

ISSN 2288-8543

KoNIBP Report

2014년 제3권 제1호 - 제3권 제4호

생명윤리포럼 Bioethics Forum



KoNIBP
재단 국가생명윤리정책연구원
KOREA NATIONAL INSTITUTE FOR BIOETHICS POLICY

KoNIBP Report 2014
ISSN 2288-8543

생명윤리포럼 Bioethics Forum
2014년 제3권 제1호 - 제3권 제4호

인 쇄 2014년 12월 30일
발 행 2014년 12월 31일
발행인 박상은
편집인 이윤성
발행처 재단법인 국가생명윤리정책연구원
서울 종로구 율곡로 53(안국동 148번지) 해영회관 601호
Tel.02-737-8970
Fax.02-737-6006
E-mail: nibp@nibp.kr
<http://www.nibp.kr>

Copyright(c) KONIBP All Rights Reserved.

제3권 제1호(2014년 3월)

생명윤리와 뇌과학

- 뇌와 마음의 관계: 연구 방법의 원리 이도준(연세대학교 심리학과, 인간행동연구소 교수) ● 1
- 신경과학적 마음 조작 기술의 윤리 김전우(이화여자대학교 생명의료법연구소 선임연구원) ● 6
- 뇌과학, 의사자유, 형사책임 신동일(국립한경대학교 법학과 교수) ● 12
- fMRI 증거의 법적 수용 이인영(홍익대학교 법과대학 교수) ● 17

제3권 제2호(2014년 6월)

바이오뱅크와 그 윤리적 쟁점

- 바이오뱅크의 등장과 그 의미 하대청(국가생명윤리정책연구원 교육지원팀장) ● 27
- 한국 바이오뱅크 관리체계의 현황과 문제점 백수진(국가생명윤리정책연구원 정책개발팀장) ● 32
- 동의의 문제와 상업적 이용 신미이(청주 MBC 기자) ● 38
- 유전체학 시대의 개인 정보 보호 조은희(조선대학교 생물교육과 교수) ● 43

제3권 제3호(2014년 9월)

보조생식술의 윤리적 쟁점과 그 함의

- 보조생식술 그리고 생명윤리 김명희(국가생명윤리정책연구원 연구부장) ● 49
- 여성들의 입장에서 본 보조생식술의 의미 김경례(전남대 사회과학연구소 학술연구교수) ● 56
- 임상에서 본 바람직한 보조생식술 관리방안 이경훈(부천서울여성병원 산부인과 과장) ● 61
- 아이의 입장에서 본 보조생식술의 의미 김은애(이화여대 생명의료법연구소 연구교수) ● 67

제3권 제4호(2014년 12월)

융합기술의 발전과 현재

- 융합기술의 두 기원에 관한 소고 하대청(국가생명윤리정책연구원 교육지원팀장) ● 79
- 나노기술의 의료적 이용: 희망과 문제들 이진규(서울대학교 화학부 교수) ● 84
- 의생명정보학: IT와 BT, HT의 만남 신수용(서울아산병원 의생명정보학과 교수) ● 89
- 첨단 뉴로테크놀로지 - 뇌 기계 인터페이스 기술 전성찬(광주과학기술원 정보통신공학부 교수) ● 93

생명윤리포럼

Bioethics Forum

제3권 제1호(2014년 3월)

생명윤리와 뇌과학

뇌와 마음의 관계: 연구 방법의 원리 • 1

이도준
연세대학교 심리학과, 인간행동연구소 교수

신경과학적 마음 조작 기술의 윤리 • 6

김건우
이화여자대학교 생명의료법연구소 선임연구원

뇌과학, 의사자유, 형사책임 • 12

신동일
국립한경대학교 법학과 교수

fMRI 증거의 법적 수용 • 17

이인영
홍익대학교 법과대학 교수



KoNIBP
재단 국가생명윤리정책연구원
KOREA NATIONAL INSTITUTE FOR BIETHICS POLICY

뇌와 마음의 관계: 연구 방법의 원리

이도준

연세대학교 심리학과, 인간행동연구소 교수

1. 뇌신경 연결망

어린 시절에 누구나 한번쯤은 “척척박사님과 떠나는 신나는 신체 탐험” 같은 제목의 교양 만화를 재미있게 읽은 적이 있을 것이다. 내용은 이렇다. 여러 명의 어린이들이 비행선에 탄다. 그 다음, 척척박사님이 발명한 마이크로빔을 비행선에 쬐면 비행선은 눈에 보이지 않을 만큼 작아져서 자유롭게 몸속을 돌아다닐 수 있게 된다. 자, 이제부터 우리가 이 어린이들이 되어 탐험을 한다고 상상해보자. 비행선에 시동을 걸고 얼마나 아빠의 몸속으로 탐험을 떠난다. 그리고 우여곡절 끝에 마침내 뇌 속에 도달하게 된다.

뇌 속에서 우리의 눈 앞에 펼쳐진 장면은 마치 우거진 아마존 밀림이 깊은 바닷속에 잠긴 것과 비슷할 것이다. 큰 나무 줄기들이 사방으로 뻗어있고 가지와 뿌리들이 복잡하게 얽혀있다. 그런데 고요한 바닷속 심연과는 달리 이곳은 매우 소란스럽다. 여기 저기 작은 전기 불꽃들이 탁탁 소리를 내며 나무 줄기를 타고 뿌리를 향해 빠르게 흘러간다. 불꽃을 많이 튀기는 나무들도 있지만 그렇지 않은 나무들도 있다. 불꽃이 도착한 뿌리에서는 오색찬란한 물방울들이 뿜어져 나오기 시작한다. 물방울들은 이리저리 물속을 떠다니다가 가까운 나무의 잎사귀에 달라붙는다. 그리고 곧 이 나무에서 새로운 불꽃이 생겨나 줄기를 타고 달려간다.

뇌신경계는 정보를 입력받고 연산을 수행하는 뉴

런(neuron, 신경세포)과 이들을 돕는 세포들로 구성되어 있다. 여기에서 정보란 빛, 소리, 온도같이 외부 환경에 관한 것 일 수도 있고 감정, 기억, 의도처럼 마음 상태에 관한 것 일 수도 있다. 가령 시각 뉴런들은 빛의 세기와 분포를 분석하여 다른 뉴런에게 알리고 운동 뉴런들은 행위 의도에 관한 신호를 전달받아 구체적인 근육 운동 정보를 생성한다. 이런 면에서 뉴런은 마음과 행동에 관한 가장 기본적인 정보처리 단위라고 볼 수 있다.

뉴런 하나의 생김새는 위치와 기능에 따라 매우 다양하지만 대체로 나무의 모습에 비유된다. 나무 가지처럼 사방으로 뻗어있는 수상돌기(dendrites)를 통해 정보를 입력받고 세포핵에서 그 정보를 분석하고 나면 긴 줄기와 여러 갈래의 뿌리처럼 생긴 축삭(axon)을 통해 정보를 출력한다. 뉴런 안에서는 활동전위라고 부르는 전기 불꽃이 정보를 전달하고, 뉴런과 뉴런 사이에서는 신경전달물질이라고 하는 화학물질이 정보를 전달한다.

이러한 뉴런 활동에서 어떻게 정신적 경험이 생겨날 수 있을까? 개개의 뉴런이 정보를 처리하는 방식은 그리 복잡하지 않다. 뉴런은 흥분성 신경전달물질이 억제성 신경전달물질보다 일정 수준 이상 더 많이 입력되면 전기 불꽃을 만들어낼 뿐이다. 그러나 이처럼 단순한 뉴런들이 모여서 복잡하고 예측하기 어려운 시스템을 만들어낸다. 마치 새떼나 곤충떼 같다. 각각

의 개체가 가진 정보의 양은 많지 않고 연산 능력도 미미하지만 수천 수만의 개체들이 모여 '지능적인' 행동을 한다. 인간의 경이로운 정신 세계가 작고 축축하고 물렁물렁한 뇌에서 생겨날 수 있는 이유가 여기에 있다. 약 일 조 개의 뉴런들로 구성된 신경 연결망은 마음이 생겨날 수 있는 생리적인 토대를 제공한다.

2. 뇌와 마음의 관계를 연구하는 방법

뇌신경 활동과 정신 활동의 관계를 자세히 이해하기 위해 연구자들은 다양한 방법을 사용하고 있다. 이 중에는 척척박사님의 마이크로 비행선보다 안전하면서도 훨씬 더 정확하게 사람의 신경 활동을 연구할 수 있는 방법도 있다. 대표적인 연구 방법 몇 가지를 살펴보자.

(1) 뇌손상

가장 오래된 연구 방법은 뇌손상 환자의 행동을 관찰하는 것이다. 질병이나 사고로 인해 뇌의 특정 영역이 손상되면 환자의 행동이 다양한 방향으로 바뀌게 된다. 그리고 여러 환자들의 손상 영역과 이상 행동을 비교하면 일정한 패턴을 추론해낼 수 있다. 예를 들어, 전두엽의 아래편이 손상되면 예외적으로 모범적인 사람이 무책임하고 충동적인 인물로 바뀔 수 있고, 측두엽 안쪽이 손상되면 영화 “메멘토(memento)”의 주인공처럼 새로운 경험을 기억하는 능력을 잃어버리는 경향이 있다. 이러한 연구 결과들은 뇌손상과 정신 장애의 인과 관계를 제시하므로 유익하다. 하지만 뇌손상은 예측 불가능하고 광범위한 영역에서 발생할 뿐만 아니라 뇌가 손상되기 전 환자의 상태를 알기 어렵다는 문제점이 있다. 따라서 연구자들은 쥐나 원숭이 같은 실험 동물들의 뇌를 외과적으로 조작한 후에 행동을 관찰하곤 한다. 그러나 동물 연구 결과를 사람에게 적용할 때는 각별한 주의가 필요하다.

이러한 문제점들을 극복하기 위해 최근에는 정상인을 대상으로 특정 뇌 영역의 기능을 일시적으로 손상시키는 방법이 활용되고 있다. 강력한 자기장을 두피 가까이에서 가하면 그 아래 뇌영역에 속한 뉴런들의 전기 활동이 영향을 받는다. 이를 경두개 자기 자극술(transcranial magnetic stimulation, TMS)이라 한다. TMS 연구들 중에는 후두엽의 시각 피질을 자극했더니 시야가 흐릿해졌다거나 전두엽의 일부를 자극했더니 타인의 배신에 둔감해졌다는 결과들을 보고하고 있다. 그러나 어느 영역을 어떻게 자극해야 하는지에 관해서는 아직 알려진 바가 많지 않다. 심지어 TMS는 뇌기능을 향진시키기도 한다. 적절한 강도로 뇌를 자극하면 시야가 더 잘 보이거나 상대방에게서 배신감을 더 강하게 느낄 수도 있다. 전반적인 신경 활동을 높이는 효과도 있어서 몇 년 전부터는 우울증 환자를 치료할 때도 쓰인다.

(2) 전기 신호

세포 측정술(cell recording)은 뉴런에 흐르는 전기 신호를 직접 측정한다. 이 방법은 두개골을 일부 들어내고 머리카락보다 가느다란 전극을 뇌조직에 심는 작업에서 시작된다. 마치 수맥을 찾거나 석유를 탐사하는 과정과 비슷하다. 가장 가능성이 높은 지점에서 조금씩 조금씩 전극을 밀어 넣는 것이다. 전극이 탐지한 전기 신호는 소리로 변환되어 스피커를 통해 타닥타닥하고 흘러나온다. 수술이 필요한 만큼 주로 동물 대상으로 활용되지만, 예외적인 경우에는 사람의 뇌를 연구할 때도 쓰인다. 한 유명한 연구에서는 뇌수술을 앞둔 환자의 측두엽에 전극을 꽂고 다양한 사진들을 화면에 제시하였다. 그 결과, 제니퍼 애니스톤이나 할리 베리 같은 유명 영화배우와 시드니 오페라하우스 같은 유명 장소 사진에 각각 반응하는 뉴런들을 발견하였다.

