

## 신경윤리의 독자성과 주요 쟁점들\*

김 효 은<sup>†</sup>  
한밭대학교

설 선 혜<sup>†</sup>  
부산대학교

본 논문은 신경윤리의 철학적 의미와 인지 패러다임 안에서의 독자적 위치를 검토하고, 신경윤리의 쟁점들을 고찰하는 것을 목적으로 한다. 뇌과학의 발전은 인간 정신에 대한 보다 직접적인 탐구와 개입을 가능하게 하여 전통적인 물질과 정신의 경계를 약화시키고, 인간 본성에 대한 새로운 철학적 질문들을 제기한다. 신경윤리는 기존 법적, 사회적 체계에서 포괄하기 어려운 뇌과학과 관련된 윤리적 문제들을 다루기 위하여 학제적이고 통합적 관점을 취한다. 신경윤리의 쟁점들 중에는 일부 고전적 생명윤리 쟁점과 겹치는 부분도 있지만 뇌과학과의 관련성 안에서만 특수하게 발견할 수 있는 문제들이 더 많다. 신경윤리의 고유 쟁점은 대체로 두뇌활동의 관찰과 복호화를 통한 마음읽기와 두뇌활동에 대한 개입을 통한 인지향상과 관련되어 있는데, 이러한 문제들을 다루기 위해서는 생명윤리 하위 분야를 넘어서는 독자적 분야로서의 신경윤리가 필요하다는 주장도 제기되고 있다. 최근 뇌과학 연구 동향과 발전 단계를 고려할 때, 국내에서도 본격적인 신경윤리 논의와 관련 분야 전문가들의 협력을 시작할 필요가 있다.

주제어 : 신경윤리, 뇌과학, 뇌공학, 인지과학, 인지패러다임, 마음읽기, 정신향상

---

\* 본 연구는 과학기술정보통신부의 지원을 받아 한국뇌연구원 KBRI 뇌연구정책센터 프로그램을 통해 수행되었으며(This research was supported by KBRI Brain Research Policy Center Operation program through Korea Brain Research Institute funded by Ministry of Science and ICT) 부산대학교 기본연구지원사업(2년)의 지원을 받았음.

본 논문이 완성되기까지 건설적인 조언을 해주신 익명의 심사자들과 국내 뇌과학자들의 연구 동향 조사에 도움을 준 부산대학교 정다습 학생에게 감사드립니다.

† 제1저자, 교신저자: 김효은(한밭대), 설선헤(부산대), 대전시 유성구 동서대로 125 한밭대학교 인문교양학부, 부산시 금정구 부산대학로 63번길 2, 심리학과.  
연구 분야: 신경과학철학, 사회심리학/사회신경과학  
E-mail: hyoekim26@hanbat.ac.kr, ssul@pusan.ac.kr

## 신경윤리(neuroethics)의 철학적 배경

### '정신'과 '물질' 간의 이분법에 대한 도전

신경윤리는 뇌과학과 신경과학의 발전방향을 제공할 뿐만 아니라 철학이론들이 가정하고 있던 전제들을 재구성하는 주요 계기가 된다. 신경윤리의 쟁점들은 단지 신경과학이라는 과학기술에 '대한' 윤리를 넘어선다. 오늘날 신경과학의 발전은 신경과학에 '내재한' 철학적 의미를 발견하도록 하는 동기를 제공한다. 구체적으로, 뇌과학의 발전은 '신경' 테크놀로지(neuro-technology)를 넘어서 '정신'에 대한 조작과 변경(mind-technology)을 가능하게 한다. 뇌과학의 연구대상은 기존 생명과학의 연구대상인 신경세포 간의 정보전달과정을 넘어서 인간 고유의 특징으로 여겨져 온 정신에 인위적으로 개입하는 데에까지 도달함으로써 인간 본래 수준의 인지기능을 넘어서게 하고 있다. 또, 뇌과학 연구 도구의 발전은 자기 보고(self-report)에 의존한 내성법적(introspective) 접근이나 행동의 관찰을 통한 간접적인 방법으로만 연구할 수 있다고 생각했던 정신 상태에 대한 보다 직접적인 측정과 관찰을 가능하게 하였다. 이러한 뇌과학의 성과는 마음과 뇌에 관련된 철학적, 윤리적, 사회적 문제를 제기하며 이러한 새로운 문제들을 다루는 학제적 분야가 신경윤리(neuroethics)이다(설선훈, 이춘길, 2008; Gazzaniga, 2006; Farah, 2010).

이러한 변화는 그동안 받아들여져 왔던 인간 정신과 관련한 개념과 전통적 구분에 문제를 제기한다. '마음'과 '물질'은 전통적으로 서로 다른 범주에 속하는 것으로 여겨졌다. 신경과학의 연구대상인 신경계는 '물질'에 속하는 것으로 여겨져 왔으며, '마음' 혹은 '정신'의 영역은 연구대상도 아니었을 뿐만 아니라 '의식'은 조작적으로 정의하기 어렵다는 점에서 주요한 과학적 연구대상이 되기 어렵다고 여겨졌다. 이는 철학에서 심물 이원론, 혹은 심뇌 이원론이라는 입장으로 제시되기도 하였다. 그러나 정신 기능에 인공적으로 개입하는 기술의 발전은 기존의 마음-몸, 마음-뇌 간의 이원론적인 개념 틀에 의문을 제기한다. 예를 들어, 뇌-기계 인터페이스(Brain-Machine Interface)와 인지향상약물(Cognitive Enhancer)의 발전은 마음과 물질이라는 두 개념 간의 간극을 좁히는 계기가 되었다. 이러한 발전은 인간의 정신에 직접적으로 개입하여 작용하는 뇌기반 기술을 토대로 하며, 물질과 인간의 정신의 관계를 간접적으로 다루어오거나 유전자나 세포분자 수준의 물질적 영역에 더 주목해왔던 기존 생명과학 패러다임을 넘어선다.

신경윤리는 기존의 과학기술 윤리와는 다른 사회적, 법적, 정책적, 철학적 문제를 제기한다. 대표적 사례로, 2010년 5월 13일과 14일, 미국 테네시 주 연방 법정에서는 뇌 스캔이 법정 증거로 사용될 수 있는가의 문제에 대해 중대한 판례가 될 청문회가 열렸다. 청문회가 열리게 된 배경은 다음과 같다. 썬라우(Lorne Semrau)씨는 자신이 경영하고 있는 회사와 연루된 사기 혐의를 벗어나기 위해 자신이 고의로 속인 것이 아니라는 증거로 세포스(Cephos)라는 뇌영상 서비스 회사에서 스캔한 자료를 포함시켜 달라고 테네시 연방법원 청문회에 제출했다. 판사는 뇌영상 전

문가, 법학자, 통계학자의 자문을 참고하여, 뇌스캔을 법적 증거로 받아들이는 것이 허용 불가하다는 판결을 내렸다(Miller, 2010).

두뇌에서 일어나는 신경활동을 뇌영상 도구를 사용하여 관찰하는 것이 가능해지면서 과학과 철학에 공통적인 난제였던 마음-뇌의 관계를 비교적 직접적으로 탐구하는 것이 가능해졌다. 심리학과 인지신경과학의 벽이 허물어졌으며, 철학, 인지신경과학, 심리학의 방법론을 공유하는 학제적 연구가 활발하게 진행되고 있다. 생명과학에서는 ‘정신 현상’에 대한 철학이나 심리학과의 협동연구의 필요성은 없었다는 점을 고려할 때, 이러한 변화는 기존 과학기술 발전사에서 주목할 만한 새로운 변화이다.

신경윤리는 생명윤리와 달리 정신현상에 대한 기존의 철학적 문제를 부분적으로 해결하였고, 그 주제 중 하나가 심리철학에서 오랫동안 미해결의 문제였던 ‘타인의 마음의 문제’(other minds' problem)이다. 타인이 나 자신처럼 어떤 생각을 하는 등의 마음을 가진다는 것을 우리는 어떻게 알까? 행동을 통해서만 알 수 있을 것이다. 또, 우리는 보통 나 자신의 마음에 내적인 성찰을 통해 직접 접근할 수 있다고 생각한다. 이러한 관찰에서 바로 데카르트의 유명한 어구인 ‘나는 생각한다, 고로 존재한다’가 나온 것이다. 각자의 마음에 대한 ‘일인칭적 접근이 가지는 특권적 지위’가 있다는 의미이다. 마음 바깥에 존재하는 다양한 정보들에 대한 접근이 가능해진 최근까지도, ‘마음’만은 타인이 직접적으로 접근하기 어려운 영역으로 남아 있었다. 그런데, 뇌과학의 발전은 마음이 가지는 이러한 데카르트식의 일인칭적 접근 특권을 내려놓게 만들고 있다.

### 전통적 철학 개념의 재구성

뇌과학의 발전은 자아, 감정, 의사결정, 도덕성, 책임에 대한 전통적인 개념에 문제를 제기한다. 이러한 문제들은 기존 생명과학에서는 크게 부각되지 않던 문제들로, 뇌과학의 발전과 함께 대두된 것이다. 뇌영상 기술과 뇌향상 기술들은 인간의 정신 과정에 대한 직접적 관찰과 개입을 가능하게 하였고, 인문학의 영역이었던 자유의지나 도덕적 책임의 문제를 완전히 새로운 관점에서 바라볼 수 있게 하였다. 기존의 생명과학이 인간의 신체에 주로 관여했다면, 뇌과학은 인간의 정신을 과학의 영역으로 편입시키면서 인간 본성과 관련된 전통적인 철학적 문제들을 재구성할 필요성을 가져왔다.

예를 들어, 뇌과학과 뇌공학 기술의 발전은 신체의 인위적 변형뿐만 아니라 마음의 인위적 변형을 가능하게 할 것이라는 기대와 우려를 동시에 낳고 있다. 기억력의 인위적 향상, 뇌기능의 인위적 통제, 뇌활동 관찰을 통한 마음읽기(mind reading)의 가능성, 특정 행동이나 의사결정과 관련된 뇌 활동 발견을 통한 치료와 향상, 뇌 반응을 통한 인간의 반응 통제 등은 더 이상 공상과학의 영역이 아니다. 이러한 변화는 자아, 자유의지, 책임과 같은 인간 정신의 근원에 대한 의문을 제기하게 만든다. 정신을 물질로 환원하여 이해할 수 있다는 것은 인간 정신이 지니는 특

수한 지위를 부정하는 것인가? 물리적 개입으로 정신을 조작할 수 있다면, 행위의 주체인 자아라는 개념은 착각에 불과한가?

