명윤리 여름강좌를 개최해 오고 있으며, 이탈리아에서는 종교단체인 Regina Apostolorum Pontifical Athenaeum에서 2006년에 새로운 기술과 관련한 윤리적 문제들, 나노과학, 로보틱스, 신경과학과 관련된 윤리적 문제들을 다루는 수업(nanoethics, roboethics, neuroethics)을 시작하였다.

일본에서는 활발한 기초 신경과학 연구와 함께 신경윤리학적 문제에 대한 관심이 최근 시작하고 있다. 2004년 일본 과학기술진흥기구(Japan Science and Technology Agency: JST) 산하 사회과학연구개발센터(Research Institute of Science and Technology for Society: RISTEX)의 ‘뇌과학과 사회’ 부서가 ‘뇌과학과 윤리학’이라는 연구 그룹을 설치하였고, 현재 “신경과학의 윤리학”에 중점을 두고 여러 분야 전문가들을 이사회에 초청하여 회의를 진행 중이다. 회의 주제에는 생명윤리, 신경과학, 행동유전학, 과학통신, 언론 등의 분야들이 포함된다. 2005년 2월에 첫 번째 신경윤리학 워크숍이 열렸으며 일본에서는 신경윤리학을 하나의 독립된 분야로 보기보다는 생명윤리의 일반적 확장으로 간주하고 논의를 진행하고 있다(Fukushi, Sakura, & Koizumi, 2007).

한국의 경우 2006년 5월, 인간배아 복제 연구의 성과를 조작한 ‘황우석 사건’을 계기로

생명과학 분야의 연구 윤리가 사회적 문제로 등장한 이후 과학기술부(현재, 교육과학기술부로 통합)의 뇌기능활용및뇌질환치료기술개발 연구사업단의 지원으로 2006년부터 신경과학 분야의 윤리적, 법적, 사회적 문제를 다루는 정책 과제(연구책임자: 이춘길)가 지원되기 시작하였다. 과제의 수행을 계기로 신경윤리학 문제에 대한 관심도 증가할 것으로 예상된다. 뇌연구의 성과와 관련한 문제와 관련하여 신경과학과 심리학 전문가들을 중심으로 하는 학술적 논의뿐만 아니라, 사회학, 철학, 윤리학, 법학 전문가 및 정책 수립과 관련된 다른 영역의 전문가들과 이해를 공유하고, 대중적 소통의 장을 마련하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

## 결론

### 신경윤리학 연구의 필요성

모든 학문이 그렇듯 신경과학 또한 우리의 삶과 밀접하게 상호작용하며 영향을 주고받는다. 신경과학자들이 의도하건 의도하지 않건 간에, 뇌에 관한 새로운 발견은 새로운 철학적 문제를 제기하고, 새로운 기술의 개발은 사회적 파급을 일으킨다. 굳이 ‘신경윤리학’이라는 이름으로 이러한 문제들을 고민하는 이유는, 신경과학의 연구 대상이 다른 아닌 ‘뇌’이기 때문이다. 환원론에 관한 논쟁은 여전히 진행 중이지만, 이 글을 쓰고 있는 필자의 전전두엽과 언어중추는 생각하고 문장을 만들어 내기 위해 부지런히 활동하고 있을 것이며, 운동 피질의 뉴런들이 근육세포에 명령을 내려 키보드를 두드리도록 한다는 사실은 부인



할 수 없다. 생각과 행위의 주체가 필자 자신이라고 믿어지는 ‘정신’이지만 그것이 ‘뇌’ 혹은 ‘뇌 세포들 간의 특정한 형태의 신호 전달 패턴’에 상응한다는 사실도 부인할 수 없다. 이렇게 우리 자신과 밀접하게 닿아있는 연구 대상이 또 있을까? 신경과학이 어떤 과학 분야보다도 풍부한 철학적 질문들을 던지고, 법적 사회적 영향을 통해 우리 삶에 가져오게 될 변화에 대하여 고민하게 만드는 이유는 여기에 있다.