미세자극술(microstimulation)은 직접 뉴런에 전류를 흘려주고 행동을 관찰하는 기법이다. 뉴런에 삽입한 전극에 약한 전류를 흘려주면 쥐가 레버를 누르

는 행동을 반복하거나 원숭이가 한쪽 방향으로 시선을 움직이게 할 수 있다. 뇌수술을 받는 환자의 뇌 표면에 전류를 가했더니 잊고 지냈던 어린 시절 기억이 되살아나더라는 연구 결과는 매우 유명하다. 미세자극술을 치료에 응용한 것이 뇌심부 자극술(deep brain stimulation, DBS)이다. 파킨슨씨 병 등으로 인해 손상된 신경 회로에 전극을 심고 쇠골 아래에 삽입된 전원을 통해 지속적으로 자극함으로써 증상을 개선하는 것이 이 치료법의 목표이다.

일반 대중에게는 경두개 직류전기 자극술(transcranial direct current stimulation, tDCS)이(상대적으로) 안전하고 간편하다. 이 방법은 두피에 약한 전류를 흐르게 하여 인접한 뇌 영역의 신경 활동을 증진시킨다. 인터넷을 찾아보면 닌텐도와 플레이스테이션처럼 깔끔한 인터페이스를 갖춘 장비가 이미 시판되고 있음을 알 수 있다. 광고 문구에는 집중력 향상, 기억 증진 같은 효과가 명시되어 있다. 어쩌면 몇 년 후엔 대입수험능력시험이나 TOEIC 시험이 시작되기 전에 시험감독관이 휴대폰과 tDCS 장비를 함께 걷을지도 모르겠다.

현재 DBS와 tDCS의 문제점은 자극 효과의 방향이 긍정적일지 부정적일지 미리 알 수 없다는 데 있다. 뉴런들이 방출하는 화학물질에는 흥분성 신경전달물질만 있는 것이 아니라 억제성 물질도 있다. 신경연결망들은 서로 흥분시키기도 하지만 서로 경쟁하고 억제하기도 한다. 따라서 전두엽에 전류를 흘려주었을 때 충동성이 감소할지 증가할지는 오로지 시행착오를 거쳐 확인하는 수밖에 없다. 자극 위치와 세기가 조금만 어긋나도, 또는 신경망에 조금만 변화가 일어나도 DBS나 tDCS의 효과는 기대에 어긋날 수 있다. 다행스러운 점은 이들 방법의 효과가 약물 요법이나 뇌절제술에 비해 비교적 높은 '가역성(reversibility)'을 가진다는 것이다. 즉, 장치를 제거하면 시술 전 상태로 쉽게 되돌릴 수 있다고 한다.

(3) 화학 신호

한 뉴런의 축색 말단(뿌리)과 다른 뉴런의 수상돌기(가지) 사이에는 시냅스라고 하는 틈이 있는데, 이 작은 간격에서 신경전달물질이 정보를 나른다. 시냅스에 방출된 신경전달물질의 종류와 양에 따라서 뉴런들의 의사소통은 복잡하게 진행된다. 특정한 신경전달물질이 조금만 모자라거나 남아도 정보 전달이 왜곡될 수 있다. 예를 들어, 코카인은 시냅스에 있는 도파민(dopamine)이라는 신경전달물질의 양을 크게 늘린다. 이렇게 늘어난 도파민은 뉴런들을 불필요하게 활성화시켜서 환각과 환청 등 정신착란을 유발한다. 반면 시냅스의 도파민이 감소하면 인지 기능과 신체 움직임이 둔해지고 환경 변화에 적응하기 어려워진다.

세로토닌(serotonin)도 흥미롭다. 세로토닌은 신경전달물질들로 구성된 오케스트라의 지휘자 역할을 한다. 따라서 세로토닌이 부족하면 각각의 신경전달물질이 남거나 부족하여 생기는 효과가 증폭되어 우울증, 강박증, 과식증, 거식증, 공황장애 등 광범위한 종류의 정신 질환이 유발된다. 특히 충동 조절 능력을 약화시켜서 세로토닌 대사량이 적을수록 우울증 환자는 자살할 가능성이 높아지고 전과자는 다시 범죄를 저지를 가능성이 높아진다. 따라서 미국의 일부 지역에서는 초등학생과 재소자들에게 세로토닌 대사량을 높이는 급식을 제공한다. 더 손쉬운 방법은 세로토닌이 시냅스에 많이 잔류하도록 재흡수되는 것을 막는 약물을 복용하는 것이다. 그러나 이 약물을 사용하는 것이 사회 문제로 번지기도 한다. 예를 들어 2008년 저널 TIME은 이 약물이 전장에 투입되는 미군들의 전투 능력을 향상시키고 후유증을 예방하는 데 사용된다는 점을 문제제기한 바 있다.

최근에는 개인의 사회성과 옥시토신(oxytocine)의 관련성에 관해 많은 연구가 진행되고 있다. 옥시토신은 포유류의 경우에 어미와 새끼의 애착에 중요한 영향을 끼친다. 애착 관계는 여기서 더 확장되어 배우자와의 관계와 사회적 관계로 확장된다. 사람에게 옥시토신을 투여하면 다른 사람을 믿으려는 동기가 커진다. '신뢰'의 약물인 셈이다. 한 연구에서는 참가자

가 다른 참가자(실제로는 연구 공모자)와 함께 투자 게임을 진행하였다. 참가자가 공모자에게 돈을 투자하면 투자한 금액은 몇 배로 불어나게 된다. 이 때 공모자가 투자금보다 적은 금액을 참가자에게 돌려주면 참가자는 어떤 기분을 느낄까? 정상적이라면 불쾌하고 속상하겠지만, 옥시토신에 노출된 참가자는 개의치 않는다. 오히려 다음번에는 더 많은 돈을 투자한다. 흥미롭게도 참가자는 옥시토신의 효과를 전혀 의식하지 못한다. 자신의 '자유의지'를 따라 다시 투자를 결정했다고 믿는다.

(4) 혈류량 변화

뉴런의 전기 신호와 화학 신호는 산소와 에너지를 필요로 한다. 뉴런 활동이 벌어진 장소에는 새로운 혈액이 공급되어야 한다. 이 글에서 마지막으로 소개할 연구 방법은 혈류량의 변화를 측정하는 양전자 방출 단층 촬영(positron emission tomography, PET)과 기능성 자기 공명 영상 촬영(functional magnetic resonance imaging, fMRI)이다. 두 기법 모두 심리 작용이 '동반하는' 신경생리적 신호를 제시한다. 즉, 혈류량 변화와 심리적 변화의 인과 관계를 보여주는 않는다. 또한 혈류량의 변화를 통해 신경 신호를 간접적으로 보여준다는 점도 유념해야 한다.

PET은 방사성 동위원소인 조영제를 혈관에 주입하고 그 신호를 통해 신경 활동을 추적한다. 예를 들어, 뉴런의 에너지원으로 작용하는 글루코즈에 방사성 동위원소를 붙여서 뇌로 가는 혈액 속에 주입하면 뉴런 활동이 활발한 뇌 영역에서 강한 양전자가 방출되는 것이다. PET 스캐너에서는 이 신호를 탐지하여 혈류의 분포를 영상으로 만든다. PET의 의약학적 잠재력은 매우 높다. 도파민이나 세로토닌이 되는 물질에 방사성 동위원소를 붙이면 뇌 속의 도파민과 세로토닌 대사량을 정확히 측정할 수 있어서 진단을 할 때 큰 도움을 받을 수 있다. 그러나 방사성 물질을 몸속에 주입해야 하고 그 신호가 시간이 지날수록 크게 감소하기 때문에 사람의 심리 작용을 연구할 때는 여러

가지 제약이 뒤따른다.

반면 fMRI는 우리 몸에 자연스럽게 분포한 혈액의 양을 추적하기 때문에 이러한 제약에서 자유롭다. 참가자가 거대한 자석과 같은 MRI 스캐너에 누워 다양한 과제를 수행하는 동안 뇌 속의 혈액 분포가 바뀌면서 자기장에 미세한 변화를 일으킨다. 이를 분석하여 신경 활동이 일어난 장소와 시간을 계산하여 사차원(공간 삼차원 + 시간 차원) 영상으로 제시할 수 있다. 몸 안에 자기장에 민감한 물질(예, 심장박동기)이 없다면 실험에 참여할 수 있고 무한히 반복 참여해도(아직 알려진) 부작용이 없기 때문에 인간을 대상으로 하는 뇌과학 연구에 널리 활용되고 있다.

이러한 장점을 바탕으로 최근 이십여 년 간 fMRI 기법은 눈부시게 발전했다. 과거에는 동물이나 뇌 손상 환자를 관찰함으로써 정상인의 뇌신경 활동을 간접적으로 이해할 수 있었다면, 이제는 정상인들이 시청각을 이용해 지각 경험을 하거나 과거의 기억을 더듬거나 강렬한 감정을 느낄 때 활성화되는 뇌신경 영역들을 손쉽게 추적할 수 있게 되었다. 최근에는 fMRI 신호를 분석하여 참가자가 보고 있는 영화의 장면을 재구성한다든지 심지어 잠자고 있는 참가자가 꿈속에서 보고 있는 장면을 재현하는 수준에까지 이르고 있다.

3. 맺음말

지금까지 현대의 척척박사들이 뇌와 마음의 관계를 연구하기 위해 사용하는 방법들을 간단히 소개하였다. 뇌과학자들이 신경 신호를 추출하여 마음을 읽어 내거나 신경 활동을 조작하여 행동에 변화를 유발하는 기법들은 실로 '예술의 경지'에 도달했다고 할 만하다. 그러나 각각의 연구 방법은 독특한 장점과 단점을 가진다는 점을 명심해야 한다. '단언컨대' 과학의 영역에서 완벽한 연구 방법이란 존재하지 않는다. 따라서 뇌과학적 지식의 공급자(즉, 연구자)는 연구 주제와 가설에 가장 적합한 방법을 사용해야 하고, 현

명한 소비자는 각 연구 방법에 내재된 한계를 이해할 필요가 있다.