뇌과학의 발전은 인간이 기계나 동물보다 우월한 마음을 가진다는 가정에도 문제를 제기한다. ‘마음’ 개념과 ‘몸’ 개념을 구분함으로써 어떤 행위나 목표를 향해 몸을 움직일 때 자유의지를 발휘한다는 것이 일반적인 믿음이다. 그리고 어떤 행위에 대한 법적 처벌이나 도덕 판단은 그 행위를 한 사람이 바로 그러한 자유의지를 가지고 있다는 가정 하에 내려지는 것이다. 만약 자유의지가 없다고 인정되는 심신미약이나 정신적 문제가 있는 사람이 저지른 범죄행위라면 자유의지가 있는 사람의 행위와는 다르게 판단된다. 그런데 물질에 속하는 뇌 상태로 인간의 마음과 행동을 설명하고, 물리적 개입으로 마음과 행동이 의지와 무관하게 작동하게 된다면 자유의지에 대한 믿음에 의문이 제기될 수밖에 없다. 인간에게만 특별한 자유의지나 마음의 역할은 없는 것인가 라는 질문이 제기될 수 있다.

신경윤리란 뇌가 작동하는 방식에 대한 지식을 바탕으로 인간, 자아, 자유의지의 본질이 무엇인지에 대해 뇌과학, 심리학, 철학, 법학 등 여러 분야의 관점을 통합하여 종합적으로 검토하는 융합 분야이다. 신경윤리에서 제기하는 쟁점들은 어느 특정한 한 분야의 주제들이 아니다. 생명윤리는 생명과학과 윤리학의 협동분야인 반면, 신경윤리는 ‘인간’의 신체뿐만 아니라 정신의 모든 측면과 그 본성 자체가 쟁점이 되는 만큼 뇌과학, 심리학, 철학, 법학, 정책 등 인간의 삶과 관련된 거의 모든 분야들을 포괄한다. 신경윤리의 구체적 예들은 다음과 같다. 생명의 시작과 끝에 대한 새로운 정의, 뇌기능을 향상시키는 데 있어 환경이 중요한지, 유전적 요소가 중요한지의 문제, 뇌영상을 통한 거짓말 탐지기(뇌지문)의 한계와 인간 인지상태를 판단하는 것의 위험성, 인지 능력 향상 약물의 허용문제, 뇌영상이 범죄자 판결의 기준이 될 수 있는지의 문제 등이다.

이러한 문제들은 기존 생명윤리의 가치판단이나 윤리, 법으로는 설명하거나 판단하지 못하는 문제들이다. 더 나아가 신경윤리의 문제들은 그 사안들의 성격과 파급속도가 직접적이고 빠르다. 예를 들어, 정신기능을 향상시키는 뇌공학 기술들은 비교적 비침습적으로 보이는 동시에 즉각적인 효용이 동반되기 때문에 충분한 윤리적 숙고의 기회 없이 받아들여질 수 있는 특성을 가지고 있다. 미리 윤리적 문제들을 예측하고 논의하여 방향을 설정해 두지 않는다면 심각한 사회적 문제들이 발생할 수 있다.

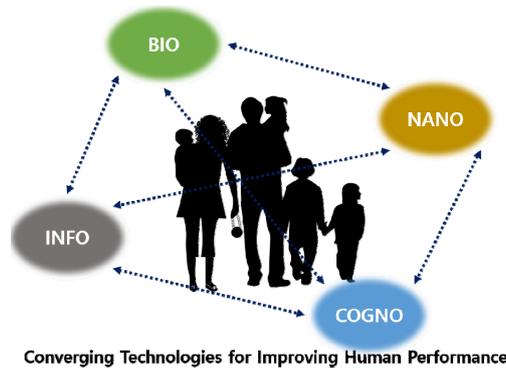
### 신경윤리의 인지 패러다임과 독자성

신경윤리의 태동에서부터 중요한 역할을 해왔던 대표적인 뇌과학자이자 신경윤리학자인 마이클 가자니가(Gazzaniga, 2006)의 정의를 빌자면, 신경윤리는 “뇌의 기초를 이루는 메커니즘을 이

해함으로써 알게 된 질병, 죽음, 생활 철학 등의 사회적 쟁점을 우리가 어떻게 다루기 바라는지를 검토하는 분야”이다. 그런데, 이러한 광범위한 정의는 생명과학이 다루는 질병이나 죽음과 관련한 윤리와 중복되는 것인가? 왜 뇌과학과 관련된 윤리를 생명과학의 윤리와 독립적으로 언급하는가?

기존 과학기술윤리 패러다임과의 차이: 마음-뇌 관계의 직접성과 인지 패러다임

미국 과학재단(National Science Foundation)에서 2002년 발표한 「미래 융합과학기술 예측보고서」에 따르면, 인지, 즉 인간 정신에의 개입과 변형과 관련된 영역은 기존 생명과학이나 나노과학, 정보과학과 구분되는 인지 패러다임에 속한다. 그리고 현재를 포함한 미래 과학기술은 이 네 영역이 ‘동시에’ 그리고 ‘융합하여’ 발전해 나가고 있는 것(Bainbridge, 2013; 그림 1)으로 묘사하고 있다. 신경윤리가 기존의 생명윤리 및 과학기술윤리와 구분되는 지점이 바로 여기에 있다. 기존의 생명윤리의 문제들이 주로 물질 차원에서 다루어지거나 인간의 정신과 물질의 관계 사이의 직접적 관련성에 크게 주목하지 않았던 반면, 신경윤리의 문제들은 물리적 차원에 속하는 두뇌와 정신 사이의 보다 직접적인 관련성을 탐구한다. 즉, 물리적 개입을 통해 인지상태를 즉각적으로 변화시키고 두뇌의 물리적 특성을 이해하여 정신 상태를 즉각적으로 번역하는 기술은 물질과 정신의 허물어진 경계 사이에 위치한다. 즉, 생명과학, 정보과학, 나노과학이 물질 중심의 패러다임에 속한다면, 뇌과학은 정신 중심의 인지 패러다임을 포괄하며, 뇌과학의 윤리적 문제들을 다루는 신경윤리도 마찬가지이다.



(그림 1) 인간수행능력 향상을 위한 융합기술 (Bainbridge, 2013)

뇌과학은 철학과 심리학의 주요 연구 주제였던 인간 정신과 물질 과학의 범주에 속하는 정보통신, 나노, 로봇 등을 연결하는 허브 역할을 하면서 과학기술을 인지패러다임으로 이끄는 건인

차 역할을 하고 있다. 뇌과학은 생명과학과 구별되는 다음 두 가지 차원의 정보와 기술을 사용한다. 첫째, 뇌과학과 인간 정신의 관계는 다른 생명과학 분야에 비하여 직접적이다. 예를 들어, 유전자에 대한 이해도 궁극적으로는 인간의 정신에 대한 이해를 돕지만, 유전자를 통해 인간 정신에 대해 즉시적이고 직접적인 이해를 하는 것은 불가능하다. 유전자의 변형이 궁극적으로는 인간의 신체뿐만 아니라 정신의 변형을 야기하지만, 특정 유전자 조작과 그로 인한 정신 상태의 변화 사이에는 수많은 단계들과 가능성이 존재한다. 반면, 뇌과학은 신경계 전반, 그 중에서도 특히 두뇌 기능을 다룸으로써 인간 정신에 보다 가까운 시스템 차원의 이해를 가능하게 하며, 두뇌를 직접 자극하거나 신경 약물을 사용하여 인간 정신에 대한 즉각적인 개입과 변형을 시도한다. 따라서 뇌과학의 발전이 미치는 윤리적, 법적, 사회적 체계에 미치는 영향은 다른 과학기술분야에 비해서 직접적이고 즉각적일 수 있다.

둘째, 두뇌의 신경활동 정보가 기계(로봇, 인공지능)에서 사용되는 무유전 신호와 연결되어 뇌-기계 인터페이스 기술은 기계와 인간, 물질과 정신의 경계를 약화시킨다. 예를 들어, 인간 정신의 향상, 즉 인지향상<sup>1)</sup>은 정상적 인간의 현재 상태를 넘어서서 ‘인간’ 개념에 대한 문제를 제기한다. 신경약물이나 뇌자극과 같은 물리적 개입을 통해 직접적으로 마음 상태를 변화시키는 기술은 인간의 자유의지나 인격동일성과 같은 문제와 관련 있다. 따라서 단순한 부작용 문제를 넘어서 마음-뇌 관계에 대한 인지과학적, 뇌과학적, 심리철학적 접근을 필요로 한다. 신경윤리는 인간의 삶과 관련된 여러 학문 분야들의 학제적 노력과 통합적 관점을 통해 인지패러다임으로의 전환 속에서 등장하는 이러한 문제들을 기존의 철학적 법적 체계에서 어떻게 다루어야 하는지 논의하고 기존 체계의 변화가 필요하다면 어떠한 변화가 최선인지에 대하여 검토하고 대처하는 역할을 한다.

이러한 뇌과학의 발전은 인간이 인지적 한계를 극복할 수 있는 가능성을 열어주고, 인간 정신에 대한 깊이 있는 이해를 가능하게 한다는 점에서 긍정적이다. 그러나 다른 한편으로는 기존의 법적, 사회적 체계에서 다루어 본 적이 없는 새로운 윤리적 문제들을 발생시킬 뿐만 아니라 전통적으로 인간 고유의 덕목으로 여겨져 왔던 인간의 자율성과 의지력에 대한 의문을 제기한다. 따라서 인간 정신에 대한 뇌과학의 새로운 발견들과 뇌에 대한 직접적 개입으로부터 발생할 수 있는 윤리적 문제들을 포괄하기 위해서는 기존의 법적, 사회적 체계의 재정비가 필요하다. 신경윤리는 단순히 뇌과학과 관련된 윤리적 문제들에 대한 학문적 성찰에 그치는 것이 아니라 사회 시스템을 떠받치는 법 체제와 윤리적 공감대를 어떻게 재구성해야 하는가에 대한 현실적인 대

---

1) ‘enhancement’는 ‘강화’로 번역되는 경우도 있다. 반면, 이 논문은 ‘강화’를 신체기능의 의도된 변화에, ‘향상’을 정신기능의 의도된 변화에 더 알맞은 번역어로 사용한다. 육체의 근육기능의 경우 기능이 지나치게 향진되어 생기는 문제는 비교적 없지만, 정신기능이 향진될 경우 다른 기능이 약화되거나 비정상적으로 기능하는 경우가 가능하다(Glannon, 2006; Hyman & Fenton, 2003) 정신 기능의 강화와 향상이 불일치하는 경우도 있다. 따라서 정신 기능의 ‘강화’보다는 ‘향상’이 더 적절한 번역일 수 있다.

안을 논의한다.