신경윤리학은 뇌 연구를 계획하고 수행하는 단계에서뿐만 아니라 연구의 성과를 활용하는 단계에서 윤리적, 법적, 철학적, 사회적 문제들을 검토하고 충분한 논쟁을 통하여 해법을 찾는 것을 목표로 한다. 이러한 문제들을 뇌 연구자들이 숙지하는 것은 성공적인 뇌 연구를 위해서도 필수적인 작업이다. 신경과학 전문가가 아닌 사람들에게도 신경윤리학에서 제기하는 문제들은 중요하다. 뇌연구의 질적, 양적 발전과 신경과학 기술의 적용, 뇌에 관한 새로운 지식에서부터 파생되는 철학적 문제들은 모두 사회정책 및 법의 제정과 집행과 관련이 있다. 신경과학 기술의 적용 범위의 제한, 연구나 진단, 조사 목적으로 이용된 뇌 정보의 보호, 치료 목적이 아닌 향상을 목적으로 하는 약물 사용이나 기술의 제한, 신경과학 기술에 대한 접근성이 경제적 지위에 따라 달라질 경우 발생할 수 있는 사회적 불평등의 문제 해결을 위한 제도적 장치를 마련할 필요가 있다. 그리고 이를 위해서는 정책 수립에 참여하는 사람들과 일반 대중들의 신경과학에 대한 기초 지식과 신경윤리학에 대한 인식이 필요하므로 신경과학 전문가들과 일반 대중 간 교류의 장을 마련할 수 있는 정책도 요구된다. 또한 인간의 자유의지, 도덕성, 책임을

어떻게 바라보느냐에 따라서 정상과 이상, 적법과 위법의 경계가 달라지고, 그 경계에 따라 법적 개입의 형태에도 차이가 있게 된다. 따라서 신경과학 전문가들과 철학자들, 법 제정 및 집행과 관련된 전문가들의 교류를 통하여 신경과학의 연구 결과들을 공유하고 적절한 반영 방법을 검토하는 작업도 필요하다.

#### 제안

뇌연구의 중요성에 대한 인식이 증대되어가면서, 한국에서도 지난 십 수 년 간 괄목할만한 연구 성과들을 거두고 있으나, 뇌에 대하여 새롭게 밝혀지는 사실들이나 이것을 응용한 신기술 개발이 가져올 윤리적, 사회적, 법적인 문제들에 대해서는 전문적인 논의가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이 문제에 관한 대중적 인식도 거의 없는 것으로 보인다. 국내에서도 뇌과학과 관련한 윤리적, 법적, 사회적 문제에 대한 논의를 시작할 수 있는 장을 마련하고, 대중의 이해를 도모할 수 있는 정보 제공 시스템을 구축하는 일이 필요하다.

뇌과학의 윤리적 문제들을 풀어나가기 위해서는 신경윤리학적 논쟁의 장을 마련하고, 실증적인 조사 결과를 근거로 법과 정책에 합리적이고 현실적인 반영이 가능하도록 해야 하며, 신경과학 전문가들의 참여와 책임 의식이 필요하다. 이를 위해서 몇 가지 방안을 제안한다.

Timpane은 소수 정치인이나 전문가 집단에 의해 정책이 입안되고, 나머지 모든 사람들은 여기에 따르는 방식의 하향식 체계가 아닌, 상향식 체계가 필요하다고 주장하였다 (Timpane, 2004). 이 시스템의 핵심은 정보를 공유하고 의견을 교환하는 과정에 있다. 각