마지막으로, 신경 활동의 이해와 정신 활동의 이해를 동일시하는 오류에 빠지지 않기를 바란다. 가령 참가자가 사랑을 느낄 때마다 활성화되는 뇌 영역을 발견했다고 치자. 그리고 이 영역이 손상된 환자가 사랑을 못 느꼈는데 이 영역에 전류를 가한 후 강렬한 사랑을 경험했다고 치자. 그렇다 하더라도 사랑이라는 감정에 관한 호기심은 여전히 풀리지 않은 채로 남

을 것이다. 이 뇌영역 자체가 사랑은 아니기 때문이다. 마찬가지로 이 영역이 활성화되었다고 해서 참가자가 사랑을 느낀다고 확신할 수도 없다. 뇌영역과 정신 기능은 일대일의 관계에 있지 않기 때문에 이러한 역추론은 오류에 취약하다. 정신질환에 수반되는 신경 활동 이상에 관해 많은 증거들이 누적되어 왔지만, 정신질환의 진단은 철저하게 환자의 행동에 근거하는 이유가 여기에 있다. 신경 활동을 근거로 마음의 상태를 규정하는 것은 위험하다. 🧠

신경과학적 마음 조작 기술의 윤리

김건우

이화여자대학교 생명의료법연구소 선임연구원, 법학박사

I. 들어가며

신경윤리(neuroethics)란 이름 그대로 신경과학(neuroscience)과 윤리학(ethics) 간에 새로 생긴 학제적인 분야이다. 신경윤리 내에서, 서로 간의 탐구의 방향에 따라 크게 두 가지 세부 분과를 생각할 수 있다. 그 하나는 신경과학으로부터 윤리학으로의 함의를 다루는 분과, 즉 신경과학적 윤리학 혹은 윤리학의 신경과학(neuroscience of ethics)이다. 이는 윤리 자체의 이해에 대해 신경과학적 지식이 어떤 영향과 함의를 주는가를 탐구하는 학문분과이다. 다른 하나는 윤리학으로부터 신경과학으로의 함의를 다루는 분과, 즉 신경과학의 윤리학(ethics of neuroscience)이다. 이는 신경과학이 과학기술자들에 의해 연구되고 일상과 사회에 활용될 때에 그 과정에서 관계되는 윤리적 문제가 어떠한가 필요할 경우 그런 연구와 활용을 어떻게 규제할 것인지를 다루는 학문분과이다.¹⁾

이 글에서는 신경윤리의 두 분과 중 후자, 즉 신경과학기술을 둘러싼 윤리적인 문제들에 국한하여 신경윤리를 접근해 보려 한다. 사실 유전공학기술이나 나

노기술을 둘러싼 여러 윤리적 문제들을 접해 본 독자라면, 신경과학기술을 둘러싼 쟁점들이 어떤 내용과 성격의 것일지를 대략 짐작할 수 있을 것이다. 그런 과학기술을 둘러싼 연구윤리상의 여러 쟁점들에 관한 담론에서부터 해당 기술에 대한 각종 규제책들에 관한 여러 담론들을 말이다. 그런 담론에서와 마찬가지로, 이른바 신경과학적인 마음 향상/조작의 기술(neuro-enhancement/manipulation technologies)은 여러 가지 윤리적 쟁점들을 낳고 있다. 게다가, 이런 신경과학기술은 인간의 마음에 대해 더 “직접적으로” 개입하는 면이 있다는 점에서, 다른 기술들이 낳는 윤리적 문제들 이상으로 심각하게 고찰될 필요가 있다. 이 글에서는 신경과학적 마음향상/조작의 기술에 대한 윤리적 반론을 간략히 소개하고 이를 비판적으로 검토해 보기로 한다.²⁾

II. 신경향상의 기술

오늘날 인간의 뇌가 마음(정신)과 대단히 밀접하

1) Neil Levy, *Neuroethics*, Cambridge University Press (2007) (닐 레비 (신경인문학연구회 옮김; 홍성욱, 장대익 감수), 『신경윤리학이란 무엇인가: 뇌과학, 인간윤리의 무게를 재다』, (바다출판사, 2011), 13-14쪽). 이 책은 신경윤리라는 새로운 학제적 분과에서 (필자가 알기로) 처음 나온 단행본 연구서이다. 신경윤리 분야의 주요 논문집으로는, Martha J. Farah, (ed.) *Neuroethics* (MIT Press, 2010).

2) 이 글이 다루는 신경과학적 마음 조작 기술과 관련한 전반적인 이해를 위해서는, 프란시스 후쿠야마, 『부자의 유전자 가난한 자의 유전자(Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution)』, 송정화 역, (한국경제신문, 2000), 3장이 유용하다.

게 연관되어 있다는 사실 자체를 의심하는 이는 없다. 인간의 마음이 인지(지각경험과 기억), 정서, 도덕 등 인간이 갖는 특유의 능력의 원천이라는 사실을 의심하는 이도 없다. 그렇다면 어떤 식으로건 인간의 뇌를 변화시킴으로써 인간의 마음을 변화시키고, 그 결과 인간의 각종 인지적, 정서적, 도덕적 능력들을 변화시킬 수가 있다는 사실 자체는 당연할 것이다.

실로 인간은 유사 이래 다양한 방법으로 인간 — 타인이건 자신이건 — 의 마음에 개입해 왔다. 때로는 지각경험(증거)을 축적함으로써, 때로는 논리나 설득과 같은 이성적인 방법으로, 때로는 감정에 호소함으로써 말이다.³⁾ 심지어는 심리분석이나 최면과 같은 기법을 통해 타인의 고통을 재경험하게 함으로써 그의 심리적 변화를 유도하기도 하였다. 이런 방법들은 전통적으로 행해져 온 방법들로서, 인간의 마음에 “간접적으로” 개입하는 방법들이다. 이런 방법들이 갖는 두드러진 특징적 지표라면, 마음 변화의 원인이 인간의 “외부”의 자극과 변화에 있다는 점과, 대체로 “장기적인” 원인 제공을 요한다는 점일 것이다.

이와 달리, 오늘날 각종 신경과학적 기술들은 여러 가지 “직접적인” 방법으로 인간의 마음에 개입하려 한다. 여기에는 약물적 방법과 기계적/전기적/수술적 방법이 대표적이다. 기계적/전기적/수술적 방법으로는 다음 몇 가지가 많이 활용되고 있다. 뇌에 전류를 통과시켜 발작을 유도하는 전기경련요법, 뇌의 연결을 외과적으로 절단하거나 고주파를 이용하여 손

상을 유도하는 정신외과수술법, 뇌의 표면구조를 강한 자기장을 사용하여 자극하는 경두개 자기자극 기법, 외과적 수술을 통해 뇌에 전극을 심어 전류의 외부 소스를 제어함으로써 인체의 운동 등에 변화를 가져 오는 기법인 심층뇌자극 기법 등이 그것이다.⁴⁾ 물론 그 외에도, 뇌의 일부 혹은 전체 대신 인공적인 기계장치를 이식하는 신경보철술(neuroprosthetics)과 같은 보다 전면적인 방법도 점점 더 큰 관심을 받고 있다.⁵⁾

그러나 마음에 개입하는 직접적인 방법들 중 가장 널리 쓰이는 동시에 가장 발전 전망이 클 것으로 예상되는 방법은 약물적 방법이다. 약물적 방법으로는, 각종 항정신병제, 조울증에 쓰이는 리튬, 주의력결핍과잉행동장애(ADHD)에 사용되는 리탈린(Ritalin), 항우울제로 사용되는 프로작(Prozac) 등이 있다.⁶⁾ 이런 방법들이 갖는 두드러진 지표는 마음을 변화시키는 원인이 인간의 “내부”에 대한 침습적인 개입과 조작이라는 점과, 이러한 침습과 조작은 상대적으로 “단기간에” 이루어진다는 점일 것이다.⁷⁾

III. 신경과학적 마음 조작 기술의 윤리적 쟁점: 마음 조작에 대해 우리가 갖는 두 겹의 이중적 직관의 배후에는 무엇이 있는가?

3) 인간에게 일정한 경험적 증거가 쌓이면 뇌의 변화가 동반한다는 연구결과가 있다. 뉴런 간의 전기화학적 연결이 바뀌고 (비록 미세한 차이일지라도) 뇌의 형태까지도 변화하게 된다는 것이다. 런던의 택시 기사들을 상대로 한 연구에서, 기사들의 경우 공간정보를 저장하는 해마 뒷부분이 통제집단의 경우에서보다 더 큰 것으로 나타났다(Maguire et al. “Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers”, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101: 16075-80, 2000).

4) 닐 레비, 앞의 책(주 1), 104-05쪽.

5) 미국의 동영상 전문 웹사이트인 유튜브(www.youtube.com)에서 첨단 신경보철기술들을 포함, 현대의 다양한 기계적/전기적/수술적 방법들에 관한 동영상들을 찾아 볼 수 있다.

6) 닐 레비, 앞의 책(주 1), 105-06쪽.

7) 이런 직접적 개입의 방법들도 그 영향이나 도덕적 고려의 여지가 모두 동등하지는 않다. 그 방법들 중에서 한 사람의 인생에 있어 일회적인 효과만을 낳는 처치가 있는가 하면, 그의 인생을 통틀어, 심지어는 대(代)를 이어서까지 효과가 지속되는 처치도 있을 수 있다. 가령, 약물적인 방법이 대체로 전자라면, 기계적/수술적/유전공학적인 처치는 후자인 경우도 있다(참조: 권복규, 김현철, 『생명윤리와 법』 (이화여자대학교출판부, 2009), 233쪽). 특히 후자의 경우 그 효과 면에서 어쩌면 더 심각하고 근본적인 윤리적 문제를 낳을 수 있다. 하지만 본 글에서 이런 차이까지 고려하지는 않기로 한다.

일차적으로, 위 두 가지 유형의 마음 변화 혹은 조작의 방법을 비교할 때, 많은 사람들은 전자, 즉 전통적이고 간접적인 방법을 선호하고 후자, 즉 신경과학 기술을 써서 직접적으로 개입하는 방법을 경계하는 경향이 있다. 가령, 우울증을 극복하고자 할 때, 가능하다면 후자의 약물적, 전기화학적, 혹은 외과수술적인 방법을 피하고 심리치료와 같은 전자의 전통적인 방법을 선호한다는 것이다. 심지어, 많은 이들은 전자의 방법이 후자의 방법에 비해 도덕적으로 더 정당화된다고까지 생각하기도 한다. 이런 이중적이고 차별적인 태도는 어디에서 기인하는 것일까?

다른 한편, 위에서 서술한 것과 같은 방식으로 뇌에 대해 직접적으로 개입하고 그것을 조작하는 활동은 이미 “치료(therapy: treatment)”라는 이름으로 널리 행해져 왔다. 그러한 개입과 조작이 치료라 할 수 있을 때에 그것을 자연스럽게 수용하는 것과 달리, 많은 이들은 향상이라 할 만한 방식의 개입과 조작에 대해서는 상당한 거부감을 갖고 있다. 예컨대, 치료나 재건을 위한 성형수술이 필요하고 중요함을 부정하지 않지만, 사람들은 미용을 위한 성형에 대해 심리적으로, 윤리적으로 불편해 한다. 정작 그들 스스로는 미용성형 수술을 받건 안 받건 간에 말이다. 리탈린과 같은 약물을 써서 집중력을 키우는 처치에 대해서도 사람들의 이중적인 태도는 마찬가지이다. 일반적인 용어로 말한다면, 이런 처치는 뇌에 직접 개입함으로써 인간의 마음을 변화시키는 처치인 셈인데, 사람들의 태도는 그 처치가 치료일 경우와 향상일 경우에 대해 차별적이라는 말이다. 사람들은 왜 이런 이중적이고 차별적인 태도를 취하는 것일까? 왜 특히 향상적 개입과 조작에 대해서 거부감을 갖는 것일까?

이런 두 겹의 비교에서 보듯, 마음 조작에 대한 두 겹의 비교 각각에서 사람들은 이중적 직관을 갖고 있다. 이를 “두 겹의 이중성(twofold duality)”이라 부르자. 이를 정리하면 다음 세 가지 유형의 마음 변화에 대한 사람들의 직관이 이중적이라는 말이다:

- (1) 전통적인 방식의 마음 변화 (소위 ‘치료’ 혹은 ‘향상’)
- (2) 신경과학기술에 의한 마음 조작 (소위 ‘치료’)
- (3) 신경과학기술에 의한 마음 조작 (소위 ‘향상’)

이 세 가지 유형의 처치에 대한 당신의 도덕적 직관은 어떠한가? 아마도 위에서 서술한 바 많은 사람들이 갖는 두 겹의 이중적 직관에 가까울 가능성이 높다. 어쩌면 당신은 (1)을 도덕적으로 선호하되 (2)를 도덕적으로 경계하고, 또한 당신은 (2)를 도덕적으로 허용하되 (3)에 대해서는 도덕적으로 허용될 수 없다고 생각할지 모른다는 말이다. 당신은 그러한 두 겹의 이중적 직관을 어떻게 정당화할 것인가?