#### 적용범위의 독자성: 인간 경험의 근간이 되는 철학적 전제들 포괄

신경윤리와 생명윤리가 중복되는 지점이 있음은 과학기술 발전에서의 연속성과 비연속성을 고려할 때 다른 분야에도 해당되는 자연스러운 현상이다. 일부 신경윤리의 문제들 중에는 유전공학 기술이나 줄기세포 연구와 같은 생명과학 분야의 윤리적 쟁점과 유사한 부분도 있다. 그러나 지난 15년 여 간 신경윤리학자들은 기존 과학기술 윤리의 틀 안에서 다루기 힘든 새로운 쟁점들을 발굴하고 논의해 왔다. 2000년 대 초반에는 신경윤리의 적용 범위를 신경윤리가 뇌과학의 기술을 어떻게 적용할 것인가에 대한 답을 찾는 ‘뇌과학의 윤리학(Ethics of Neuroscience)’과 인간 윤리에 대한 뇌과학적 사실을 연구하는 ‘윤리의 뇌과학(Neuroscience of Ethics)’이라는 두 가지 범주로 구분하여 뇌과학 적용의 문제와 인간 윤리에 대한 이해의 문제를 다루고자 하였다 (Farah, 2005; Gazzaniga, 2005; Ree & Ross, 2004). 적용의 문제는 뇌과학 기술의 윤리적 적용에 대한 논의를 포함하는데, 그 중에서도 질병의 진단과 치료와 관련된 영역은 기존 과학기술윤리 체계에 포함될 수 있으나, 정상인의 정신 기능 향상을 위한 적용의 문제나 인간 윤리에 대한 뇌과학적 이해의 문제는 신경윤리의 독자적인 영역에 해당한다고 볼 수 있다.

특히, 윤리의 뇌과학은 인간정신에 대한 기존의 철학적, 심리학적 이해와 인간의 고등 인지 기능을 연구 주제로 포괄하게 된 뇌과학이 서로 만나면서 가능해진 영역으로 신경윤리의 독자성을 가장 잘 보여주는 영역이라고 할 수 있다. 자아의 문제나 윤리적 주체로서의 인간이라는 문제는 그 동안 이론적으로만 접근 가능했던 주제였으나, 이제 뇌과학의 발전으로 인문-사회-자연 과학의 통합적이고 학제적 연구로 접근할 수 있는 주제가 되었다. 대표적 예로는, 존재론적인 질문, 인간성에 대한 근본적 질문, 사고와 행동 주체가 두뇌인가, 아니면 마음이 뇌와 별도로 있는가 등의 근본적 문제들이 학제적 연구를 통해 검토해볼 수 있는 신경윤리의 주제들로 자리 잡게 되었다. 윤리에 대한 뇌과학적 이해의 영역은 뇌과학의 발전이 가져올 인간 본성에 대한 관점의 변화와 그 영향에 대한 논의를 포함한다는 점에서 특수하다.

이처럼 신경윤리가 독자성을 가지는 이유는 인간의 뇌가 지니는 특수한 지위 때문이다. 인간의 뇌는 다른 신체 기관과는 달리 인간의 정체성, 자아 개념, 정신과 동격이라고 할 수 있는 기관이다. 뇌신경 신호를 해독하려는 시도는 생각, 감정, 의도와 같은 심적 내용을 해독하려는 시도라고 할 수 있으며, 뇌의 작용을 직접적으로 조작하려는 시도는 정신 과정 자체에 직접적으로 개입하려는 시도라고 할 수 있다. 이러한 시도는 인간 경험의 근간이 되는 중요한 요소들에 변화를 가져올 수 있다. Goering Yeste(2016)는 이러한 변화를 세 가지 주요 영역으로 나누어 제안하였는데, 뇌과학의 발전으로 인하여 정신 활동에 대한 사적 자유(private mental life), 행위자 자신이 행위 주체라는 믿음(agential action on the world), 신체를 경계로 하는 개인이라는 개념

(individual as bounded by their bodies)에 대한 근본적인 변화가 일어날 것이라고 보았다.

### 정신 활동에 대한 사적 자유

뇌영상 자료를 바탕으로 뇌활동을 복호화(decoding)하고자 하는 기술은 다변량패턴분석 기법과 기계학습 알고리즘의 도입으로 빠르게 발전하고 있다. 예를 들어, 뇌영상 신호의 패턴을 통하여 정서(Kragel & LaBar, 2016), 통증의 정도(Hu & Iannetti, 2016), 선호와 보상경험(Kahnt, 2017), 의도(Hein et al., 2016)와 같은 주관적 경험을 예측할 수 있다는 연구 결과들이 다수 발표되고 있다. 아직까지 구체적인 생각의 내용을 언어의 형태로 재구성할 수 있는 단계에는 이르지 못했지만(Ritchie et al., 2017), 뇌영상 자료를 해독하여 시각 경험을 재구성하는 기술은 이미 상당한 수준에 이르렀다(Horikawa & Kamitani, 2017).

뇌영상 분석 기술이 개인의 생각과 감정과 행위 의도와 같은 숨겨진 심적 과정을 구체적으로 읽어내는 단계에 이른다면, 단순한 개인 정보 보호의 문제를 뛰어 넘는 사적 자유의 침해가 발생할 수 있다. 자신의 생각과 감정이 전적으로 사적인 것이며 그것을 언제 어떤 방식으로 타인에게 보일 것인가에 대한 선택권을 가지고 있다는 일반적인 믿음에 큰 변화가 일어날 것이다.

### 행위 주체의 문제

인간과 동물의 정신 과정을 신경 세포의 물리 화학적 작용으로 설명하려는 접근은 새롭지 않지만, 뇌영상 기법이 지금과 같이 발전하기 전에는 신경세포들의 물리 화학적 작용과 고등 정신 과정 사이의 관련성이 비교적 간접적이었다. 가시적인 뇌손상이나 명확하게 진단 가능한 정신 질환과 같은 예외적인 사례의 경우를 제외하면, 판단과 의사결정, 도덕적, 법적, 윤리적 행동을 뇌의 작용과 직접적으로 연결지을 수 있는 사례도 드물었다. 그러나 최근의 뇌영상 기법의 발전은 거의 모든 정신과정을 뇌과학의 연구 주제에 편입시켰다. 예를 들어, 다양한 사회적 행동의 신경 기전을 연구하는 분야인 사회신경과학(social neuroscience) 분야의 논문은 1990년 대 후반에 연 평균 50편 미만으로 출판되었으나 2014년 한 해에만 400 편 이상의 논문이 출판되었고 인용회수는 14,000회에 이른다(Harmon-Jones & Inzlicht, 2016). 인간의 시각 경험이 시각 피질의 활동으로 설명될 수 있다는 사실과 인간의 도덕적 판단과 행동이 전전두피질의 활동으로 설명될 수 있다는 사실은 과학자들에게는 동일한 과학적 사실일 수 있다. 그러나 과거에 철학과 심리학의 개념으로 설명되던 인간의 정신 과정이 점진적으로 뇌과학의 개념들로 대체되어간다면, 과학자 집단뿐만 아니라 일반 대중들의 환원론적 관점을 더욱 촉진시키는 결과를 가져올 수 있다.

환원론적 관점이 불러올 수 있는 가장 대표적인 쟁점은 행위 주체에 대한 인식이다. 사람들은 기본적으로 의식적인 행동을 할 때, 그 행동이 발생하도록 만든 주체가 자기 자신이라고 믿으며, 이 때 자기(the self)는 신경세포의 물리화학적 작용을 넘어서는 정신적 존재라고 가정한다. 그러나 자기 인식과 사회적 상호작용을 포함한 광범위한 고등 인지 기능이 뇌의 작용과 다르지

않다는 설명은 이러한 믿음을 재고하게 만든다.

### 인간 경계와 정체성의 문제

뇌과학의 발전은 단순히 뇌의 기능을 이해하는 것을 넘어서 인간의 신체적, 정신적 능력을 생물학적 한계를 벗어나는 범위로 확장할 수 있는 새로운 기술의 개발을 가능하게 한다. 뇌와 기계를 연결시키거나 뇌와 뇌를 연결시키는 뇌-기계 인터페이스, 뇌-뇌 인터페이스(Brain-brain-interface) 기술이 그것이다. 이러한 기술은 생각(뇌)에서 행동, 행동에서 기계 작동이라는 단계로 이루어지던 인간과 기계의 상호작용 방식을 생각(뇌)으로 직접 기계를 작동하는 방식으로 바꾼다. 이러한 변화는 생각의 주체(뇌)와 행위 주체(기계)를 분리시키는 동시에, 뇌와 상호작용하는 기계를 확장된 자아로 인식하게 만들어서 인간과 기계의 경계를 모호하게 만드는 역설적인 결과를 초래할 수 있다. 신체라는 물리적 실체를 통해 경계 지웠던 개인이라는 개념이 더 이상 유효하지 않게 되는 것이다. 또한, 언어를 매개로 이루어지던 대인 간 상호작용이 뇌와 뇌를 직접 연결시키는 방식으로 대체된다면 개인과 개인 간의 경계 또한 허물어질 수 있다. 여기서 자아 또는 개인의 경계에 대한 혼란은 단순히 철학적인 개념의 혼란만을 이야기하는 것이 아니다. 실제 뇌-기계 인터페이스나 뇌-뇌 인터페이스를 사용하는 사용자가 심리적으로 자아 경계의 혼란을 경험한다면 문제는 더욱 심각할 수 있다.

## 신경윤리의 주요 쟁점들: 고전적 생명윤리 쟁점과 신경윤리 고유의 쟁점

신경윤리는 뇌과학 발전과 관련된 이러한 문제들을 중심으로 구체적인 이슈들을 발굴하고, 논의하고, 필요한 경우 선제적으로 대처할 수 있는 가이드라인을 제시하는 것을 목표로 한다. 이 장에서는 지금까지 신경윤리에서 논의되어왔던 주요 쟁점들을 간략하게 살펴보고, 고전적인 생명윤리 쟁점에 포함될 수 있는 영역과 신경윤리 고유의 영역을 구분하여 구체적인 뇌과학 기술을 중심으로 관련 쟁점을 논의한다.

### 신경윤리의 주요 쟁점 분류

신경윤리의 주요 쟁점은 신경윤리학의 역사와 함께 그 내용과 분류가 변해왔으며 학자에 따라 주요 내용과 분류가 달라지기도 한다. 신경윤리학의 초기에는 기존 과학기술 윤리와 생명윤리에서 사용하는 ELSI(Ethical, legal, social issues; 윤리적, 법적, 사회적 쟁점)에 따라서 뇌과학의 ELSI를 발굴하는 것에 중점을 두었다(Pontius, 1993; 설선헤, 이춘길, 2008). 인간 본성에 대한 근본적인 물음은 윤리적 쟁점, 법 장면에서의 적용과 관련된 물음은 법적 쟁점, 사회 체계에 대한

관점에 대한 영향이나 사회 정의와 기회의 평등과 관련된 물음은 사회적 쟁점으로 분류되었다.