분야의 쟁점에 대한 사실을 중립적 입장에서 소개하는 자료집을 발간하여 지식을 공유하는 과정을 통하여 충분한 이해를 보장하고, 이것을 토대로 논의를 발전시켜 나갈 수 있는 장을 마련하자는 것이다. 논의의 목적은 특정 집단의 이익을 대변하고 경쟁하는 것이 아니라, 다양한 참여 집단의 의견을 듣는 과정에서 정치인이나 과학자들로만 구성된 집단에서는 예상하지 못했던 문제점들을 발견하고, 결과적으로 더 나은 정책을 만들어내기를 기대하는 것이다. 실제로 이와 유사한 형태의 모임이 2004년 네덜란드 암스테르담에서 열렸다(Raeymaekers, Rondia, & Slob, 2004). King Boudouin Foundation의 지원으로 Connecting Brains and Society라는 제목으로 2004년 4월 22일과 23일 양일간 진행된 이 워크숍에서 유럽 9개국의 다양한 집단이 사람들이 모여서 뇌과학의 윤리적 문제들에 대하여 논의하였다. 이 모임의 목적은 신경윤리학적 논의를 정책에 반영하고, 뇌 연구를 통해 밝혀진 사실들과 윤리적 문제들에 대한 대중적 관심을 이끌어내기 위한 것이었다. 우리 경우에는 뇌과학의 발전 수준과 대중적 관심의 정도를 고려할 때, 미디어의 보도에 수동적으로 의존할 것이 아니라 전문가 집단이 중심이 되는 일정한 채널을 통해서 연구 결과를 대중에게 정확하게 알리고, 공개 워크숍인 심포지엄과 같은 논의의 장을 마련하려는 노력이 필요하다.

추상적인 윤리적 논쟁보다는 실험, 설문, 미디어 분석과 같은 직접적이고 실증적인 연구를 통하여 필요한 사회적 노력을 찾기도 한다. 실험을 이용하여 신경윤리학의 문제에 접근한 사례로는 앞에서 소개했던 Nichols와 Knobe의 결정론-자유의지-책임에 관한 사람들의 관념을 알아본 연구나, 도덕적 판단의 신경 기전

을 알아본 연구들이 있다. 설문 조사와 미디어 분석법을 통하여 대중의 인식과 요구 사항을 구체적으로 알아본 사례로는 캐나다 지역에서 의료 윤리 정책 수립과 관련된 구체적인 질문을 이용한 설문 조사 결과를 토대로 일반 대중의 의료 윤리 문제에 대한 관심과 지역 사회의 의료 윤리 교육 및 관련 서비스를 제공하는 시스템에 대한 요구를 알아내고, 이것을 지역 사회 의료윤리 서비스 제도의 필요성의 근거로 삼았던 Racine의 연구를 들 수 있다 (Racine & Hayes, 2006). 앞서 소개한 바 있는 미디어의 fMRI 연구 결과 보도 양태에 관한 조사 연구는 미디어 분석법의 사례이다. 이런 방식의 구체적이고 실증적인 연구는 거시적이고 추상적인 윤리 논쟁과 병행됨으로써 보다 현실적이고 합리적인 의사 결정과 정책 수립에 도움을 줄 것이다. 국내에서는 실험 연구 뿐만 아니라 뇌 연구 결과의 전달 및 기술 적용의 실태를 체계적으로 파악한 사례도 거의 없다. 뇌과학의 윤리적 문제들에 관한 추상적 수준의 논의와 더불어 신경 약물의 남용 사례, 계층 간 불균형 실태, 뇌과학에 대한 일반인의 인식 및 요구 등에 관한 구체적인 자료를 수집하고 문제를 진단하는 작업이 필요하다. 앞서 제시한 바와 같이 최근에 국내 미디어에서도 신경과학 연구 결과를 많이 보도하고 있으며, Racine의 지적과 유사한 신경사실주의와 뇌-본질주의의 오류, 왜곡된 전달 등의 문제점들을 드러내고 있다. 따라서 구체적인 내용 분석을 통해 문제점을 정확하게 파악하는 일도 필요하다.