(1)에서 (2)로, (2)에서 (3)으로 갈수록 사람들이 갖는 도덕적 의구심이 커지는 한 가지 이유는, (2)나 (3)으로 갈수록 이에 적용된 새로운 기술이 우리가 예상하지 못한 어떤 심각한 “부작용”이나 “위험”을 초래할지 모른다는 우려가 커지기 때문일 것이다. 그 예로, 약물적, 외과수술적 처치의 부작용이나 실패로 인해, 기억을 잃어버리거나 하는 경우들을 들 수 있다. 혹자는 또 다른 이유로서 보다 “비즈니스 윤리”의 이유를 들기도 한다. 관련 제약산업이나 의료산업이 약품이나 처치기술을 부정직하고 비윤리적인 방식으로 상업화한다는 것이다. 마치 정신약물의 위험성을 숨기고 고가에 계속 판매하려 한다거나, 환자에게 사용할 약물을 일반인들에게까지 권장하려 하는 일 따위가 그러하다.⁸⁾

혹자는 (2)나 (3)과 관련하여 사회적 “정의”, 공정성, 혹은 평등에 관한 문제를 제기하기도 한다. 가령 (2)나 (3)의 신경과학기술을 통한 처치에는 상당한 비용이 소요되는데, 이것을 부담할 수 있는 계층은 제한적일 것이고, 그 결과 이런 기술의 혜택을 받는 계층과 그렇지 않은 계층 간의 격차는 더 벌어질 것이라는 점이다. 영화 가타카(Gattaca)가 그리고 있는 미래상이 바로 그 예이다. 이런 문제는 특히 (3)에 오면 더욱

8) 이런 식의 우려를 제기하는 대표적인 예로, 후쿠야마, 앞의 책(주 2), 88-93쪽.

불거진다. 왜냐하면 (2)에 대해서는 많은 사회가 사회적 보험, 부조나 보건의료정책의 수단을 통해 어느 정도 계층 간의 격차를 완화하려 하고 있지만, 많은 경우 (3)의 경우에까지 사회나 국가가 개입할 여력이나 의지는 없기 때문이다.⁹⁾

(신경과학적) 처치의 안전성 문제나 사회정의의 문제는 그 자체로 매우 심각하고 중요한 문제일 수 있다. 아마도 이런 문제들이야말로 사람들이 그런 처치에 대해 가장 민감하게 느끼는 문제일 수 있기 때문이다. 하지만 만약 이 대목에서, 논의를 좁히기 위해, (2)나 (3)의 처치가 갖는 안전성의 문제와 부정의의 문제가 불식될 수 있다고 가정한다면 어떠한가? 아니면 적어도 그런 처치로 인해 얻을 수 있는 편익이 비용보다 확연하게 크다고 가정한다면 어떠한가? 이 때조차 많은 사람들은 (1)보다 (2)에 대해, (2)보다는 (3)에 대해 도덕적으로 허용되기 어렵다고 답할지 모른다. 그렇다면 여전히 남아 있는 두 겹의 이중적인 도덕적 직관은 어디에서 기인하는가?

그 몇 가지 답변을 하나씩 검토해 보자. 한 가지 쉬운 답변은 인간의 마음, 즉 내면을, 그것도 직접적으로 변화시킨다는 것이 우리에게 자연스럽게 않다는 것일 터이다. 얼핏 '자연스럽지 않다' 라는 말은 '익숙하지 않다' 라는 말로 들린다. 그렇다면 우리에게 익숙하지 않은 행위는 일단 도덕적으로 허용되기 어렵다는 말인가? 과거 원시시대에 옷을 처음 입을 때에도, 처음으로 도구와 무기를 만들어 사냥과 전쟁에 이용할 때에도, 처음으로 언어와 문자를 배우고 가르칠 때에도 사람들은 그것이 익숙하지 않다는 의미에서 부자연스러워했을 것이다. 그렇다면 인류 역사에서 너무도 당연해 보이는 이런 문명화에 따른 변화가 단지 익숙하지 않고 부자연스럽기 때문에 도덕적으로 문제가 있다고 할 것인가?

한 가지 더 정교한 답변은 (2)나 (3)과 같은 처치가

인간의 내면을 직접적으로 건드림으로써 인간 고유의 진정성과 자율성, 정체성, 인간의 본성, 나아가 인간의 존엄성을 바꾸어 놓는다는 것이다.¹⁰⁾ 예를 들어, 프로작과 같은 항우울제는 사람의 성격을 바꾸어 놓을 수 있다. 프로작을 복용하기 전에 나는 매우 소심하고 예민한 사람이어서 주변 사람들의 작은 편견에도 쉽게 상처를 받고 타인을 쉽게 원망했었지만, 프로작을 복용하고 나서는 주위로부터의 이런저런 자극으로 인해 쉽게 위축되지 않고 타인에 대한 원망도 잦아들고 나 자신에 대한 만족도 높아졌다고 가정해 보자. 이 경우, 어쩌면 프로작을 복용하여 나의 성격이 바뀐 것이고, 나의 성격이야말로 나를 규정하는 본질적인 요소라고 한다면, 복용 후의 나는 복용 전의 나와 다른 존재라 해야 할지도 모른다. 어쩌면 나는 이제 내가 과거에 가지고 있던 나의 진정성을 더 이상 갖고 있지 않은 것이다.

내가 나의 진정성을 유지해야 한다거나, 내가 나의 진정성을 유지하는 것이 바람직하다는 생각에는, 내가 가진 약점이나 내가 처한 어려움과 고통조차 나의 진정성을 구성하는 중요한 요소라고 하는 생각이 깔려 있다. 우리는 (특히 젊을 때) 역경을 경험하고 극복하려 애쓰는 것이 우리 자신의 삶을 더 깊게 들여다 보고 성찰할 기회를 주기에 인생의 큰 자산이 된다는 가르침을 흔히 접한다. 실제로 필자 스스로도 과거에 겪었던 어려움을 결코 다시 겪고 싶지는 않을지라도, 그런 어려움을 겪고 견디지 않은 나 자신을 생각하기 어렵다고 여기기까지 한다. 이런 견지에서 보면, 프로작과 같은 정신약물은 비록 지금의 우울한 기분을 없애줄지라도, 그런 기분과 더불어 인생의 교훈을 얻을 소중한 기회까지도 함께 없애버리는 것일 수 있다.

뿐만 아니라, 많은 경우 프로작과 같은 약물을 복용하면 기분이 좋아지고 행복해짐을 느끼겠지만, 이 경우 우리는 행복해질 이유를 찾았기 때문에 행복해

9) Michael S. Sandel, *The Case against Perfection: Ethics in the Age of Genetic Engineering*, (The Belknap Press of Harvard University Press, 2007), 15-16쪽.

10) 이런 식의 우려를 제기하는 예로, 닐 레비, 앞의 책(주 1), 116-21쪽; 프란시스 후쿠야마, 앞의 책(주 2), 6, 9장 곳곳; 유르겐 하버마스, 『인간이라는 자연의 미래』, 장은주 역 (나남출판, 2002), 곳곳.

진 것이 아니다. 우리는 우리로 하여금 행복을 느끼게 해 줄 원인을 갖게 되었기 때문에 행복해졌을 뿐이다. 즉 뇌 속에서 세로토닌이라는 신경전달물질의 양이 실제로 증가했다는 그 물리화학적 원인 말이다. 세로토닌이라는 물질이 증가했다는 것은 즐거워질 “원인” 일지언정 즐거워해야 할 “이유”는 아니지 않은가?¹¹⁾ 요컨대, 신경향상을 위한 약물은 우리가 처한 문제의 이유로서의 진정한 원인이 아니라 표면적인 물리화학적 원인을, 그것도 직접적으로 건드려서 원하는 변화를 만들어 내고자 하는 처치에 불과하다는 것이다.

나아가, 정신약물에 대한 우리의 반감의 이면에는, 프로작과 같은 약물을 복용함으로써 우리 스스로를 생명체로서의 인간이 아니라 “기계”나 “도구”로 대하는 것이라는 생각 또한 깔려 있는 듯하다. 누군가가 어떤 이유로 침울해 하고 고통스러워 할 때 만약 당신의 손에 그 침울함과 고통을 쉽게 없앨 수 있는 수단(가령, 프로작과 같은 정신약물)이 있다고 가정해 보자. 이 때, 당신이 그를 전통적인, 아마도 더 인간적인(?) 방식으로 대하고자 한다면, 당신은 그가 가진 고통의 원인이 무엇인지를 여러 경로로 알아내고자 할 것이다. 그 사람 본인이나 주변 인물들과의 상담과 같은 방법을 통해서 말이다. 그렇게 해서 그의 고통의 원인을 찾아내어 제거할 수만 있다면 그런 처치에 당신은 가장 만족할 것이다. 하지만 만약 당신이 손쉬운 방법으로서 프로작을 써서 그의 고통을 없애주고자 한다면, 이는 당신이 그를 결함 있는 기계와 같은 대상으로 대하는 것이다. 그 결과, 당신은 그를 자유롭고 책임 있는 합리적 행위자로서의 그의 자아의 모욕한 것일 수 있다. 우리의 인간성 개념에서 핵심이라 할 자유와 책임의 의의를 훼손하는 것이 되어, 이는 사실상 모든 것을 잃는 셈이 된다.¹²⁾ 정신약물 사용에 관한 이런 식의 반론은 우리의 반감에 대해 앞서

서술한 다른 요인들의 연장선상에 있으면서도 더 근본적인 반론이라 할 것이다.¹³⁾

그래서 정신약물이 우리 삶의 진정성에 미치는 영향에 관한 위와 같은 답변들은 서로 긴밀하게 연관되어 있다. 이런 답변들은 공통적으로 프로작과 같은 약물 처치가 인간의 인간됨에 대해 악영향을 미친다는 주장을 한다. 그리하여 이 답변들은 (2)나 (3)과 같은 처치에 대해 우리가 반감을 갖는 이유를 상당히 유력하게 설명해 준다고 볼 수 있을 것이다.

그렇다면 다음의 물음들을 던져 보자. 삶의 진정성은 우리에게 얼마나 중요한 것인가? 삶의 진정성이란, 우리가 처한 당장의 고통을 없앨 수단이 있음에도 그것을 없애지 않고 지내면서까지 지키고 싶을 만한 가치를 갖는 것일까? 비록 진정성을 견지하지 못한다 하더라도 지금의 고통을 없애고 더 행복해질 수 있는 길이 있다면, 이 길을 택할 만하지 않을까? 우리의 인간됨 혹은 인간성은 우리가 자연적으로 혹은 선천적으로 갖고 있는 것들을 최대한 지키거나 복원할 때에만 이어나갈 수 있는 것일까, 아니면 이와 달리 우리가 가장 행복하고 가장 성공적인 삶을 살고자 하는 욕망과 목표에 조금이라도 더 다가갈 때 실현될 수 있는 것일까?¹⁴⁾

이러한 물음들에 대해 쉽게 답하기는 어려워 보인다. 위에서 거론한 다각도의 반론이 정신약물 사용에 대한 우리의 반감을 직관적으로 잘 설명해 주는 것 같다고 해도 말이다. 위 물음들에 답하기 어려운 이유는 아마도 행복하고 성공적인 삶에 대한 욕망 또한 인간에게 보편적인 욕망이기 때문일 것이다.