Illes와 Bird(2006)는 초기 분류를 세분화하고 ELSI를 반영하여 자기 개념, 정체성, 행위주체와 책임의 문제(the self, agency, and responsibility), 사회 정책(social policy), 적용(practice), 소통, 담론, 교육(public discourse and training)의 문제를 중심으로 주요 쟁점을 제안하였다. 첫째, 정체성, 행위주체와 책임의 문제는 철학적 이슈와 법적 이슈가 관련되어 있다. 뇌과학 발전으로 인한 결정론적 세계관과 환원주의의 축진이 가져올 인간 본성에 대한 관점의 변화에 대하여 논의하면서 이러한 논의가 행위 책임의 문제로 이어지기 때문에, 행위 책임 판단의 중요한 기준이 되는 법의 영역에 큰 영향을 미칠 것으로 예상하였다. 둘째, 사회 정책과 관련된 이슈는 크게 사회 시스템의 정당화 문제와 불평등의 문제를 포함한다. 예를 들어, 결정론적 관점이 현 사회 시스템의 정당화 근거로 사용될 위험에 대하여 검토하고, 인지 능력을 노력 없이 손쉽게 향상시킬 수 있는 기술이 개발되고 대중화 되었을 때 빈부격차로 인해 초래되는 기술 접근성의 차이가 불평등을 더 강화할 가능성에 대한 논의한다. 또한 사회경제적 지위가 뇌 발달에 미치는 영향에 대한 뇌과학의 실증적 연구 결과들을 사회 정책에 적용하는 방안에 대해서도 다룬다. 셋째, 적용의 문제는 뇌과학 기술이 다양한 현장에서 적용될 때 발생할 수 있는 문제로, 치료를 위한 적용과 향상을 위한 적용에서 발생하는 문제에 차이가 있다. 치료를 위한 적용에서는 주로 부작용 대비 효과 분석에 초점을 두지만 향상을 위한 적용에서는 정신 능력을 약물이나 뇌자극을 이용하여 향상시키는 것이 정당한가, 기업의 이윤을 위해 뇌과학 기반 진단 및 평가 도구를 사용하거나 정신 능력 향상 기술을 사용하는 것이 정당한가 등의 문제를 다룬다. 넷째, 소통과 교육의 문제는 뇌과학의 지식을 뇌과학 전공자가 아닌 일반인에게 정확하게 전달하고, 새로운 기술의 효용과 한계에 대한 정보를 제공하는 문제를 말한다. 소통과 교육 관련 쟁점에는 연구자, 교육자, 미디어 관련 종사자, 정책 담당자, 대중을 대상으로 뇌과학과 관련된 윤리적 쟁점들을 소개하고 각 전문 분야에 적합한 가이드라인을 제공하는 방안에 대한 논의도 포함된다.

신경윤리의 독자성을 반박하는 입장에서는 신경윤리학 안에서 논의되는 많은 문제들이 고전적인 생명윤리학의 문제들과 다르지 않다고 본다. 그러나 Farah(2010)는 뇌과학의 발전으로 인간의 마음을 물리적 세계의 일부로 이해할 수 있게 되면서 발생하는 주요 쟁점에는 고전적인 생명윤리의 틀 안에서 다룰 수 있는 것도 있지만, 우리가 우리 자신과 타인을 바라보는 관점의 근본적 변화와 같이 뇌과학과의 관련성 속에서만 특수하게 발견할 수 있는 문제들이 더 많기 때문에 생명윤리의 하위 분야를 넘어서는 독자적인 분야로서의 신경윤리가 필요하다고 주장한다. 이러한 주장을 뒷받침하기 위하여 Farah(2010)는 지금까지 논의되어왔던 신경윤리의 쟁점을 고전적 생명윤리의 틀 안에 포함시킬 수 있는 문제들과 신경윤리 고유의 문제들도 재분류 하였다.

## 고전적 생명윤리 쟁점

뇌과학과 관련된 고전적 생명윤리 쟁점으로는 뇌영상 기술을 사용한 예측 검사(predictive test) 개발 관련 쟁점, 경두개자기자극(transcranial magnetic stimulation, TMS)이나 경두개직류자극(transcranial direct current stimulation, TDCS)을 이용한 정신 질환의 치료와 같은 새로운 기술의 안전성 관련 쟁점, 연구나 진단 목적과는 무관한 결과의 우연한 발견(incidental finding)의 문제가 있다. 물론 고전적 생명윤리가 포괄할 수 있는 쟁점도 신경윤리 고유 쟁점과 마찬가지로 중요한 문제이고, 신경윤리 고유 쟁점과 연속선상에 있는 문제도 있다.

예를 들어, 아직 완전한 치료법이 개발되지 않은 치매나 조현병과 같은 퇴행성 신경 질환(neurodegenerative disease)을 조기에 진단하거나 일찍부터 발병 확률을 예측하는 것이 사람들의 삶의 질을 개선하는 데 도움이 될 것인지 여부는 불명확하다. 뇌영상 자료를 근거로 어떤 사람이 20년 이내에 치매에 걸릴 확률이 80%라는 판단을 내릴 수 있다고 할 때, 이 결과를 당사자나 가족들이 아는 것이 어떤 도움이 될 것인가? 조기에 예측하고 진단한다고 해서 치료가 가능한가? 보험회사에서 이러한 정보를 아는 것이 정당한가? 이러한 문제들은 신경윤리 고유의 문제라기보다는 유전자 검사를 통한 질병의 예측과 관련된 문제와 유사하다. 고전적 생명윤리에서는 질병의 조기 진단 및 예측 기술과 관련된 주요 쟁점으로 개인 식별 정보 관리, 자료 접근 통제, 피검사자의 충분한 이해와 동의와 같은 개인 정보 보호의 문제와 삶의 질 문제를 고려할 것을 제안한다.

새로운 뇌공학 기술의 안전성과 관련된 문제도 마찬가지이다. 예를 들어, 특정한 신경계에 작용하는 약물의 부작용이나, 외과적 시술이 필요한 심부뇌자극술의 부작용에 대한 논의는 다른 의료 기술의 안전한 적용 문제와 크게 다르지 않다. 최근에는 상대적으로 비침습적인 것으로 알려져 있는 경두개자기자극이나 경두개직류자극을 이용한 뇌 자극 기술의 임상적 활용 및 상용화가 시도되고 있는데, 과연 외과적 조치가 없다는 것만으로 이러한 뇌자극 기술이 비침습적이라고 할 수 있는지 여부는 확실하지 않다. 뇌자극 기술에 대해서는 아직 약물이나 외과적 개입과 같은 체계적인 임상 시험과 부작용 확인 과정에 대한 명확한 지침이 없으며, 특히 아직 뇌 발달이 완성되지 않은 아동과 청소년에게 미치는 영향에 대해서는 확인된 바가 거의 없다(Kadosh et al., 2012). 이처럼 새롭게 등장하는 뇌과학 기반 기술들에 적합한 임상 시험 기준과 안전성 기준에 대한 논의가 필요하다. 여기서 논의되어야 할 문제들은 인체에 작용하는 다른 약물이나 장치 개발에서 고려해야 하는 문제들과 큰 차이가 없다. 고전적 생명윤리에서는 중요하게 고려해야 할 문제들로 안전과 효율성의 평가, 비용과 효과 분석, 규제 기준 마련 등을 제안한다.

연구 목적의 뇌영상 촬영 도중에 우연히 뇌의 구조적 이상을 발견하는 경우에 어떻게 대처하는 것이 바람직한가에 대한 논의는 신경윤리에서 윤리적 쟁점의 사례로 흔히 소개되어왔다. 그러나 이런 종류의 우연한 발견은 신경윤리만의 문제라기보다는 고전적인 생명윤리 문제에 가깝

다. 연구 또는 검사 목적과 무관한 우연한(부정적) 발견과 관련된 문제는 인간 대상 연구와 검사가 이루어지는 분야 전반에서 부딪힐 수 있는 문제이다. 예를 들어, 심리학 연구에서 자기보고식 설문지 응답을 확인하던 도중 우연히 우울증의 가능성을 발견하게 되었을 때 어떻게 대처해야 하는가? 다른 검사 목적으로 혈액을 검사하던 도중 지나치게 높은 납수치가 발견되었을 때 어떻게 대처해야 하는가? 윤리적 대응 방법에 대한 지침은 기관마다 다르지만, 미국의 판례에 따르면(2001년 Maryland) 혈액에서 우연히 발견된 높은 납수치와 같이 심각한 부정적 결과가 예상되는 경우 당사자에게 알릴 의무가 있다(Farah, 2010).

### 신경윤리 고유의 쟁점

신경윤리 고유의 쟁점은 크게 뇌신경 측정 신호를 통해 마음 상태를 읽는 관찰(monitoring) 기술과 관련된 쟁점과 약물이나 외부 자극을 통해 마음 상태를 변화시키는 조절(manipulating) 기술과 관련된 쟁점이 있다. 여기서는 마음 읽기와 마음 조절 관련 뇌과학 기술의 현황과 가까운 미래에 구현될 것으로 예상되는 새로운 기술들을 간략히 소개하고, 관련된 윤리적 쟁점들을 논의하고자 한다.

#### 뇌신경활동의 관찰과 마음 읽기

양전자방출단층촬영(PET), 기능적 자기공명 영상(fMRI), 뇌전도(EEG), 뇌자도(MEG), 근적외선분광법(NIRS)과 같이, 살아있고 의식이 깨어있고 생각하고 있는 인간의 뇌신경활동을 관찰할 수 있는 기능적 뇌영상 기술의 발전은 인간 뇌기능에 대한 이해를 급속도로 증진시켰으며, 사고와 감정, 동기, 의사결정, 사회성, 도덕성과 같이 복잡하고 추상적인 정신 활동을 물리적인 수준에서 관찰 가능하도록 만들었다. 기능적 뇌영상 기법이 발전하면서 신경윤리학자들은 ‘마음읽기(mind reading)’ 기술의 등장을 우려해왔다. 초기의 논의에서는 뇌영상 기술의 효용이 과대평가된 측면이 있다는 점이 부각되었으나(설선훈, 이춘길, 2008; Farah, 2005; Gazzaniga, 2005; Glannon, 2007; Ree & Ross, 2004), 최근 10여 년 사이 이러한 뇌영상 기반 추론의 한계점들을 극복하기 위한 많은 노력이 있어왔다.