뇌과학의 윤리적 문제를 논의하는 데 있어서 전문가 집단의 역할은 매우 중요하다. 누구보다도 뇌과학의 가능성과 한계, 이점과 문제점을 잘 알고 있기 때문이다. 현재의 신경

과학 기술로 무엇이 가능한지, 또 앞으로 어떤 응용이 가능해질 것으로 예측되는지를 사회에 제시하면서, 기술의 한계에 대한 정확한 인식을 동시에 전달해야 할 의무가 있다. 특히 학제적인 성격을 지니는 신경과학 분야에서 고등 인지 기능에 관한 연구에 많은 심리학자들이 참여하고 있는 현실과 과학적 방법을 통해 고등 인지 기능에 대한 행동 및 생리학적 수준의 이해를 제공해왔던 전통적인 심리학의 역할을 고려할 때, 신경과학의 발전과 관련하여 어떤 우려가 있는 것인지, 어떤 우려가 지나친 것인지를 결정하는 데에 심리학자들이 일정한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

신경과학 전문가의 역할과 관련하여, Illes는 과학자-감찰자-전달자 모델을 제안하였다(Illes, 2003). 학자들은 연구 주제를 설정하고 연구하는 과학자로서의 역할을 넘어서, 미디어와 적극적으로 상호작용하면서 자신들이 생산한 지식이 왜곡 없이 전달되고 있는지를 감찰하는 역할과, 신경과학 전시회, 대중이 쉽게 읽을 수 있는 신경과학 잡지나 책과 같이 대중과 소통하는 다양한 방법을 모색하는 전달자로서의 역할을 모두 수행해야 한다는 것이다. 학자 스스로 자신의 연구 성과가 가져 올 결과에 대해 충분히 생각하는 자세와 비전문가들에게 필요한 지식을 전달하고 예상되는 문제들에 적극적으로 대처하려는 사회적 책임 의식이야말로 신경윤리학의 시작점이자 기초가 될 것이다.

위에서 기술한 연구자 개인의 노력 외에, 관련 학계, 나아가서 정부는 뇌연구의 윤리적, 사회적 문제에 관하여 일정한 역할이 요구된다. 가령, 뇌기능매핑학회 등은 뇌정보보호의 차원에서 뇌영상 자료가 수집, 저장, 인출, 폐기되는 절차와 관련하여 기관윤리위원회가 참

조할 수 있는 표준 절차를 제정할 수 있으며, 대학은 뇌연구와 함께 뇌연구와 관련한 윤리적, 법적, 철학적, 사회적 문제를 체계적으로 다룰 강의를 개설하여 전문 인력을 양성할 필요가 있다. 정부는 이러한 활동을 지원, 감독하는 조직을 구성하고 비전문가가 참여할 수 있는 채널을 확립하는 등, 신경과학의 발전으로 생겨나는 새로운 문제들에 대처하는 사회적 시스템을 갖추면서 신경과학의 발전을 위한 지원 체계를 갖추는 일이 필요하다.

2005년 유네스코 총회에서 채택된 ‘생명윤리와 인권 보편선언’<sup>9)</sup>은 지역적으로 존재하였던 인권이나 윤리원칙을 통합한 최초의 보편적 세계적 선언으로서(권오용, 2007), 신경윤리학에서 제기하는 문제들을 해결하는 과정에서 생명윤리에 관한 법과 윤리 규범이 발전한 방식을 참조하는 것이 필요하다.