또 다른 난점도 있다. 위와 같은 반론들이 (2)와 비교하여 (3)을 도덕적으로 허용할 수 없다는 사실을 뒷받침하는 데에 그치지 않고, (1)과 비교하여 (2)를 도덕적으로 허용할 수 없다는 사실마저도 아울러 뒷받

11) 닐 레비, 앞의 책(주 1), 121-29쪽.

12) 비슷한 논변으로, 유르겐 하버마스(장은주 역), 앞의 책(주 9).

13) 닐 레비, 앞의 책(주 1), 116-21쪽.

14) 이런 식으로 향상을 옹호하는 논변으로는, Julian Savulescu, “New Breeds of Humans: the Moral Obligation to Enhance”, *Reproductive Biomedicine Online* 10: 1 (2005), p.38.

침하는 것 같다는 점이다. 앞서의 반론들을 모두 인정한다면, 치료라 불릴 만한 처치(즉, (2))조차 삶의 진정성을 바꾸어 놓고, 인간을 기계와 같은 것으로 대함으로써 ‘인간성’이라 불릴 만한 것을 훼손하는 것은 아닌가? (3)을 도덕적으로 허용하지 않으면서 (2)는 도덕적으로 허용해야 한다고 하는 논변이 위 반론들 속에 포함되어 있는가? 만약 그것이 포함되어 있지 않다면, (2)와 (3)을 차별화할 수 있는 다른 가능한 논변은 무엇일까? 요컨대, (1)~(3)에서 드러난 우리의 직관이 갖는 “두 겹의 이중성”을 어떻게 옹호할 수 있는

가 하는 것이다.

여기서 한 가지 분명히 말할 수 있는 바는, 우리가 인간성이라 여기는 바가 실상 우리가 우연히 직, 간접으로 체험한(혹은 체험 가능한) 제한된 시간과 공간 속의 역사에 대한 이해로부터 비롯한다는 사실이다. 그런 제약된 이해의 지평 위에서 비로소 우리는 우리의 인간성이 무엇인지를 말하고 있다는 것이다. 그것이 무엇인지에 대한 우리의 신념이 아무리 강고할지라도 말이다. 그렇다면, 그런 제약이 모종의 “편향(bias)”이 아니라고 어떻게 말할 것인가? 🤖

뇌과학, 의사자유, 형사책임

신동일

국립한경대학교 법학과 교수

1. 뇌과학과 의사자유론

뇌과학이란 인간의 뇌의 생리적 과정을 탐구하는 분야다. 이 분야가 형사법에서 특별히 조명되는 이유는 ‘범죄현상’이란 인간의 내면적 의식과 외부적 행동의 결과이기 때문이다. 법학에서 형사법은 외관적으로는 인간의 주관적 의식과 의사를 탐구해왔다. 범죄는 불법의식을 행위로 표현하는 것이다. 그리고 그 처벌은 반드시 행위자가 주관적으로 자신의 행위를 인식하고 의욕했어야 한다. 그러한 범주에 속해야 비난이 가능하다. 이를 책임원칙이라고 한다. 책임원칙의 근거는 모든 인간이 이성적으로 자신의 행위를 결정할 수 있는 의사자유가 있다는 전제에서 나온다. 그러나 근대 형법학은 인간의 뇌생리과정을 이해하지 못했다. 우리가 최근 거론하는 신경생리학의 대부분의 중요한 발견은 지난 5-60년에 집중된다. 뇌과학 또는 신경과학이 새로운 업적을 발표할 때 형사법은 단순한 방관자였다.

뇌과학은 우연한 기회에 전통적 형사법에 의문을 제기했다. 2000년 중반 일부 독일 신경학자들에 의해 시작된 인간의 의사자유 부정론이 그것이다. 신경학자 게하르트 로트(Gerhard Roth)와 볼프 징거(Wolf Singer) 등은 인간의 의지나 행동은 뇌의 특정 생화학-물리작용에 종속될 수밖에 없다고 했다. 인간 뇌안의 변연계(das limbische System)가 중요한 역할

을 하고, 이 변연계의 물리생화학적 반응에 따라 인간은 행동한다. 여기서 인식과 행동의 주체는 인간 자체가 아니라, 뇌의 변연계 내부의 물리-화학작용이다. 이들은 과감하게 인간의 의사자유란 과학적으로는 불가능하다고 주장했다. 형사법 학자들은 이러한 결론에 적지 않은 혼란을 느끼게 된다. 형법의 책임원칙이란 헌법의 보호를 받는 원칙이다. 의사자유는 부정의 책임원칙의 부정을 뜻하며, 결국 형법의 축소 또는 해체를 가져올 수 있다는 불안감이 증가했다. 저명한 형법학자들까지 가세해서 신경학자들의 의사자유 부정론에 대한 반론을 제기했다. 그러던 중 70년대 후반부터 10여 년간 지속된 책임과 예방 논쟁이 다시 재현되고, 수많은 논의들이 계속되었다.

객관적으로 보면 이 논쟁은 해프닝에 불과하다. 그리고 2000년대 후반으로 오면서 논쟁은 눈에 띄게 사그라졌다. 현재 독일 내에서 이 논쟁은 더 이상 주목받지 못한다. 아마도 그 이유는 신경과학자들의 주장도 과학적으로 잘못되었으며, 이를 반박하던 형사법학자들의 비판도 한계가 있었기 때문이다. 로트나 징거의 이론적 토대는 생각보다는 훨씬 단순했다. 그들은 1980년대 초반 미국 MIT 대학의 과학자 벤자민 리벳(Benjamin Libet)의 유명한 실험을 근거로 한다. 이 실험은 실험자들에게 뇌의 특정 전위(potential)가 실제 행동과 어떤 순서로 진행되는지를 살펴보기 위한 실험이었다. 이미 유사한 실험은 1964년 코른후버

(H.H. Kornhuber)와 다른 연구자들에 의해 시도된 바 있다. 리벳이 확인한 것은 피험자들이 특정한 시점에 손목꿇기나 책상 두드리기 등의 행동을 하기 약 350밀리초 전 준비전위(readiness potential)가 먼저 계측되었다는 사실이다. 이 결과는 인간의 의지가 행동보다 먼저 나타나야 한다는 상식과 반한다. 이를 해석하면 인간은 자발적 의식 이후에 행동을 하지 않고 뇌의 특정 전위에 의해 행동을 유발한다는 것이다. 즉, 인간의 의식과 행위는 자유롭지 못하다. 리벳은 의사자유와 자신의 실험이 어떤 관련을 가질 수 있는가에 대해 몰랐다. 그는 오히려 준비전위와 행동 사이의 또 다시 아주 짧은 간극이 존재하기 때문에 인간은 뇌가 이미 “결정”한 행동을 중단할 수 있는 “자유(free-won't)”를 가지고 있다고 했다. 이러한 실험과 이를 통해 의사자유 존부를 확인할 수 있다는 해석은 신경학자들 대다수에 의해 부정적인 평가를 받았다. 주된 이유는 ‘그러한 설명은 충분하지 않다’였다. 그리고 그 이후 이 실험결론은 같은 신경학자들이나 유사한 실험에서 반박되었다.

2. 표상과 마음의 해석

사실 비판은 뇌를 탐지하는 기술의 한계에서 비롯되지 않는다. 아무리 정밀한 장비를 동원해도 그 탐지된 정보를 해독하는 것은 인간이다. 인간의 해석 작용은 언어나 상징으로 표현되어야 한다. 그 주관 상태의 외부적 표출을 “표상(representation)”이라고 한다. 표상은 뇌의 물리생화학적 과정과 인지를 연결해준다. 그런데 표상을 다루는 중요 분야는 신경생리학이 아니다. 심리철학과 인지심리학이다. 뇌의 생리적 현상을 파악하는 기술적인 측면과 함께 인지라는 현상에 대한 표상의 구성과 재현은 신경생리학의 물리-생화학적인 문제영역보다 더욱 관심의 대상이다. 그러한 이유 때문에 1950년대부터 시작된 인지이론은 인간의 마음을 설명하기 위해 철학과 심리학에 밀접하게 결부되고 있다. 그를 통해 인지이론은 뇌과학을 통

해 발견된 인간의 의식이나 기억 등에 관한 설명방법을 세련화한다. 이러한 설명은 뇌의 물리생화학적 작용을 다루는 순수 뇌과학(brain science)과 마음의 표상을 해석하는 인지과학(cognitive science)을 구분하게 만들었다.

심리철학적으로 실제 뇌의 인지작용과 표상의 “동형성(isomorphism)”이 설명되어야 한다. 즉, 뇌의 생리적 작용이 외부적 행위의 결과와 일치된다고 볼 수 있어야 한다. 현재 생물학적 존재론을 근거로 동형성을 근거로 하는 견해는 소수이다. 뇌신경과학의 도움으로 인간 행위를 뇌의 인지작용과 결부시키는 주장들이 세련화된다. 일반적으로 뇌의 작용과 행동의 관계를 토대를 가진 심리이론을 “기능주의(functionalism)”라고 한다. 기능주의는 미국의 힐러리 퍼트남으로부터 출발한 심리철학적 구상이다. 기능주의는 1930년대부터 시작해서 1950년대에 중요한 사회과학적 방법론이었던 행태주의(behaviourism)에 대한 반성적 시각에서 나온다. 기능주의 이론은 마음의 문제에 대한 인지과학 이론의 중심이다. 기능주의적인 접근은 그동안 인간의 객관적인 행동을 근거로 분석하던 이론들과는 달리 신경생리적인 특성과 행위의 관계를 설명하려는 태도다. 당시 유행하던 행태주의는 객관적 관찰대상인 인간의 행위를 중심으로 한다. 행태주의는 근대 초기 심리주의적 설명모델에 대한 반성으로 등장했다는 분석은 타당한 것 같다. 인간의 심리적 상태를 추정하여 행동을 제한하려는 정책적 시도들은 당시의 과학적 수준에서 본다면 종교나 도덕강요에 불과했을 것이기 때문이다. 그런 이유로 소위 사상통제라는 권위적인 수단이 성행하던 시기의 반성 이론이었을 것이다. 그러나 60년대의 기능주의는 막연한 심리적 추론이 아니라 당시 발전하기 시작한 신경생리학의 과학적 입장을 토대로 한다는 측면에서 차별화된다.