뇌의 어느 영역이 어느 기능을 담당하고 있는지 알아보는 뇌기능 매핑(mapping)에 초점을 두었던 초기 연구들과는 달리 최근의 뇌영상 연구들은 실제로 두뇌 활동의 내용을 읽어내고 행동을 예측하려는 노력으로 옮겨가고 있다(Poldrack, 2011). 그 예로 메타 분석적 복호화(meta-analytic decoding) 기술의 개발(Yarkoni et al., 2011)과 다변량패턴분석(multivariate pattern analysis)과 기계 학습(machine learning)을 결합한 fMRI 분석 기법(Haxby et al., 2014)을 들 수 있다. 메타 분석에 기반한 복호화는 대규모 뇌영상 연구 데이터 베이스와 문헌 분석 알고리즘, 베이저안 통계를 사용하여 역방향 추론의 정확도를 향상시킨다. 다변량패턴분석은 fMRI 자료의 기본 단위인 개별 복셀

(voxel)을 단위로 신호 패턴을 기계학습 알고리즘을 이용하여 학습시킨 뒤 지각 경험이나 수면 중의 시각 경험, 개인의 동기(Haxby et al., 2014; Hein et al., 2016; Horikawa & Kamitani, 2017; Horikawa et al., 2013) 등을 예측하는 방법으로 주로 상관 분석에 의존하던 고전적인 뇌영상 분석 패러다임과 달리 정보의 복호화와 분류, 예측을 주요 목적으로 한다.

마음읽기 기술은 뇌의 기능을 이해하기 위한 기초 연구에도 유용하게 사용되지만, 타인의 속임 의도를 파악하는 거짓말 탐지나 소비자의 숨겨진 선호와 의도를 파악하고자 하는 뉴로마케팅의 형태로 이용되기도 한다. 뇌파를 이용한 거짓말 탐지 기술의 경우, 국내외에서 모두 범죄 수사에 보조적인 수단으로 광범위하게 활용되고 있다. 상업화 사례로는 미국 Brainwave Science의 Brain Fingerprinting 서비스가 있다. fMRI 기반 거짓말 탐지는 실험실 상황에서 수행된 거짓말 과제에서 거짓말을 할 때 활성화되는 것으로 밝혀진 영역들(예를 들어, 배외측전두피질)의 활성화 양상을 기반으로 거짓말 여부를 판단하는 기술로, 뇌파 기반 기술보다 타당도와 정확도 측면에서 더 많은 논란이 있다. 미국의 No Lie MRI와 Cephus와 같은 상업화 사례가 있고 미국 법원에서 세 차례 증거 채택을 요구 받은 적이 있으나 과학적 근거가 충분하지 않다는 전문가들의 의견으로 인하여 증거로 채택된 사례는 아직 없다(Buckholz & Faigman, 2014; Farah et al., 2014). 뉴로마케팅의 경우 고전적인 소비자 조사 기법 대신 뇌영상 자료를 비롯한 다양한 생리적 측정치를 사용하여 소비자 선호를 파악하는 서비스를 제공하는데, 해외 사례로는 Imotions (<http://imotions.com>), 국내 사례로는 Brain and Research(<http://bnr.co.kr>)가 있다.

### 마음 읽기와 관련된 신경윤리 쟁점

마음읽기와 관련된 신경윤리 고유 쟁점은 크게 세 가지로 나누어볼 수 있다. 첫째, 타당도와 정확도의 문제이다. 예를 들어, 얼마나 정확해야 충분하다고 할 수 있는가? 기계학습을 이용한 뇌신경계 질환의 바이오마커 연구들에서는 정확도가 약 60%에서 90% 사이로 다양하다(Woo et al., 2017). 또한 대부분의 연구들에서는 여전히 집단의 평균으로부터 추론된 모형을 기준으로 개인의 특성을 추론하는데, 모든 개인이 통계적인 평균에 가까운 반응을 나타내는 것은 아니다. 이것을 G2i(Group-to-individual) 문제라고 한다(Buckholz & Faigman, 2014). 예를 들어, 40명의 참가자를 대상으로 진실을 말할 때보다 거짓말을 할 때 통계적으로 유의한 수준에서 더 강한 활성화를 보이는 뇌 영역을 찾았다고 할 때, 38명의 참가자들에게서는 해당 영역이 거짓말을 할 때 더 강한 활성화를 보이지만 2명의 참가자들에게서는 반대의 패턴이 나타날 수 있다.

마음읽기 기술의 타당도와 정확도가 심리 검사를 비롯한 다른 검사 도구들의 타당도와 정확도 문제보다 더 중요하고 특별한 이유는, 피검사자가 검사 내용을 특정하고 해당 검사에만 동의하는 일이 불가능하고, 자신도 알지 못했던 생각이나 감정, 행동을 예측하는 결과가 발생할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 피검사자가 미리 내측전두피질에서 자신의 숨겨진 생각이 드러날 수 있는지 미리 알고, 내측전두피질만 빼고 자신의 뇌영상 자료를 이용해달라고 요구한다거나,

특정 분석 기법을 통해서만 자신이 감추고 싶은 특정한 마음 상태를 알 수 있다는 것을 미리 알고 그 분석 기법은 적용하지 말아달라고 요구하는 것은 불가능하다. 무의식적 사고와 감정을 읽거나 피검사자 자신의 믿음과 배치되는 결론이 도출되었을 때, 뇌신경신호의 해독 결과를 믿어야 하는가, 피검사자의 자기보고를 믿어야 하는가? 뇌신경신호의 해독 결과가 정확하다는 것을 어떻게 알 수 있는가? 이러한 문제는 아래에서 논의할 사적 자유의 침해 문제와도 밀접하게 관련되어 있다.

둘째, 사적 자유의 문제이다. 마음읽기 기술이 지금보다 더 발전하여 구체적인 사고 내용이나 감정을 읽어낼 수 있게 된다면, 언어 또는 비언어적으로 표현하지 않으면 사적인 영역으로 남겨 둘 수 있었던 부분까지도 침해 받을 수 있다. 다른 생리적 측정치나 유전자 정보는 정보 제공자가 어떤 정보를 제공할 것인지 선택할 수 있는 데 반해, 뇌영상 자료는 어떤 정보를 해석 ‘당하게’ 될지 미리 알 수 없다는 문제가 있다. 내적 상태에 대한 정보를 제공한다는 점에서 심리학 연구에서 사용하는 자기보고식 설문지와 유사한 점이 있지만, 설문지 경우 정보 제공자가 자신이 제공하는 정보에 대하여 충분히 숙지하고 있으며 자신이 원하는 정보만을 선택적으로 제공할 수도 있는 반면에 뇌영상 자료는 숙이거나 특정 정보만을 선택적으로 제공하는 것이 불가능하다.

이러한 점을 고려할 때, 지문이나 유전자 정보, 기타 생리적 측정치나 행동 측정치에 요구되는 것과 동일한 개인 정보 보호 기준을 적용할 수 있는가 하는 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 뇌영상 패턴으로 개인 식별이 가능한 수준의 복호화 기술 단계에 도달했을 때, 연구 투명성 확보와 연구 협력, 대규모 신경유전학 프로젝트(Sobrido et al., 2012) 등을 위해 공유된 뇌영상 자료를 어떻게 보호할 수 있는가? 이 자료에서 전통적인 방법을 사용한 개인 식별 정보의 제거 의미가 있는가? 일반적인 인간 대상 연구 자료, 인체 유래물 연구 자료 공유의 문제와 유사한 수준의 규제로 충분한가, 아니면 뇌과학에 특수한 기준이 필요한가? 이러한 질문에 대한 답을 찾는 일은 신경윤리 고유의 영역이라고 볼 수 있다.

셋째, 행위 책임의 문제가 있다. 행위의 책임을 묻기 위해서는 행위 의도를 파악해야 한다. 특히 범죄자에게 법적 책임을 부여하기 위해서는 행위 의도의 유무가 중요한 기준이 되기 때문에 행위자의 고의성을 여부를 입증하는 데 많은 노력을 기울인다. 그렇다면 뇌영상을 활용한 마음읽기 기술의 발전은 행위 의도 추론의 정확도를 향상시키고 행위 책임 판단을 수월하게 해줄 것인가? 추론의 정확도는 앞서 논의한 바와 같이 점진적으로 향상될 것으로 보이지만 얼마나 정확해야 충분한가의 문제는 여전히 남아있다. 마음읽기 기술이 행위 책임의 판단에 활용할 수 있는 실증적 근거를 제공해준다는 점은 긍정적이지만, 마음읽기 기술의 발전에서 파생되는 철학적 문제들은 오히려 행위 책임의 판단을 어렵게 만들 가능성도 있다. 행위 책임과 관련된 신경윤리의 주요 질문은 다음과 같다. 뇌의 이상으로 범죄 행동을 하였다면 행위자에게 책임을 물을 수 있는가? 뇌 발달이 완성되지 않은 청소년의 행동을 성인과 동일한 기준으로 판단할 수 있는가?

뇌과학의 발견들은 의사결정, 도덕성과 같은 인간의 고등 인지 기능을 신경세포들 간의 물리-화학적 작용으로 환원하여 설명한다. 뇌과학자의 입장에서는 정신 과정에 대한 물리-화학적 설명이 전혀 새로운 것이 아닐 수 있다. 예를 들어, 도덕적 의사결정의 신경 메커니즘을 밝힌 논문이 발표된다고 하여서 도덕적 행위의 책임을 뇌에 지워야 한다는 생각을 하는 뇌과학자는 없을 것이다. Farah(2005)는 과학적 이해와 탐구를 위하여 취하는 환원론적 입장을 방법론적 환원주의라고 부르면서 ‘인간의 정신이 물질에 지나지 않는가?’, ‘행위 책임을 어디에 지워야 하는가?’와 같은 존재론적 질문과는 구별해야 한다고 하였다. Poldrack(2017)은 뇌의 작용과 마음이 결국 동일하다는 점을 강조하면서 사람들의 행위를 이해하는 데 있어서 뇌가 원인이라는 설명과 마음이 원인이라는 설명에 차이가 있다는 믿음, 즉 상식적 이원론(Folk Dualism)은 잘못된 것이라고 지적한다. Poldrack(2017)의 비유를 빌리자면, ‘뇌가 나한테 그런 일을 하라고 시켰다.’는 말은 곧 ‘JK Rowling(해리포터 작가 이름)이 해리포터 작가에게 일곱 편의 책을 쓰라고 시켰다.’고 말하는 것과 마찬가지로는 것이다. 즉 행위 책임을 뇌에 묻는 것은 자기 자신에게 묻는 것과 다르지 않다. 뇌과학자 Micheal Gazzaniga(2012)는 뇌과학 연구 결과들을 종합해볼 때 자유 의지는 인간의 착각이라는 것이 과학적인 결론일 수 있지만, 이러한 결론과 행위 책임 문제는 무관하며 사회적 수준에서 다루어야 하는 문제라고 주장한다.