## 참고문헌

- 권오용 (2007). 유네스코 생명윤리와 인권 보편선언의 분석: 선언의 윤리적, 법적 의미 고찰 및 한국의 생명윤리 규정 검토. *생명윤리*, 8(2), 11-26.
- Abe, N., Suzuki, M., Mori, E., Itoh, M., & Fujii, T. (2007). Deceiving others: distinct neural responses of the prefrontal cortex and amygdala in simple fabrication and deception with social interactions. *J Cogn Neurosci*, 19(2), 287-295.
- Allen, J. J. (2002). The role of psychophysiology
- 
- 9) 다음 웹사이트에서 ‘선언’의 전문을 볼 수 있다.  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180E.pdf>

- in clinical assessment: ERPs in the evaluation of memory. *Psychophysiology*, 39(3), 261-280.
- Allen, J. J. (2008). Not devoid of forensic potential, but. *Am J Bioeth*, 8(1), 27-28; discussion W21-24.
- Allen, J. J., & Iacono, W. G. (1997). A comparison of methods for the analysis of event-related potentials in deception detection. *Psychophysiology*, 34(2), 234-240.
- Allen, J. J., Iacono, W. G., & Danielson, K. D. (1992). The identification of concealed memories using the event-related potential and implicit behavioral measures: a methodology for prediction in the face of individual differences. *Psychophysiology*, 29(5), 504-522.
- Blanke, O., Mohr, C., Michel, C. M., Pascual-Leone, A., Brugger, P., Seeck, M., et al. (2005). Linking out-of-body experience and self processing to mental own-body imagery at the temporoparietal junction. *J Neurosci*, 25(3), 550-557.
- Blanke, O., Ortigue, S., Landis, T., & Seeck, M. (2002). Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature*, 419(6904), 269-270.
- Boyer, E. W., & Shannon, M. (2005). The serotonin syndrome. *N Engl J Med*, 352(11), 1112-1120.
- Bradley, R. H., Corwyn, R. F., McAdoo, H. P., & Coll, C. G. (2001). The home environments of children in the United States part I: variations by age, ethnicity, and poverty status. *Child Dev*, 72(6), 1844-1867.
- Buchanan, A., Brock, D. W., Daniels, N., & Wikler, D. (2000). *From Chance to Choice: Genetics and Justice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Canli, T., Brandon, S., Casebeer, W., Crowley, P. J., Du Rousseau, D., Greely, H. T., et al. (2007). Neuroethics and national security. *Am J Bioeth*, 7(5), 3-13.
- Canli, T., Sivers, H., Whitfield, S. L., Gotlib, I. H., & Gabrieli, J. D. (2002). Amygdala response to happy faces as a function of extraversion. *Science*, 296(5576), 2191.
- Canli, T., Zhao, Z., Desmond, J. E., Kang, E., Gross, J., & Gabrieli, J. D. (2001). An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. *Behav Neurosci*, 115(1), 33-42.
- Cauffman, E., & Steinberg, L. (2000). (Im)maturity of judgment in adolescence: why adolescents may be less culpable than adults. *Behav Sci Law*, 18(6), 741-760.
- Churchland, P. S., Roy, D.J., Wynne, B.E., Old, R.W. (1991). Our Brains, Our Selves: Reflections on Neuroethical Questions. In R. W. Old (Ed.), *Bioscience-Society* (pp. 77 - 96). New York: John-Wiley and Sons.
- Clark, A. (2003). *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*. USA: Oxford University Press.
- Cochrane, T. I. (2007). Brain disease or moral condition? Wrong question. *Am J Bioeth*, 7(1), 24-25.
- Cranford, R. E. (1989). The neurologist as ethics consultant and as a member of the institutional ethics committee. The neuroethicist. *Neurol Clin*, 7(4), 697-713.