기능주의는 다시 뉴런연결의 생리적 특성과 행위를 대응적으로 보는 연결주의(connectionism)와 뇌 작용과 마음 상태는 컴퓨터와 프로그램의 관계처럼 설명하는 계산주의(computationalism)로 다시 구분

된다. 두 가지 설명방식은 마음을 보는 이해차이에서 비롯된다. 펠자에게는 연결주의가 좀 더 신경과학적 설명방법으로, 계산주의는 심리철학과 언어학적인 근거를 가진 설명방법으로 보인다. 연결주의는 뉴런과 신경세포가 마음 상태나 행동과 관련된다고 설명한다. 반면에 계산주의는 마음을 컴퓨터의 작동과 유사한 것으로 여긴다. 아직 어떠한 설명방식이 더 우월하다고 평가할 수 없지만, 흥미로운 것은 뇌과학이 관심을 끌면서 다소 주춤하던 심리철학과 언어학, 그리고 인지심리학 등이 새로운 주목을 받는 현상이다. 최근 신경과학은 다른 과학과 다르게 언어학이나 심리철학과 같은 인지적 설명방법에 더욱 의존한다. 즉, 뇌의 문제는 언어적 논리와 명제태도에 따라 객관적으로 표상되기 때문에 신경과학적인 결론들의 해석을 위해서는 각 전위들의 뉴런연결성 이외에 두려움이나 기억 등과 같은 언어적 성향과 의미가 추가적으로 설명되어야 한다. 심리적 개념의 범주나 의미 등도 신경과학 자체가 해결할 수 있는 것이 아니다. 요컨대 신경과학이 뇌생리에 더 많은 관심을 가질수록 언어학/심리철학적 수단과 방법론도 함께 정밀해져야 한다는 것이다. 신경과학이 기억이나 인식, 두려움, 환각 등의 심리적 요소를 설명하려면 할수록, 인지 주체의 정서적 태도에 대한 기존 심리학이나 심리철학적 설명 방식 역시 그에 맞추어 발전되어야 한다. 언어의 구조가 인지작용과 관련된다는 가설은 현재 컴퓨터 인지 체계 구조에 반영되었다. 1960년대부터 인공지능 개발 노력은 주로 언어를 통해 인지와 행위의 복잡체계를 구성하려고 노력한다. 현재는 인지언어학과 컴퓨터 공학이 결합되면서 거의 모든 영역에 영향을 미치고 있다. 여기에 영향을 미친 사람은 언어학자 노암 촘스키(Noam Chomsky)와 수학자 앨런 튜링(Alan Turing)이다. 언어작용을 통한 마음의 설명으로 계산주의에서 중요한 학자로 평가되는 스티븐 핑커(Steven Pinker)의 소위 “마음의 언어(mentalese)”에 의한 인간의 의식구조 모델이나 힐러리 퍼트넘 이후 최고의 심리철학자로 주목받은 제리 포더(Jerry Fodor)의 인지의 모듈성 연구는 인지언어과학의 현

재 위상을 잘 말해주고 있다. 요컨대 마음은 하나의 뉴런의 과정을 관찰해서 알 수 있는 것이 아니라, 복수의 뉴런이 내/외부로 표상되는 상태를 전제하고, 그 표상은 주체의 언어적 과정에 의존한다. 이를 해석하기 위해서 먼저 언어를 이해할 필요가 있다. 논의는 뇌과학에서 빠르게 인지이론을 기반으로 하는 철학과 언어학으로 파급되고 있다.

전통적으로 형사법은 진술을 분석하는 학문이다. 법률문언의 해석과 사안에 대한 진술조서의 일치성 등을 다루는 데에 익숙하다. 실증과학적인 증거들이 법정에서 제출되는 것은 감정이라는 특별한 절차에 의존한다. 종국적인 판단은 진술간의 정합성이다. 그런 의미에서 형법학은 인지언어학이나 인지심리학에 친숙하다. 장차 형법학은 신경생리학적 토대를 근거로 규범 진술들을 분석할 것을 고민해봐야 한다.

3. 형사책임의 미래(folk criminology?)

인지심리학자들은 신경과학적 기반을 두지 못한 비과학적 전통심리이론을 “통속 심리학(folk psychology)”으로 부르고 있다. 통속이론 또는 일상이론이란 특별한 과학적 인식 없이 거론되는 주장들을 말한다. 통속이론이나 일상이론은 실제 생활에서는 필요할 수 있지만 학문적인 입장은 아니다. 그렇다면 전통적인 형사법을 이제 “통속 형법이론(folk criminology)”으로 분류할 수 있는가? 학문적인 이론이 되기 위해 필요한 것은 (인지)과학적 설명이다. 간단한 예를 들어, 형법에서 범죄인의 행위를 설명하는 이론 모형을 행위론이라고 한다. 형법적으로 행위는 불법의지를 가진 채 발현된 행위결과만을 말한다. 이러한 인식 또는 의사가 없는 것은 법적으로 문제로 삼지 않는다. 이를 책임원칙이라고 한다. 그런데 그 행위결과에 대한 판단은 나타난 행위결과(과실범)이나 주로 사회적 규범이라는 객관적 기준(법정에서 배심원 또는 법관의 판단)을 따른다. 타인에 의한 평가에 따라 행위자의 주관적 태도가 결정되는 구조다. 일부

예외를 제외하고는 행위자의 주관적 의사 내용은 법정에서 밝혀지기 어렵다. 그런데 기능주의적 인지이론의 입장에서 보면 주체의 인식과 결과된 행위 간의 관계가 설명되지 않으면 그 행위는 형법적으로 무의미하다. 예를 들어 의식 없이 수행되는 “자동증(automatism)”은 형법적으로는 무의미하다. 1992년 캐나다 대법원이 케니스 파크 사건(R.v.Parks)에서 무죄를 선고한 이유는 몽유병으로 인한 피고인의 살인행위가 인식 없이 이루어졌기 때문이다. 즉, 인지와 행위가 연결되지 못하고 끊어졌다는 것이다. 또한 기능적 인지이론 모델에 따라 때 인간의 의식작용은 제3자의 관점으로만 결정될 수 없다. 제3자 평가 관점만으로 구성되는 형법이론은 “통속 형법이론”이라고 비판된다. 인지 주체와 인지내용의 확정이 없는 단순한 객관적 행위양상만을 대상으로 하는 관찰과 평가는 형법의 대원칙인 책임원칙에 맞지 않기 때문이다.

의지적 행위지향성으로 행위를 설명하는 기능주의적 설명은 장래에 형법적 행위모델을 새롭게 제시할 수 있다. “의식(consciousness)”에 대한 신경학적 설명을 시도한 신경철학자 다니엘 데넷(Daniel Dennett)과 신경학자 안토니오 다마시오(Antonio Damasio)의 설명은 가능한 형법적 행위론 모델이다.

4. 진행중인 미래

현재 수준에서 형사책임과 관련된 신경과학적인 업적들은 일부 낙관론에도 불구하고 여전히 미성숙한 단계다. 최근 신경법학에 대한 연구들은 활발하다. 신경법학은 신경과학의 성과를 직접 법학에 응용하는 문제와 뇌과학을 통한 법학의 방법론적인 관점을 연구하는 영역으로 구분된다. 미국의 벤더빌트(Vanderbilt) 대학이 도입한 “신경법학 학위과정”처럼 신경생리학과 법학의 융합과 신경과학의 법적인 문제성을 윤리적인 관점에서 연구하는 방향도 증가하고 있다. 스프링거 출판그룹의 “신경윤리학(Neuroethics, Springer Publishing)”과 같은 학술지

에는 법학이나 교육학과 같은 세부 영역이 포함되고 있다. 신경법학은 많은 잠재성을 가지고 있다. 거짓말 탐지기와 같은 구체적 문제 이외에도 인식 주체의 확정과 새로운 양형과 행형 프로그램에 대한 인지이론적 대안을 신경형법학에서 주도적인 위치를 차지할 수 있다. 새로운 의사자유 논쟁이 진행되면서 가장 많이 거론된 것은 전통적인 책임형법의 폐기와 그 대안으로 신경형법학의 도입이었다. 범죄자의 재범예측이나 신경과학적 증거의 형사법원에서의 승인과 같이 현재의 법체계를 근본적으로 재편할 수 있는 가능성도 논의된다. 일부 진보적인 신경법학 연구 그룹들은 신경과학이 좀 더 발전하면 기존의 전통 법학들은 무용한 것으로 인정되어 차차 폐기될 수 있다는 전망을 내놓기도 한다. 예를 들어 의사자유 논쟁에서처럼 인간이 더 이상 자유로운 행위결정의 주체가 아니라고 한다면 지금과 같은 규범과 법체계는 존속될 수 없다. 그리고 범죄적 성향을 미리 차단시킬 수 있는 T.M.S.(Transcranial Magnetic Stimulation) 기술 등은 지금과 같은 행형방식을 대체할 수 있다. 근본적으로는 행사책임이 신경과학적으로 재설계되는 것으로 멈추지 않고, 선거제도나 계약법 자체가 중대한 변화에 직면할 수 있다는 것이 이들의 예상이다.

이러한 시도들은 다시 구체적으로 신경과학의 법학적 응용분야와 신경법학 자체의 방법론적 논의로 구분된다. 후자의 경우 형사법적 관점에서 보면 예상되는 분야는 주관적 구성요건 영역이다. 고의나 과실, 착오와 같은 주관적 요소들에 대한 설명이 지금보다는 세밀해질 것이다. 그럼에도 불구하고 여전히 본질적인 한계는 있다. 그 한계 중 하나는 형사법학자들의 인지과학에 대한 무관심 또는 미숙함일 수 있다. 신경생리학적인 이해나, 인지언어심리학의 기본을 무시하는 신경법학이 자기 위치를 잡기 어렵다. 결국 뇌과학으로 시작된 신경법학의 착상은 법학교육까지 재편하는 잠재력을 가지고 있다.

5. 신경윤리학

이와 별개로 신경윤리학 분야는 지금도 구체적이고 현실적이다. 신경윤리학은 곧바로 법학에서 논의되어야 한다. 인간의 인지에 개입하는 약물의 윤리적 문제는 법학적인 논의에서 다루어질 사항이다. 특히 ADHD(Attention Deficit Hyperactivity Disorder) 치료를 위한 환자 선별 기준과 그 적용성은 신경윤리 뿐 아니라 법적인 측면에서 소위 “인지적 자유권(cognitive liberty)”과 직결된다. 우리는 그동안 추상적인 정신과 육체적 자율성을 논의했다. 그러나 이제는 인지적 자유권의 내용과 보장을 생각해봐야 하는 때가 되었다. 또한 이와 관련하여 뇌파탐지를 통한 거짓말 탐지기 결과의 형사증거능력 여부나 수형자들의 인지테스트를 통한 형집행의 연장 또는 형량경감과 같은 내용들이 그 대상이다. 체포영장(Habeas Corpus)과 별도로 소위 “인지영장(Habeas Animus)”이 필요한가의 윤리적 토론도 제기될 수 있다. 또한 청소년 범죄자들을 성인 범죄자와 구분하는

근거도 신경과학적으로 재구성될 수 있는 요소다. 간략하게 말하면 그동안 형법이 행위의 객관적 외형을 중심으로 하였다면, 인지이론들은 행위자의 주관적 인식과 객관적 행위의 관계를 중심축으로 한다. 타인의 인식과의 객관적 관련성을 논의하는 복잡한 단계도 가지고 있다. 법학적인 인지이론 모델을 별도로 개발해야 한다. 그리고 현재 수준의 헌법에서 보장하는 우리 법체계의 실질적 해석방식이 인지이론에서 얼마나 설득력이 있는지도 생각해봐야 한다. 그러나 신경과학적인 논의들이 현재의 법체계를 해체시키기 위해서는 아직도 지난한 과정을 겪을 것이라는 소극론도 있다. 1.5kg 정도밖에 안 되는 우리의 뇌를 모두 이해할 수 있으려면 아직도 오랜 시간이 필요하기 때문이다.

한 가지 분명한 것은 인류가 그동안 가보지 않았던 “미지의 영토(terra incognita)”가 점차 가까워 오고 있다는 사실이다. 🌐

fMRI 증거의 법적 수용

이인영

홍익대학교 법과대학 교수

1. 뇌과학, 뇌영상의 발달

뇌과학은 뇌가 어떻게 활동하는가를 알아내는 것이 가장 중요한 관심사였고, 지금도 그 관심은 지속되고 있다. 뇌과학자들은 뇌가 어떻게 사람으로 하여금 인지하고, 생각하고, 행동하는 지에 대한 물음을 제기하여 왔고, 뇌영상(Brain imaging, Neuroimaging)의 다양한 기법을 사용해서 직접 또는 간접적으로 뇌의 구조, 기능, 약리학 구조를 영상화 하고 있다.