그러나 뇌과학 전문가가 아닌 사람들이 시각적으로 명확해 보이는 뇌영상 연구 결과를 비롯한 새로운 뇌과학 연구 결과들을 받아들일 때는 방법론적 환원론과 존재론적 환원론의 구분이 쉽지 않고, 상식적 이원론이 쉽게 개입한다. Racine 등(2005)은 신경사실주의(neuro realism)과 뇌본질주의(brain essentialism)의 개념을 제안하면서, 많은 사람들이 뇌과학 연구 결과는 사실을 있는 그대로 반영하는 동시에 인간에 대한 본질적 설명을 제공한다고 믿는다는 점을 지적한다. 실제로 Aspinwall, Brown, Tarbery(2012)의 연구에서는 가상의 재판 상황을 판사들에게 제시하면서 사이코패스로 진단 받은 피고인의 범죄 행위에 대하여 판단하도록 하였는데, 사이코패스 진단을 뒷받침하는 근거로 fMRI 영상과 유전자 자료를 함께 제시하면 그렇지 않은 경우보다 형량이 줄어들었다. 국내 법정에서도 뇌영상 자료를 형량을 줄이려는 목적으로 사용하려는 시도들도 있었다. 예를 들어, 2015년 국내의 한 살인 사건 피고인은 자신이 어렸을 때 눈을 다쳐 의안을 하는 과정에서 안와전두엽에 손상이 일어나 정상적인 판단을 할 수 없게 되었고 자신의 범죄 성향도 그로 인한 것이라고 주장하여 뇌영상 자료를 재판 참고자료로 제출한 사례가 있다(2015.11.16. 연합뉴스). 미국에서도 자신의 폭력적 성향을 전두엽 기능 저하로 인한 자제력 부족 때문이라고 주장한 사례가 있다(Buckholtz & Faigman, 2014).

또한, 많은 뇌 발달 연구들은 20대 초반까지 대뇌피질 전반의 구조적 변화가 일어나며 특히 도덕적 판단, 사회적 의사결정과 관련 있는 전두엽은 성인 초기까지도 지속적으로 발달한다는 사실을 일관되게 보고하고 있다(Mills et al., 2014; Sul et al., 2017). 미국 법원에서는 이러한 연구 결과를 바탕으로 아직 뇌발달이 완성 단계에 이르지 못한 청소년들에게 성인과 동일한 책임을

물을 수 없다는 판단 하에 2005년 미성년 범죄자에 대한 사형 금지를, 2012년에는 가석방 없는 종신형 금지를 결정하였다(Buckholtz & Faigman, 2014). 이는 최근 국내에서도 증가되어온 청소년 강력 범죄에 대한 논의에서도 참고 해야 할 부분이다. 이러한 주체성, 자율성, 자유의지와 행위 책임의 문제와 같은 철학적 논의는 기존 생명윤리나 과학기술 윤리에서 다루기 힘든 신경윤리 고유의 쟁점이라고 할 수 있다.

### 뇌신경활동의 조절과 정신 향상 기술

뇌과학의 주요 목표 중 하나는 뇌의 이상을 치료하고 인간의 정신 기능을 향상시키는 것이다. 신경계에 작용하는 약물을 사용하거나, 뇌에 전기 또는 자기 자극을 가하거나, 뇌와 기계를 연결시키는 장치를 사용하여 뇌의 작용에 개입한다. 뇌신경활동의 조작과 정신 향상과 관련된 기술에는 약물, 뇌 자극, 뇌-기계 인터페이스가 있다. 신경계에 작용하는 약물을 치료가 아닌 향상 목적으로 사용하는 이유로는 인지 기능 향상, 정서 상태 개선, 부정적 기억 조절 등이 있다. 인지 기능 향상에 약물을 사용하는 사례로는 주의력결핍 및 과잉행동 장애(ADHD)의 치료제인 메틸페니데이트를 집중력 향상 용도로 사용하거나, 기면증 치료제 모다피닐을 각성 상태 유지와 집중력 향상 목적으로 사용하는 경우가 있다. 정서 상태 개선을 위한 약물 사용 사례로는 우울증 치료제인 선택적 세로토닌 재수용 억제제(SSRI)를 정상인이 기분 향상 목적으로 복용하거나 불안장애 치료제인 프로프라놀롤을 긴장 완화 목적으로 복용하는 경우가 있다(Racine & Forlini, 2010). 기억 조절 목적의 사용 사례로는 외상 후 스트레스 장애와 공포증 치료를 위하여 특정 기억 연합의 재형성(reconsolidation)을 방해하는 목적으로 사용되는 프로프라놀롤을 정상인이 가벼운 부정적 기억을 조절하려는 용도로 사용하는 경우를 들 수 있다.

뇌에 자극을 가하여 신경활동을 조절하는 방법에는 외과적 처치가 필요한 뇌심부자극술(deep brain stimulation, DBS), 외과적 처치가 필요 없어 상대적으로 비침습적이라고 알려져 있는 경두개 자기자극과 경두개직류자극이 있다. 뇌심부자극술의 경우 파킨슨병의 말기 증상인 운동 조절의 어려움을 도와주거나 중증 만성 우울증의 완화를 목적으로 사용되는데 부작용 대비 환자가 누릴 수 있는 이익에 관한 논의가 주로 이루어져왔으며, 일반적인 의료 개입의 문제와 유사한 쟁점을 지닌다.

경두개자기자극과 경두개직류자극은 침습적인 처치가 필요하지 않아 향상 목적의 사용 가능성이 높기 때문에 신경윤리 고유의 쟁점과 더 깊이 관련되어있다. 두피에서 두개골을 통과하는 자기 자극을 가하여 일시적으로 특정 부위의 신경활동을 교란시키거나(경두개자기자극), 전류를 주입하여 일시적으로 특정 부위의 신경활동을 증가 또는 억제 시키는(경두개직류자극) 기술로, 뇌와 행동의 인과관계를 확인하는 유용한 연구 도구로 사용 된다(Kadosh et al., 2012). 현재까지 알려진 효과로는 적절한 영역에 적용하였을 때 우울증 개선 효과, 시각, 운동, 감각 운동 능력 향상 효과가 있다고 알려져 있으며, 의사결정, 문제 해결, 수 인지, 언어, 기억, 주의력 향상과

같은 인지 향상 효과도 있는 것으로 알려져 있다. 관련 영역의 자극을 통해 사회적 의사결정이나 도덕 판단을 조절할 수 있다는 연구 결과도 있다(Kuehne et al., 2015; Ruff, Ugazio, & Fehr, 2013).

비침습적 뇌 자극 기술의 상용화와 대중화 가능성, 그에 따른 윤리적 문제의 심각성을 높게 예상하는 이유로는 특별한 제약 없이 누구나 사용 가능한 기술이라는 점, 일반적으로 신체 내부에 작용하는 약물이나 수술보다는 외부에 작용하는 방식의 개입에 대한 거부감이 덜하다는 점, 신체 외부에서 적용하는 기술의 부작용이 더 적고 변화를 다시 되돌릴 수 있을 것이라고 기대한다는 점을 들 수 있다(Kadosh et al., 2012). 특히 경두개직류자극은 비용과 사용 편의 면에서 접근성이 높고 사용 범위에 제약이 거의 없는 편으로, 이미 실용화된 기기들이 시장에 나와 있다. 대표적 사례로 Halo Neuroscience 라는 업체는 헤드폰 형태의 경두개직류자극 장치를 개발하여 사용자들이 운동이나 악기 연습을 하는 동안 운동 피질을 자극하여 연습 효과를 증폭시킬 수 있다는 제품을 판매하고 있으며([www.haloneuro.com](http://www.haloneuro.com)), 국내 업체인 와이브레인에서도 경두개직류자극을 이용한 우울증 치료 장치를 웨어러블 기기 형태로 개발하여 가정에서 쉽게 사용하게 만드는 것을 목표로 하고 있다(<http://ybrain.com/>).

또 다른 주요 개입 기술은 뇌-기계 인터페이스이다. 전형적인 뇌-기계 인터페이스는 두뇌로부터 신경활동을 입력 받아 해독한 뒤 소프트웨어나 하드웨어를 조작하도록 해주는 장치로, 생각만으로 인공팔, 휠체어, 로봇 등을 움직이고 컴퓨터를 조작할 수 있다. 기존의 뇌-기계 인터페이스는 감각이나 운동 기능의 심각한 손상이 있는 환자들의 감각 피질이나 운동 피질에 수술을 통해 전극을 삽입하여 신경 신호를 읽어 들인 뒤 인공 팔이나 로봇, 컴퓨터에 신호를 보내서 운동 기능을 대체하도록 하는 것이었다. 그러나 최근에는 뇌파나 근적외선분광법과 같이 비침습적인 뇌영상 장치를 사용하여 정상 기능을 가진 사람들에게도 적용할 수 있는 기술이 개발되고 있다. 개입의 범위도 감각 운동 기능을 넘어서, 인공지능과의 연결을 통해 인지 기능을 보완, 향상시키는 기술로 확장되고 있다.

그 밖에도 아직 개념화 또는 초기 개발 단계이기는 하지만 손상된 뇌 부위를 인공물로 대체하는 뇌보철(brain prosthetics) 기술의 향상 목적 사용이나, 대뇌피질 바깥에 새로운 인공 층을 형성하여 신경세포들의 전기 신호를 직접 입력 받고 특정한 신경활동 패턴을 직접 주입하는 기술을 제안하는 Neural link(<https://www.neuralink.com/>), 사람과 사람이 뇌 신호를 통해 직접 소통할 수 있도록 하는 뇌-뇌 인터페이스(Lee et al., 2017; Stocco et al., 2014; 2015) 기술 또한 가까운 미래에 새로운 윤리적 문제들을 가져올 것으로 예상된다.

### 마음 조절과 관련된 신경윤리 쟁점

뇌가 자기 개념, 정체성, 정신과 구별되기 어려운 기관이라는 특수성은 두뇌에 대한 개입을 다른 신체기관에 대한 개입과 구별되는 특수한 것으로 만든다. 뇌의 작용을 조절하는 것은 곧

자기 개념, 정체성, 정신에 대한 직접적인 조절을 의미하기 때문에 신경윤리 고유의 쟁점을 야기한다. 마음 조절과 관련된 쟁점들 중에는 치료와 향상의 구분이나 기술접근성의 불균형과 같이 기존 과학기술 윤리와 유사한 쟁점도 있다. 그러나 약물을 사용하여 신체 일부의 기능을 보완하거나 강화시키는 것과 약물을 사용하여 인지, 정서, 학습 능력을 보완하거나 강화시키는 문제에는 차이가 있다. 인지, 정서, 학습 능력에 대한 인공적 개입은 교육의 의미를 퇴색시키며 노력을 통한 능력의 향상이라는 도덕적 가치나 사회경제적 계층 이동가능성과 같은 문제와도 관련이 있다. 따라서 여기서는 마음 조절과 관련된 문제들을 신경윤리 고유의 쟁점으로 분류하여 논의한다. 그렇다고 해서 모든 쟁점에 대하여 명확한 경계가 있다고 볼 수는 없으며, 어떤 쟁점들은 고전적 생명윤리 쟁점과 신경윤리 고유의 쟁점의 연속선상에서 중간지점에 위치한다는 점을 고려할 필요가 있다.