- Damasio, A. R., Tranel, D., & Damasio, H. (1990). Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. *Behav Brain Res*, 41(2), 81-94.
- Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 264(5162), 1102-1105.
- De Ridder, D., Van Laere, K., Dupont, P., Menovsky, T., & Van de Heyning, P. (2007). Visualizing out-of-body experience in the brain. *N Engl J Med*, 357(18), 1829-1833.
- Dennett, D. C., & Marcel, K. (1992). Time and the observer. *Behavioral and Brain Sciences*, 15(2), 183-247.
- Denno, D. W. (2003). A mind to blame: new views on involuntary acts. *Behav Sci Law*, 21(5), 601-618.
- Duncan, G. J., Brooks-Gunn, J., & Klebanov, P. K. (1994). Economic deprivation and early childhood development. *Child Dev*, 65(2 Spec No), 296-318.
- Farah, M. J. (2002). Emerging ethical issues in neuroscience. *Nat Neurosci*, 5(11), 1123-1129.
- Farah, M. J. (2005). Neuroethics: the practical and the philosophical. *Trends Cogn Sci*, 9(1), 34-40.
- Farah, M. J. (2007). Social, legal, and ethical implications of cognitive neuroscience: "neuroethics" for short. *J Cogn Neurosci*, 19(3), 363-364.
- Farah, M. J., Noble, K. G., & Hurt, H. (2006). Poverty, privilege, and brain development: empirical findings. In J. Illes (Ed.), *Neuroethics: Defining the Issues in Theory, Practice And Policy* (pp. p.277-288): Oxford University Press, USA
- Feinberg, T. (2001). *Altered Egos: How the Brain Creates the Self*. New York: Oxford University Press.
- Fiddick, L., Cosmides, L., & Tooby, J. (2000). No interpretation without representation: the role of domain-specific representations and inferences in the Wason selection task. *Cognition*, 77(1), 1-79.
- Fischer, H., Tillfors, M., Furmark, T., & Fredrikson, M. (2001). Dispositional pessimism and amygdala activity: a PET study in healthy volunteers. *Neuroreport*, 12(8), 1635-1638.
- Fukushi, T., Sakura, O., & Koizumi, H. (2007). Ethical considerations of neuroscience research: the perspectives on neuroethics in Japan. *Neurosci Res*, 57(1), 10-16.
- Garland, B. (2004). Monitoring and Imaging the Brain. In B. Garland (Ed.), *Neuroscience and the Law: Brain, Mind, and the Scales of Justice* (pp. p.7-24). New York: Dana Press.
- Gazzaniga, M. S. (2005). *The Ethical Brain*: Dana Press.
- Gershon, A. A., Dannon, P. N., & Grunhaus, L. (2003). Transcranial magnetic stimulation in the treatment of depression. *Am J Psychiatry*, 160(5), 835-845.
- Glannon, W. (2006). *Bioethics and the brain*: Oxford University Press, USA.
- Greene, J. D. (2003). From neural 'is' to moral

- 'ought': what are the moral implications of neuroscientific moral psychology? *Nat Rev Neurosci*, 4(10), 846-849.
- Greene, J. D. (2007). Why are VMPFC patients more utilitarian? A dual-process theory of moral judgment explains. *Trends Cogn Sci*, 11(8), 322-323.
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44(2), 389-400.
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293(5537), 2105-2108.
- Haggard, P. (2005). Conscious intention and motor cognition. *Trends Cogn Sci*, 9(6), 290-295.
- Haynes, J. D., Sakai, K., Rees, G., Gilbert, S., Frith, C., Passingham, R. E. (2007). Reading hidden intentions in the human brain. *Current Biology*, 17, 323-328.
- Hyman, S. E. (2007). The neurobiology of addiction: implications for voluntary control of behavior. *Am J Bioeth*, 7(1), 8-11.
- Iacono, W. G. (2008). The forensic application of "brain fingerprinting:" why scientists should encourage the use of P300 memory detection methods. *Am J Bioeth*, 8(1), 30-32; discussion W31-34.
- Illes, J. (2003). Neuroethics in a new era of neuroimaging. *AJNR Am J Neuroradiol*, 24(9), 1739-1741.
- Illes, J., Kirschen, M. P., & Gabrieli, J. D. (2003). From neuroimaging to neuroethics. *Nat Neurosci*, 6(3), 205.
- Kay, K.N., Naselaris, T., Prenger, R.J., & Gallant, J.L. (2008). Identifying natural images from human brain activity. *Nature*, 452 (7185), 352-355.
- Kennedy, D. (2004). Neuroscience and neuroethics. *Science*, 306(5695), 373.
- Knutson, B., Rick, S., Wimmer, G. E., Prelec, D., & Loewenstein, G. (2007). Neural predictors of purchases. *Neuron*, 53(1), 147-156.
- Langleben, D. D., Loughhead, J. W., Bilker, W. B., Ruparel, K., Childress, A. R., Busch, S. I., et al. (2005). Telling truth from lie in individual subjects with fast event-related fMRI. *Hum Brain Mapp*, 26(4), 262-272.
- Lee, S. H., Choi, J. H., Lee, N., Lee, H. R., Kim, J. I., Yu, N. K., Choi, S. L., Lee, S. H., Kim, H., & Kaang, B. K. (2008). Synaptic protein degradation underlies destabilization of retrieved fear memory. *Science*, 319 (5867), 1253-1256.
- Levy, N. (2007). *Neuroethics: Challenges for the 21st Century*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Libet, B. (1999). How does conscious experience arise? The neural time factor. *Brain Res Bull*, 50(5-6), 339-340.
- Libet, B. (2003). Can conscious experience affect brain activity. *J. of Consciousness Studies*, 10, 24-28.
- Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary

- act. *Brain*, 106 (Pt 3), 623-642.
- McClure, S. M., Li, J., Tomlin, D., Cypert, K. S., Montague, L. M., & Montague, P. R. (2004). Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks. *Neuron*, 44(2), 379-387.
- Meaney, M. J., Diorio, J., Francis, D., Widdowson, J., LaPlante, P., Caldji, C., et al. (1996). Early environmental regulation of forebrain glucocorticoid receptor gene expression: implications for adrenocortical responses to stress. *Dev Neurosci*, 18(1-2), 49-72.
- Meegan, D. V. (2008). Neuroimaging techniques for memory detection: scientific, ethical, and legal issues. *Am J Bioeth*, 8(1), 9-20.
- Mohamed, F. B., Faro, S. H., Gordon, N. J., Platek, S. M., Ahmad, H., & Williams, J. M. (2006). Brain mapping of deception and truth telling about an ecologically valid situation: functional MR imaging and polygraph investigation--initial experience. *Radiology*, 238(2), 679-688.
- Moreno, J. D. (2007). *Mind Wars: Brain Research and National Defense*. New York: Dana Press.
- Morse, S. J. (2007). Voluntary control of behavior and responsibility. *Am J Bioeth*, 7(1), 12-13.
- National Research Council. (2003). *The polygraph and lie detection*. Washington D. C.: National Academies Press.
- Neuroethics needed. (2006). *Nature*, 441(7096), 907.
- Neuroethics: Mapping the Field*. (2002, May 13-14). Paper presented at the Neuroethics: Mapping the Field, San Francisco, California.
- Nichols, S. (2006). Folk intuitions on free will. *Journal of Cognition and Culture*, 6, 57-86.
- Norman, K. A., Polyn, S. M., Detre, G. J., & Haxby, J. V. (2006). Beyond mind-reading: multi-voxel pattern analysis of fMRI data. *Trends Cogn Sci*, 10(9), 424-430.
- Plassmann, H., O'Doherty, J., Shiv, B., & Rangel, A. (2008). Marketing actions can modulate neural representations of experienced pleasantness. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 105(3), 1050-1054.
- Pontius, A. A. (1993). Neuroethics vs neurophysiologically and neuropsychologically uninformed influences in child-rearing, education, emerging hunter-gatherers, and artificial intelligence models of the brain. *Psychol Rep*, 72(2), 451-458.
- Racine, E., Bar-Ilan, O., & Illes, J. (2005). fMRI in the public eye. *Nat Rev Neurosci*, 6(2), 159-164.
- Racine, E., & Hayes, K. (2006). The need for a clinical ethics service and its goals in a community healthcare service centre: a survey. *J Med Ethics*, 32(10), 564-566.
- Racine, E., van der Loos, H. Z., & Illes, J. (2007). Internet marketing of neuroproducts: new practices and healthcare policy challenges. *Camb Q Healthc Ethics*, 16(2), 181-194.
- Raeymaekers, P., Rondia, K., & Slob, M. (2004). *Connecting Brains and Society: The present and future of brain science: what is possible, what is desirable?* Amsterdam, The Netherlands: King Baudouin Foundation.
- Rees, D., & Rose, S. (2004). *The New Brain Sciences: Perils and Prospects*: Cambridge