1929년 신경생리학자 한스 베르거(Hans Berger)가 발명한 EEG(electroencephalogram)은 대뇌피질 수준에서 만들어진 상대적인 신호강도와 전기 활동도의 변화를 두피에 부착된 전극을 통해서 추정할 수 있음을 보여주었다.¹⁾ 이후 두피에 측정된 자기장, 컴퓨터에 의해 계산된 국소적 전류자료를 측정하는 뇌자도검사인 MEG가 개발되었다. 뇌의 양전자 단층촬영인 PET(position emission tomography)는 뇌에 방사성물질인 조영제의 지역적 흡수를 통해 대사활동과 혈류량을 측정하여 암의 병기 설정(staging of cancer), 인지기능 측정에 매우 뛰어난 효과를 보여주지만, 조영제 흡입과 고비용이라는 문제점을 가지고 있다. 그리고 PET와 유사하나 다른 핵약품 기술을 사

용하는 SPET(single position emission computed tomography)는 뇌손상이나 치매, 기분장애(mood disorder), 뇌졸중, 발작 등의 정신과적, 신경과적 질환의 원인을 알아내는 데 사용하고 있다. 최근 개발된 기능적 뇌영상(기능성 자기공명영상: fMRI)은 국소적으로 활성화된 뇌의 증가된 혈류공급량을 측정하여 초기에는 간질, 종양, 동정맥 기형의 외과적 시술과 관련해서 특정한 피질영역에 대한 측정도구로서 사용되다가 현재 성인의 정신질환, 식물인간상태의 환자의 의식수준 측정, 뇌지문과 관련된 거짓말 탐지, 사이코패스 내지 반사회적 성격장애자의 두뇌 차이 비교, 비정상적인 행동예측 등의 조사에 활용되고 있다.²⁾

fMRI는 두개골을 절개하지 않고도 뇌와 인지활동의 관계를 연구 할 수 있게 해주었다. 이와 같은 비 침습적인(non-interventionist) 영상기법에 의한 fMRI 연구는 심리학의 '바이오 혁명'을 낳으면서 뇌에 대한 연구를 폭발적으로 증가시켰다. 만약 뇌에서 상대적으로 활성화된 뉴런이 더 많은 혈액을 소모한다고 하면 더 많은 혈액 속에는 더 많은 헤모글로빈이 들어 있기 때문에, MRI가 이를 감지함으로써 활성화된 뉴런을 촬영할 수 있으며, 이에 착안한 것이 fMRI의 시

1) Illes, Judy, Racine, Eric (2005), 전진권 옮김, "영상인가 상상인가 -유전학에 근거한 신경윤리학의 문제제기", 『뇌속의 인간, 인간속의 뇌』, 바다출판사, 2010, 75면.

2) 주요 기능적 뇌영상 기술의 특징과 장단점에 관해서는 위의 책, 78-79면 참조.

작이라고 할 수 있다. MRI의 발명과는 달리 fMRI는 기계를 발명한 것이 아니라, 새로운 방법론을 찾아낸 것이라고 말한다. 한 통계에 의하면 fMRI의 발명 이후 월간 약 800편의 관련 논문이 발표될 정도였다. fMRI는 정신질환자의 뇌에 대한 연구뿐 아니라, 분노, 동감, 사랑, 성적 흥분과 같은 감정을 느낄 때 뇌가 어떻게 반응하는지를 알아보는 실험이나, 상품구매나 정치에 대한 선호도와 같이 특정한 사회적 행위를 할 때 뇌가 어떻게 반응하는지를 보는 실험 등에도 널리 활용되고 있다. 인간의 사회적 행동을 뇌의 메커니즘을 사용해서 설명할 수 있게 되면서 fMRI는 신경정치학(neuropolitics), 신경법(neurolaw), 신경마케팅과 같은 일련의 “사회 신경과학(social neuroscience)”이라는 새로운 분야를 만들었던 가장 중요한 동력이 되고 있다.³⁾

2. fMRI 활용 또는 fMRI 연구의 다양한 지평

1) 형사법정에서의 fMRI 증거의 제출

이전부터 우리나라의 형사재판에서 뇌영상 자료는 증거로 제출되고 있다. 미국의 경우 뇌영상(brain images)뿐 아니라 기능적 뇌영상(fMRI)도 이미 증거로 제출되고 있으며, 형사재판에서는 개인의 정신이상 여부를 입증하는 증거로도 사용되었다. 하지만, 뇌과학 증거의 제출이 과거에는 드물게 일어나던 것이 최근에는 규칙적으로 증가하고 있는 현상을 보여주고

있다. 2006년 Feigenson의 연구결과에 의하면 PET와 (또는) SPEC 증거를 포함하는 경우가 130건으로 보고되고 있으며, 그러나 fMRI를 인용한 경우도 2건으로 보고되었다.⁴⁾ 2011년 Nita Farahany에 의한 예비 평가논문에 의하면 뇌과학적 증거 제출이 이루어진 사건수가 2006년에서보다 2009년의 경우 거의 두 배라는 아주 빠른 속도의 증가를 보여주고 있다고 한다.⁵⁾ 미국 연방대법원 판결에서 미성년자의 뇌의 미성숙과 관련된 뇌발달 연구논문을 인용하기도 하였다.⁶⁾ 또한 2010년 연방법원에서 증거 심리절차(first evidentiary hearing)에서 fMRI 거짓말 탐지기 증거의 수용가능성 여부를 판단하였다.⁷⁾

2) 민사법정에서의 fMRI 증거의 활용

민사법의 영역에서도 자동차사고로 인한 머리부상의 정도를 조사하기 위해서 뇌영상 증거의 사용을 요청하였거나⁸⁾ 신경퇴행성 장애해택을 받기 위해서 뇌영상 증거를 제시하는 경우⁹⁾와 토지매각과 관련된 분쟁에서 피고인은 자신의 정신적 무능력임을 증명할 수 있는 뇌영상 증거를 제출하여 그것이 불완전한 계약이었음을 밝히는 경우¹⁰⁾ 등을 찾아볼 수 있다. 특히 주목할 만한 사례로는 손해배상사건에서 고통의 주관적 경험을 보여주기 위해서 활용되고 있다.

계약위반 내지 채무불이행으로 인하여 사람이나 재산에 대한 권리침해(civil wrong)를 행한 경우 그로 인한 고통이 개인의 손해배상액을 산정하는 데 상당한 비중을 차지한다. 개인이 입은 고통이나 통증의 정도를 객관적으로 입증 내지 측정할 수 있다면 손해배

3) 홍성욱, 보는 것이 믿는 것이다, 『뇌속의 인간, 인간속의 뇌』, 바다출판사, 2010, 312-313면

4) Feigenson, Neal, Brain Imaging and Courtroom Evidence: On the Admissibility and Persuasiveness of fMRI, International Journal of Law in Context 2: 233-55.

5) Farahany NA, An empirical study of brains and genes in U.S. Criminal Law, Vanderbilt University Law School, 2011.

6) Graham v. Florida 2010.

7) United States v. Semrau 2010.

8) Fini v. General Motors Corp (2003)

9) Boyd v. Bert Bell/Pete Rozelle NFL(Players Retirement Plan) (2005)

10) Van Middlesworth v. Century Bank and Trust Co. (2000)

상액을 산정하는 데 큰 도움을 줄 수 있다.¹¹⁾ 최근 원고의 불법행위로부터 고통을 받았다는 사실을 주관적 진술만으로 행할 것이 아니라, fMRI 기술을 통해 원고의 뇌가 그로 인해 고통을 받았다는 현상을 이미지라는 물적 증거로 제시할 수 있다는 점에 착안하여 실제 미국에서는 손해배상사건에서 고통의 주관적 경험에 관한 증거로서 fMRI 증거가 제출되고 있다. 즉, 원고가 자신의 체험담의 형식으로 고통을 호소하는 대신에 무형의 고통에 대한 물증인 뇌영상 증거를 근거로 하여 손해배상액을 산정해달라는 주장을 펼치고 있는 것이다.

3) 미성년자, 사이코패스, 약물중독자 등의 특정 집단 관련 연구에의 활용

뇌의 발달과정은 아동기를 거치면서 구조적 기능적 조직화 모두에서 극적인 변화를 거치는데 진보적 과정과 퇴행적 과정이 동시에 일어나는 역동적인 과정이라고 한다. 통상 뇌의 성숙의 과정은 성인 연령인 18세를 넘어서도 진행되며, 20~22세까지 뇌가 성장을 멈추지 않고 발달단계에 있다고 한다.¹²⁾ 2005년 미국의 연방대법원은 17세의 피고인이 두 명의 친구와 함께 강도와 살인을 행한 사건인 Roper v. Simmons 사건에서 18세 미만의 소년이 저지른 범죄에 대해 사형을 집행할 수 없다는 결론을 취하면서 미성숙 뇌에 관한 뇌과학 연구결과를 증거로 받아들였

다.¹³⁾ 즉, 소년의 뇌는 특히 전두엽 부분이 충분히 발달되지 못했고, 이러한 흠결은 자기통제능력을 포함하는 청소년의 정신 능력 그리고 더 나아가서 행위에 관한 책임에 영향을 미친다고 판단하였다.

뇌과학 연구결과 중 사이코패스의 특징 중에서 비정상적인 뇌의 전기적 반응이 존재한다는 주장이 있다.¹⁴⁾ 사이코패스는 집중 자극, 정서적 언어자극, 구체적 또는 추상적 언어자극의 과정에 따라오는 비정상적인 뇌 전기적 반응과 관련되어 있거나 전자파 뇌촬영 그리고 사건관련적인 잠재성 검사에서 뚜렷한 패턴을 보여주고 있다는 것이다. 뇌과학적 방법이 사이코패스 진단을 위해 필수적인 것으로 여겨지지 않는다고 하더라도 그러한 방법들은 사이코패스의 뇌가 물리적으로 범죄와 책임과 관련해서 비정상적이라는 것을 보여줌으로써 사이코패스를 어떻게 해석하는지에 대한 물음에 상당한 영향을 미칠 수 있을 것이다.¹⁵⁾

한편, 뇌과학과 뇌신경연구의 발달은 중독을 유발하는 뇌기능의 이상을 보다 더 구체적으로 설명하기 시작하였으며, 특히 최근의 뇌영상 연구들에서 중독된 개인에서 동기부여, 보상, 그리고 억제제어의 정상적인 과정을 위한 중요한 뇌의 부위에서 근원적인 분열(underlying disruption)을 보여주고 있다.¹⁶⁾ 뇌화학적 연구는 도파민에서의 크고 빠른 증가가 약물남용의 강화하는 효과와 관련되어 있고 또한 만성적인

11) Coghill, R. C., J. G. McHaffie, and Y-F Yen. 2003. Neural correlates of interindividual differences in the subjective experience of pain. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100(14): 8538-8542.

12) 소년과 미성년자 연령층이 성인에 비하여 인지기능에서, 성숙한 판단을 실행하는 데에 있어서, 충동을 통제하고, 행위의 결과를 신중하게 생각하고, 동료의 영향력을 참아내고, 더 책임 있게 행위 하는데 차이점이 있다는 것을 신경과학의 뇌 영상이미지를 통해서 분명하게 구별할 수 있게 되었다. <http://pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/teenbrain/work/adolescent.html>

13) 2005년 3월 1일 대법원은 5대4의 판결로서 청소년의 사형집행의 결정을 내렸는데, 다수의견의 논거는 최근 사형의 폐지의 경향을 가지고 있다는 점과 청소년과 성인의 차이점이 분명히 존재한다는 점에 근거를 두고 있다. Roper v. Simmons, 543 US 551 (2005).