개입과 관련된 첫 번째 쟁점으로 치료와 향상의 구분 문제를 들 수 있다. 개입의 목적이 치료인지 향상인지에 따라서 부작용 대비 효과 분석 결과와 개입의 윤리적 적절성에 대한 판단이 달라질 수 있다. 예를 들어, 심각하게 손상된 운동 기능의 회복을 위한 뇌자극 장치 삽입 수술은 허용할 수 있으나 정상인의 운동 기능 향상을 위하여 뇌자극 장치를 삽입하는 수술에는 많은 논란이 따른다. 문제는 ‘정상’과 ‘이상’의 구분이 명확하지 않다는 데 있다(Farah, 2010). 뇌의 기능적 저하가 관찰된다면 어느 정도를 손상으로 볼 수 있고 어느 정도를 정상으로 볼 수 있는가? 평소에는 정상적이지만 무대에만 서면 긴장하는 음악가가 경연대회를 앞두고 불안장애 치료 약물을 복용하는 것은 불안 증상의 치료를 위한 것인가, 정서 조절 능력의 향상을 위한 것인가? 향상 목적의 개입 안에서도 적용 범위를 규정하는 문제가 있다. 향상의 한계를 어떻게 규정할 것인가? 정상 범위를 넘어서는 기능 증강을 허용해도 되는가? 무제한 증강을 허용할 수 있는 기능(예를 들어, 사회적 역량)과 제한할 필요가 있는 기능(예를 들어, 감각이나 운동 능력, 인지 능력)이 있는가? 있다면 그 구분 기준은 무엇인가? 향상 목적의 개입을 노력의 보완책으로만 허용할 것인가, 노력의 대체제로 허용할 것인가의 문제도 중요하다. 현재까지 알려진 경두개자극의 운동이나 인지 기능 향상 효과는 노력과 결합될 때에만 의미가 있다(Kadosh et al., 2012). 실제로 근육을 움직이면서 운동피질에 자극을 가하거나, 인지적 노력을 기울이면서 인지 기능 관련 영역에 자극을 가할 때 연습과 노력의 효과를 증폭시키는 방식으로 기능의 향상이 일어난다. 노력이 반드시 수반되어야만 기능 향상이 가능한 경우와, 노력 없이 물리적인 개입만으로 향상이 가능한 경우 예상되는 윤리적 문제에는 차이가 있을 것이다.

두 번째 쟁점은 사회 정의와 공평성의 문제이다. Racine과 Forlini(2010)는 약물 사용을 통한 정신 기능 향상의 사례를 바라보는 관점이 남용, 향상, 생활양식으로 구분될 수 있다고 제안하였다. 이러한 구분은 약물뿐만 아니라 뇌신경활동을 조작하는 기술 전반에 적용할 수 있다. 뇌과학 기술을 이용한 정신 향상은 운동 선수의 스테로이드제 복용과 같은 부당한 남용인가, 시험 기간 카페인 섭취와 같이 노력을 보조하는 수단인가, 성형수술과 같은 생활양식의 일부인가? 일

시적으로 인지 기능을 향상시켜주는 약물이나 뇌자극 장치가 있어서, 시험 전에 약을 복용하거나 뇌자극을 받은 뒤 시험에 응시하는 학생들과 그렇지 않은 학생들이 공정한 경쟁을 한다고 볼 수 있을까? 어느 육상 선수가 경두개직류자극을 사용하여 운동 능력을 더욱 향상시켜서 경기에서 좋은 성적을 거둔다면, 이는 공정한 결과로 볼 수 있는가? 아니면 브레인 도핑으로 보아야 하는가(Reardon, 2016)? 만약 도핑과 같다고 본다면 어떻게 사용 여부를 검사할 것인가?

부작용 없는 기술의 도움을 받아서 인간이 가진 물리적 한계를 넘어서는 능력을 가지게 되는 것이 반드시 나쁜 것은 아니라는 시각도 있다(Thompson, 2012). 그러나 운동선수들의 약물 사용을 엄격하게 규제하는 이유는 생리적 부작용 때문만은 아니다. 정직한 노력의 대가로서 바람직한 결과를 성취하는 것이 도덕적으로 옳은 일이라는 암묵적인 사회적 합의가 있기 때문이다. 뇌 과학 기술을 이용한 정상적인 두뇌 기능의 향상은 이러한 도덕적 가치에 위배되며, 노력의 의미, 힘들게 일한 뒤 얻게 되는 자기 성장이라는 결과의 가치를 퇴색시킨다. 또한, 정신 향상 기술이 대중화되게 된다면 개입 기술의 도움을 받지 않은 정상적인 수준의 기능이 열등한 기능으로 여겨질 수 있다. 정신 향상 기술의 사용이 당연한 것으로 자리 잡고, 향상 기술을 이용하는 것이 정상이라는 새로운 기준이 만들어질 가능성도 있다. 정신 향상 기술이 대중화되고 새로운 정상의 기준으로 자리 잡게 되면 기술 접근성의 불평등이 심각한 사회 문제를 가져올 수 있다. 뇌기능 향상 기술을 사용할 수 있는 사람들은 적은 노력으로도 뛰어난 능력을 발휘하게 될 것이고, 기회의 불평등을 더욱 심화시킬 것이다.

세 번째 쟁점은 정체성과 인간 경계의 문제이다. 우리가 자신과 타인의 정체성에 대하여 가지는 기본적인 가정은 개인이란 신체로 경계 지워지고 지속적 속성을 지니는 독립적이고 사적인 인격체라는 것이다. 그런데 뇌신경활동에 조작을 가하고 뇌와 기계, 뇌와 뇌를 연결하는 기술들은 이러한 가정에 위배되는 경험을 허용한다. 인격의 지속성에 대한 의문을 제기할 뿐만 아니라 정신과 물질, 개인과 개인 간의 경계를 허물어서 주체성(agency) 개념의 혼란을 초래할 수 있다. 예를 들어, 평소에 집단의 행동에 동조하지 않고 개인의 의견을 고수하는 성향을 지닌 어떤 사람이 경두개직류자극 연구에 참가해서 전두엽의 특정 부위의 활동이 일시적으로 억제되었고, 집단에 동조하는 행동을 했다면, 이 사람은 경두개직류자극 처치를 받기 전의 사람과 동일한 사람인가? 뇌파로 움직이는 휠체어를 지속적으로 사용하였을 때 휠체어는 신체의 일부로 지각될 것인가, 신체와 구분되는 것이라는 지각이 유지될 것인가? 뇌-뇌 인터페이스를 사용할 때 자신과 타인의 연결이 어떤 방식으로 경험될 것인가? 뇌-기계 인터페이스에서 신경활동 해석 알고리즘의 오류가 발생하여 사용자의 의도와 다르게 어떤 기계 장치가 움직여서 부정적인 결과를 초래하였다면 그 책임은 어디에 있는가? 뇌와 연결된 기계나 뇌와 연결된 다른 뇌는 확장된 자아로 볼 수 있는가, 아니면 스마트폰과 사용자의 관계처럼 상호 의존적이면서도 명확한 경계를 가질 수 있는가?

## 요약 및 결론

뇌과학의 발전과 새로운 뇌공학 기술의 등장으로 기존의 물질-정신 이분법이 무너지기 시작했다. 이에 따라 기존의 물질 중심 윤리 체계에서 포괄할 수 없는 새로운 윤리적 쟁점들이 등장하게 되었다. 뇌과학과 뇌공학 기술의 발전은 과학기술을 물질 중심의 패러다임에서 정신 중심의 패러다임으로 변화시키면서 인간의 삶과 관련된 다양한 학문 분야들의 협력을 이끌어내고 있으며, 기존 법적, 사회적 체계에서 다루어 본 적이 없는 새로운 문제들을 제기하고, 인간 본성에 대한 전통적인 철학적 전제들의 변화를 가져올 정도로 그 파급력이 크다. 신경윤리는 이러한 변화 속에서 뇌과학과 관련된 고유의 윤리적 쟁점을 발굴하고, 논의하고, 예상되는 문제에 선제적으로 대처하는 것을 목표로 한다.

2002년 신경윤리학이 시작되었을 때는 공상과학의 이야기처럼 보였던 기술들의 일부는 실제 개발되었고 그 중 일부는 상용화 단계에 이르기도 하였다. 15년 여 전 신경윤리학자들이 제안하였던 주요 쟁점들은 여전히 유효하며, 그 쟁점들에는 고전적인 생명윤리에서 포괄할 수 있는 것으로 밝혀진 것들도 있지만, 신경윤리 고유의 영역으로 자리 잡은 것들도 있다. 본 논문에서는 신경윤리의 철학적 배경을 검토하고 기존에 논의되었던 다양한 쟁점들을 생명윤리와 과학기술 윤리 일반 쟁점과 신경윤리 고유의 쟁점으로 재정리하였다. 신경윤리 고유 쟁점들은 뇌과학 및 뇌공학 기술의 급격한 발전에도 마음읽기와 정신향상이라는 큰 틀 안에서 논의되어오면서, 특정 기술과 관련된 문제들이 새롭게 추가 되거나 변화해 왔다. 몇 가지 문제 들은 아직까지는 기우로 보이는데, 예를 들어, 약물을 사용하는 기억 조절 기술이 의도하지 않은 기억 삭제나 기억의 왜곡을 가져올 것이라는 우려는 기술에 대한 이해의 부족 때문이었다는 것이 전문가들의 생각이다. 또한 법정에서 형사 책임을 피하기 위하여 뇌영상 자료를 제출하거나 재범을 예측하거나 거짓말을 탐지하려는 노력이 실제로 있어왔지만, 기존 형법 체계를 뒤바꿀만한 논란이 되었던 사례는 아직까지 없으며, 단독 증거로 채택되어 법적 판단에 큰 영향을 준 사례도 없었다. 이렇게 일부 우려가 현실로 나타나지 않았던 이유는 신경윤리 전문가들과 뇌과학 전문가들의 적극적인 개입이 있었기 때문이다. 이러한 사례는 신경윤리의 역할이 중요함을 보여주고, 뇌과학 전문가들의 참여가 필요하다는 점을 보여준다.