- University Press
- Roskies, A. (2002). Neuroethics for the new millennium. *Neuron*, 35(1), 21-23.
- Roskies, A. (2006a). A case study in neuroethics: the nature of moral judgment. In J. Illes (Ed.), *Neuroethics: Defining the Issues in Theory, Practice And Policy* (pp. p.17-32): Oxford University Press, USA
- Roskies, A. (2006b). Neuroscientific challenges to free will and responsibility. *Trends Cogn Sci*, 10(9), 419-423.
- Seth, A. K., Iversen, J. R., & Edelman, G. M. (2006). Single-trial discrimination of truthful from deceptive responses during a game of financial risk using alpha-band MEG signals. *Neuroimage*, 32(1), 465-476.
- Shema, R., Sacktor, T. C., & Dudai, Y. (2007). Rapid erasure of long-term memory associations in the cortex by an inhibitor of PKM zeta. *Science*, 317(5840), 951-953.
- Son, G.H., Geum, D., Chung, S., Kim, E.J., Jo, J.H., Kim, C.M., Lee, K.H., Kim, H., Choi, S., Kim, H.T., Lee, C.J., & Kim, K. (2006). Maternal stress produces learning deficits associated with impairment of NMDA receptor-mediated synaptic plasticity. *J Neurosci*, 26 (12), 3309-3318.
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Tessner, K. D., & Toga, A. W. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *J Neurosci*, 21(22), 8819-8829.
- Spence, S. A., Farrow, T. F., Herford, A. E., Wilkinson, I. D., Zheng, Y., & Woodruff, P. W. (2001). Behavioural and functional anatomical correlates of deception in humans. *Neuroreport*, 12(13), 2849-2853.
- Timpane, J. (2004). Models for the neuroethical debate in the community. *Cerebrum*, 6(4), 100-107.
- Toga, A. W., Thompson, P. M., & Sowell, E. R. (2006). Mapping brain maturation. *Trends Neurosci*, 29(3), 148-159.
- Wolf, S. M. (2008). Neurolaw: the big question. *Am J Bioeth*, 8(1), 21-22; discussion W21-24.
- 1차원고접수: 2008. 4. 19.  
수정원고접수: 2008. 5. 22.  
최종게재결정: 2008. 6. 6.



## **Neuroethics: Ethical, philosophical, legal, and social implications of neuroscience and its applications**

**Sunhae Sul**

**Choongkil Lee**

Department of Psychology, Seoul National University

Exciting developments of neuroscience in recent years have brought not only a better understanding of the brain function, but also new ideas on humanity such as origins of self, free will, and mind. While innovative neurotechnologies based on these developments have opened the possibility for applications unforeseeable in the past, new concerns of ethical, philosophical, legal, and social implications associated with these trends have appeared. In the current article, we review the concerns and trends of the neuroethics, which has emerged in recent years to deal with ethical and legal issues related to neuroscience and its applications. We mainly discuss ethical issues that accompany applications of neurotechnologies, and philosophical challenges of how we can understand the new findings in neuroscience.

*Key words* : neuroethics, ELSI, brain science, neuroscience, neurotechnology, bioethics