이러한 중요성에도 불구하고 대부분의 신경윤리 논의는 미국과 유럽을 중심으로 이루어져 왔다. 그러나 본 연구진이 국내에서 인간 대상 연구를 수행하는 뇌과학자 172명을 대상으로 주요 연구 주제들을 조사한 결과, 전체 연구자들의 35.5%, 의학분야를 제외한 기초 분야 연구자 중에서는 83.6%가 신경윤리 고유 쟁점과 관련 있는 고등인지 및 사회성, 뇌공학 분야의 연구를 진행하고 있고<sup>2)</sup>, 2015년 1월에서 2018년 1월 사이 국내 언론에 보도된 뇌과학 관련 기사들 271건을

2) 국내 4년제 대학 및 과학기술원 연구자들의 소속 기관 홈페이지에 명시되어있는 연구 주제 및 대표 논문의 주제를 기준으로 분류하였다. 본 논문의 저자들이 연구보조원의 도움을 받아 2018년 1월에 조사를

분석한 결과 뇌공학 관련 기사가 21.8%, 고등인지 및 사회성 연구 관련 기사가 18.1%로 높은 비중을 차지해 언론과 비전문가들의 관심 또한 높음을 짐작할 수 있다. 이렇듯 신경윤리 고유 쟁점과 관련된 연구들이 활발하게 진행되고 있고 대중의 관심도 높은 상황임에도 불구하고, 국내에는 아직 신경윤리 연구와 논의가 활발하지 않은 실정이다.

뇌과학의 발전은 본 논문에서 논의한 마음 읽기와 정신 향상 기술 이외에도 뇌 기증, 정보통신, 인공지능, 로봇과 연계된 기술로부터 파생되는 새로운 윤리적 쟁점들을 계속해서 만들어낼 것으로 보인다. 가장 가까운 예로는, 국내 법체계에서 포괄하기 어려운 뇌은행과 관련된 쟁점, 인간 세포 배양으로 만든 오가노이드 미니 뇌(mini brain)가 점차 복잡한 기능을 가지고 더 높은 발달 단계에 이르게 되면서 발생할 수 있는 문제들(Camp & Treutlein, 2017), 인간의 뇌기능을 모사하여 만든 인공지능이 자율적 의사결정 기능을 가지게 되면서 발생할 수 있는 문제들이 있다. 이러한 뇌과학의 발전 속도와 관련 기술의 개발 속도, 파급력을 고려할 때, 국내에서도 신경윤리 쟁점을 전문적으로 논의하는 공식적인 전문가 집단이나 기관을 마련하여, 정확한 국내 뇌과학 및 뇌공학 연구 생태계 파악, 뇌과학 기술의 윤리적, 사회적 파급력을 바라보는 관점에 대한 실제 연구를 수행하는 뇌과학 전문가들과 연구 결과를 수용하는 비전문가들의 실증적 조사, 미래 기술의 예측과 주요 쟁점의 발굴, 대처 방안에 대한 선제적 논의와 제안 등을 시작할 필요가 있다. 또한 뇌과학의 발전과 함께 등장하게 될 새롭고 다양한 윤리적 쟁점들에 대한 의미 있는 논의와 효과적인 대처가 이루어지기 위해서는 전문가 집단과 대중, 분야가 다른 전문가 집단들 간의 소통을 증진시키기 위한 노력이 요구된다. 비전문가들에게는 정확한 정보를 전달하고 뇌과학 연구자들 사이에서는 자발적인 윤리적 고려와 논의가 이루어질 수 있도록 돕는 가이드라인을 제안하는 역할도 필요할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 설선혜, 이춘길 (2008). 신경윤리학: 뇌과학의 윤리적, 철학적, 법적, 사회적 문제. **한국심리학회지: 일반**, 27(1), 1-41.
- 이보배 (2015. 11. 16.). ‘토막살인’ 박춘풍 사이코패스 감정 뇌영상 촬영. 연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2015/11/16/0200000000AKR20151116194100004.HTML?input=1195m>.
- Aspinwall, L. G., Brown, T. R., & Tabery, J. (2012). The double-edged sword: Does biomechanism increase or decrease judges' sentencing of psychopaths? *Science*, 337(6096), 846-849.

---

실시하였다.

- Bainbridge, W. S. (Ed.). (2013). *Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Springer Science & Business Media.
- Buckholtz, J. W., & Faigman, D. L. (2014). Promises, promises for neuroscience and law. *Current Biology*, 24(18), R861-R867.
- Dunlop, B. et al. (2017). Functional Connectivity of the Subcallosal Cingulate Cortex And Differential Outcomes to Treatment With Cognitive-Behavioral Therapy or Antidepressant Medication for Major Depressive Disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 174(6), 533-545.
- Else, J., & Kindt, M. (2016). Manipulating human memory through reconsolidation: Ethical implications of a new therapeutic approach. *AJOB Neuroscience*, 7(4), 225-236.
- Farah, M. J. (2005). Neuroethics: the practical and the philosophical. *Trends in Cognitive Science*, 9(1), 34-40.
- Farah, M. J. (2010). *Neuroethics: An Introduction with Readings*. MA: MIT Press.
- Farah, M. J., Hutchinson, J. B., Phelps, E. A., & Wagner, A. D. (2014). Functional MRI-based lie detection: scientific and societal challenges. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(2), 123-131.
- Gazzaniga, M. S. (2006). **윤리적 뇌** (2009), 뇌는 윤리적인가.(2015) (김효은 역) 서울: 바다출판사.
- Giordano, J. J., & Gordijn, B. (Eds.). (2010). *Scientific and philosophical perspectives in neuroethics*. Cambridge University Press.
- Glannon, W. (2007). *Defining right and wrong in brain science*. IL: University of Chicago Press.
- Glannon, W. (2006). Psychopharmacology and memory. *Journal of Medical Ethics*, 32, 74-78.
- Goering, S., & Yuste, R. (2016). On the Necessity of Ethical Guidelines for Novel Neurotechnologies. *Cell*, 167(4), 882-885.
- Harmon-Jones, E., & Inzlicht, M. (2016). A brief overview of social neuroscience. *Social Neuroscience: Biological Approaches to Social Psychology*, 1.
- Haxby, J. V., Connolly, A. C., & Guntupalli, J. S. (2014). Decoding neural representational spaces using multivariate pattern analysis. *Annual review of neuroscience*, 37, 435-456.
- Hein, G., Morishima, Y., Leiberg, S., Sul, S., & Fehr, E. (2016). The brain's functional network architecture reveals human motives. *Science*, 351(6277), 1074-1078.
- Horikawa, T., & Kamitani, Y. (2017). Generic decoding of seen and imagined objects using hierarchical visual features. *Nature communications*, 8, 15037.
- Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y., & Kamitani, Y. (2013). Neural decoding of visual imagery during sleep. *Science*, 340(6132), 639-642.
- Hu, L., & Iannetti, G. D. (2016). Painful issues in pain prediction. *Trends in neurosciences*, 39(4), 212-220.
- Hyman, S. & Fenton, W. (2003). What are the right targets for psychopharmacology? *Science*, 299,

350-351.

- Illes, J., & Bird, S. J. (2006). Neuroethics: a modern context for ethics in neuroscience. *Trends in neurosciences*, 29(9), 511-517.
- Kadosh, R. C., Levy, N., O'Shea, J., Shea, N., & Savulescu, J. (2012). The neuroethics of non-invasive brain stimulation. *Current Biology*, 22(4), R108-R111.
- Kahnt, T. (2017). A decade of decoding reward-related fMRI signals and where we go from here. *NeuroImage*.
- Kragel, P. A., & LaBar, K. S. (2016). Decoding the Nature of Emotion in the Brain. *Trends in cognitive sciences*, 20(6), 444-455.
- Lombera, S., & Illes, J. (2009). The international dimensions of neuroethics. *Developing world bioethics*, 9(2), 57-64.
- Miller, G. (2010, May 13). fMRI lie detection gets its day in court. *Science*. Retrieved from <http://www.sciencemag.org/news/2010/05/fmri-lie-detection-gets-its-day-court>.
- Poldrack, R. A. (2011). Inferring mental states from neuroimaging data: from reverse inference to large-scale decoding. *Neuron*, 72(5), 692-697.
- Poldrack, R. (2017). Neuroscience: The risks of reading the brain. *Nature*, 541(7636), 156-156.
- Racine, E., Bar-Ilan, O., & Illes, J. (2005). fMRI in the public eye. *Nature Review Neuroscience*, 6(2), 159-164.
- Racine, E., & Forlini, C. (2010). Cognitive enhancement, lifestyle choice or misuse of prescription drugs?. *Neuroethics*, 3(1), 1-4.
- Ritchie, J. B., Kaplan, D. M., & Klein, C. (2017). Decoding the brain: neural representation and the limits of multivariate pattern analysis in cognitive neuroscience. *The British Journal for the Philosophy of Science*.
- Sul, S., Güroğlu, B., Crone, E. A., & Chang, L. J. (2017). Medial prefrontal cortical thinning mediates shifts in other-regarding preferences during adolescence. *Scientific reports*, 7(1), 8510.
- Woo, C. W., Chang, L. J., Lindquist, M. A., & Wager, T. D. (2017). Building better biomarkers: brain models in translational neuroimaging. *Nature neuroscience*, 20(3), 365-377.
- Yarkoni, T., Poldrack, R. A., Nichols, T. E., Van Essen, D. C., & Wager, T. D. (2011). Large-scale automated synthesis of human functional neuroimaging data. *Nature methods*, 8(8), 665-670.

1차 원고 접수: 2018. 02. 02

1차 심사 완료: 2018. 03. 28

2차 원고 접수: 2018. 03. 29

최종 게재 확정: 2018. 03. 30

(Abstract)

## Uniqueness and Major Issues of Neuroethics

Hyo-eun Kim

Hanbat National University

Sunhae Sul

Pusan National University

This paper aims to examine the philosophical significance of neuroethics and its unique position within the cognitive paradigm, and to discuss major issues of neuroethics. Recent advances in neuroscience enable more direct access and intervention to human mind, which reduces the distinction between matter and mind and brings up new philosophical questions on human nature. Neuroethics takes interdisciplinary and integrative approach, in order to deal with the ethical issues related to new findings and technology of neuroscience that cannot be covered by the traditional legal and social systems. Some of the ethical issues of neuroscience overlap with the classical bioethics problems but majority of major issues are unique to neuroethics. These issues are mainly related to mind reading through the observation and decoding of brain activities and to cognitive enhancement through directly manipulating brain functions. Considering the current status and trends of Korean neuroscientific research, it is necessary to begin in-depth discussion of neuroethical issues with the collaboration among experts in related fields.

*Key words : neuroethics, brain science, brain engineering, cognitive science, cognitive paradigm, mindreading, cognitive enhancement*