14) Kiehl, K. A., A cognitive neuroscience perspective on psychopathy: Evidence for paralimbic system dysfunction, *Psychiatry Research*, *Psychiatry Res* 142(2-3), 2006 Jun, pp.107-28. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16712954>)

15) Eyal Aharoni, Chadd Funk, Walter Sinnott-Armstrong and Michael Gazzaniga, Can Neurological Evidence Help Courts Assess Criminal Responsibility? *Lessons from Law and Neuroscience*, *Ann. N. Y. Acad Sci.* 1124: 145-160 (2008) p. 155; 하지만, 최근까지의 뇌과학의 연구 성과에 비추어보면 사이코패스를 가진 사람들을 명확하게 특정화하고 진단하는 역할을 뇌과학이 성공적으로 이루어지고 있다고 말하기에는 아직 시기상조라고 할 수 있다.

16) Volkow, N. D., Fowler, J. S. & Wang, G. J. The addicted human brain: insights from imaging studies. *J. Clin. Invest.* 111(2003), 1444-1451.

약물남용 후 또는 중단 동안 뇌의 도파민 기능을 눈에 띄게 감소시키고 이러한 감소가 전두엽 영역(prefrontal regions)의 기능장애와 연관되어 있음을 밝혀냈다.¹⁷⁾ 약물중독자에 대한 fMRI 연구를 통해서 중독된 뇌의 구조적, 기능적 변화 특히 약물 중독 또는 갈망하는 동안 뇌의 전두엽 영역이 보상, 동기 부여, 기억과 관련된 신경회로를 포함하는 복잡한 패턴의 부분들이 활성화되는 것을 보여주고 있다. 2004년 세계보건기구(WHO)는 보고서를 통해 중독을 다른 신경, 정신질환과 유사한 뇌 질환으로 정의하였으며,¹⁸⁾ 이에 따라 약물중독자의 형사책임과 치료처우에 대한 새로운 방안들이 제기되고 있다.

4) 식물상태의 환자에 대한 fMRI 연구

장기간의 의식불명 내지 혼수상태에 빠진 환자들이 과연 의식과 의지가 없는 것인가라는 물음에 대해서 뇌영상 연구가 진행되고 있다. 최소한의 의식상태(minimally conscious state, MCS) 또는 지속적 식물상태(persistent vegetative state, PVS)의 경우 의식이 없으며, 뇌 손상의 정도에 미미한 차이가 있지만 수면, 각성주기(sleep/wake cycles)와 호흡 등과 같은 기본적인 기능은 살아있지만 보다 고차적인 인지기능은 결여되어 있다고 알려져 왔다. 하지만, 2000년의 코넬대학교의 니콜라스 슈프(Nicholas Schiff)의 연구에 의하면 2명의 혼수상태인 MCS 환자들의 뇌영상을 fMRI로 촬영을 한 결과 정상대조군에 비해서 휴지기의 뇌 대사 수준이 상당히 감소되었음에도 불구하고 광범위한 신경조직 영역들이 연결되어 있으며 정상인들과 대체적으로 유사한 정보처리 패턴을 보일 수 있다고 밝혔다.¹⁹⁾

또한 2005년 Adrian Owen 연구에서도 5개월 동

안 PVS 상태의 환자의 기능적 뇌영상에서 언어적 명령에는 전적으로 반응이 없었던 환자가 언어적 자극에 대한 반응과 관련해 뇌영역의 신경망에서 정상적인 활동을 보여주었다고 보고하였다. 언어자극에서 보여준 뇌 영역에서 활성화된 영역들은 동일한 과제 수행을 지시받은 일반인 대조군에서 활성화되었던 부분과 겹쳐있었다. 이 연구에서 식물상태의 PVS 환자는 실제로는 의식이 있으며 의지(volition)와 의도(intention)의 능력을 보유하고 있음을 시사해주었다.²⁰⁾ 이와 같은 뇌영상 연구는 연명치료중단 등의 의료행위 결정과 관련하여 활용될 수 있을 것이다.

3. 과학적 증거로서 fMRI 증거의 수용

1) 형사책임 관련 판단자료로서 뇌영상 증거

형사재판에서 뇌영상 증거는 다음 두 가지 목적으로 가지고 활용되고 있다. 하나가 고의를 부정하는 방어영역이며, 다른 하나가 정신이상과 같은 형사책임 경감의 적극적인 방어영역이다. 고의를 부정하기 위해 사용된 경우, 예를 들어 1995년 뇌의 퇴화(brain atrophy)로 고통을 받고 있는 피고인은 뇌영상 자료를 증거로 제출하여 횡령행위에 필요한 고의를 가질 수 없다는 사실을 입증하였다. 하지만, 대부분의 경우 뇌영상 증거는 책임능력을 부정하거나 양형의 단계에서 형을 경감하는 증거로 사용되고 있다. 미국의 형사법정에서는 뇌영상 증거는 정신이상 항변을 주장하는 주요 증거로서 제출되고 있으며 일부 성공적인 결과를 얻고 있다. 예를 들어 1992년 People v. Weinstein 사건의 경우 전두엽 부위에서 거미줄모양의 낭종과 관련된 뇌기능의 비정상성을 증명하기 위해서 PET

17) Volkow, N. D., Fowler, J. S. & Wang, G. J. The addicted human brain: insights from imaging studies. J. Clin. Invest. 111, 1444-1451 (2003), p. 1444.

18) WHO, Neuroscience of Psychoactive Substance Use and Dependence, 2004.

19) 아나나 L. 로스키스, 유전윤리학 너머의 신경윤리학, 『뇌속의 인간, 인간속의 뇌』, 바다출판사, 2010, 58면.

20) 위의 책, 60면.

scan을 사용하였고, 2008년 *People v. Ward* 사건에서도 Ward의 뇌기능에 관한 PET 뇌영상은 판단과 행위의 결과에 대한 인식, 비정상적인 충동을 규제할 수 있는 능력을 포함하는 뇌의 한부분인 전두엽에 심각한 비정상성을 보여주고 있다고 판단하였다. 즉 기능장애 내지 비정상성으로 인해 형의 감경의 결과를 얻을 수 있었다.

2) 과학적 증거로서 수용가능성 판단기준

초기에 법정에서 뇌영상 증거가 제출되기 시작할 무렵 법원은 뇌영상 증거를 과학적 증거로서 다른 비과학적 증거인 사이비 증거와 다른 차이점이 무엇인지 그리고 어떻게 구별하여 수용할 수 있을 것인지에 대한 우려와 물음이 제기되었다. 뇌영상 증거를 법정에서 과학적 증거로 수용할 수 있는지 여부에 대한 판단은 과학적 증거를 평가하기 위해 사용되는 일반적인 법칙에 따른다. 과학적 증거와 관련해서 미국에서 1990년대의 주요한 판례에 의해서 확립된 일반적인 법칙의 내용은 다음과 같다. 첫째, 증거는 충분한 사실과 데이터에 기초하여야 한다. 둘째, 증거는 신뢰할 만한 원칙과 방법으로부터 얻어진 것이어야 한다. 셋째, 전문가를 통해서 해당 원칙과 방법을 신뢰할만하게 사건의 사실관계에 적용하여야 한다.²¹⁾

1993년 어떤 약물의 유해성에 대한 전염병학자의 증언과 관련된 *Daubert* 사건에서 연방대법원은 과학적 증거의 수용가능성에 관한 새로운 요건들을 정립하였다.²²⁾ 과학적 증거의 신뢰성을 확보하기 위한 *Daubert* 원칙에서 말하는 체크리스트²³⁾의 사항은 다음과 같다. 첫째, 검증이 가능한가? 가능하다면 실제로 검증을 했는가? 둘째, 과학간행물에 게재되어 동료들의 검토대상이 되었는가? 셋째, 그 방식에 대해

알려져 있거나 또는 잠재적인 오류율은 얼마나 되는가? 넷째, 실험과정을 통제할 수 있는 표준이 있는가? 만약 그렇다면 전문가 증언을 형성하는 과정에서 이러한 표준이 사용되었는가? 다섯째, 관련된 분야에서 일정한 정도로 받아들여지고 있는가이다.

그렇다면 최근에 법정에 제출되고 있는 fMRI 뇌영상 증거에 대해서 기존의 신뢰성 판단기준인 *Daubert* 원칙을 적용하여 과학적 증거로 수용할 수 있을 것인가, 어떻게 적용할 것인가라는 물음이 제기된다. 이에 대한 해답은 2010년 fMRI 거짓말탐지기 증거의 수용가능성을 주장한 *United States v. Semrau* 사건에서 찾아볼 수 있다. *Semrau* 사건은 미국 법원이 뇌과학 증거의 수용가능성을 판단하기 위해서 어떠한 증거법칙을 적용하는지를 살펴볼 수 있는 사례로서 의미가 있다. 피고인 *Semrau*는 의료보험 사기죄로 기소되었는데, 사기행위임을 입증하기 위해서 의도적으로 법을 위반하였다는 특수한 고의를 가졌다는 증명이 필요하였다. *Semrau* 피고인은 그가 의료서비스에 대한 청구를 잘못했다고 하더라도 정부기관에 대해 의도적으로 사기를 행한 것은 아니라고 주장하였으며, 이를 입증하는 증거자료로서 이러한 진술을 할 때 그가 진실을 말하고 있다는 것을 나타내주는 fMRI 거짓말탐지기 영상 증거를 제출하였다.

이 사건에서 법원은 피고인이 제출한 fMRI 증거의 신뢰성을 평가하는 데 있어서 기존의 *Daubert* 원칙을 적용하였고, 다음의 네 가지의 판단기준을 고려하였다. 법원은 첫째, 이론 또는 기술이 검증되거나 검증되고 있는지 여부, 둘째, 이론 또는 기술이 내부 심사와 출판의 대상이 된 적이 있는지 여부, 셋째, 사용된 방법과 기술 운영을 통제하는 기준의 존재와 관련된 알려진 또는 잠재적인 오류율 유무, 넷째, 이론 또는 방법이 일반적으로 과학적 공동체에서 받아들여지고

21) *Frye v. United States*, 293 F. 1013 (D.C. Cir. 1923) ; 이 판결 이후 미국 법원은 프라이 기준(*Frye test*)이라고 알려진 기준을 적용하여 과학적 과정에 근거한 증언을 제출하려는 자에게 그 과정들이 그 분야에서 일반적으로 승인된 것임을 입증할 것을 요구하였다.

22) *Daubert v. Merrel Dow Pharmaceuticals*, 509 U. S. 579(1993)

23) *Kumho Tire Co. v. Carmichael* 사건에서 법원은 *Daubert* 원칙이 과학에 기초한 전문가 증언만이 아니라 모든 전문가 증언에 적용된다고 판시하였다. Arthur Best, *Evidence: Examples & Explanations*, Aspen, 2004, p. 173.

있는지 여부에 대해 판단하였다. 법원은 최종적으로 1과 2의 판단기준에 대해 만족하였지만, 그 반면에 3과 4의 판단기준에 대해서는 만족하지 않았다고 판단하였다. 특히 Semrau 사건의 판결문에서 판사는 주석에 다음과 같이 언급하였다. “미래에는 fMRI 거짓 말탐지기는 더 검증되고 발달하고 내부심사를 받고 기술운용을 통제하는 기준의 향상을 가져오고, 현실에 사용하기 위해서 과학공동체에 의해서 수용된다면 이 방법론이 현실적으로 정착오류율이 측정되지 않는다고 하더라도 받아들여질 가능성을 찾을 수 있을 것이다.” 과학적 증거로서 fMRI 증거의 수용가능성은 이 사건을 통해서 무엇을 해결하고 가야할 것인지를 확인하게 된 진행형 과제라고 할 수 있다.

4. 과학적 증거로서 극복해야할 과제

1) 기술적 불확실성의 한계

뇌의 구조와 기능장애를 보여주는 뇌영상은 비할 데 없는 복잡성을 가지고 있다. 그 복잡성은 뇌 스캔을 위해 필요한 전문적인 의료 장비가 있어야 하고, 뇌의 활성화와 통계적 역치(threshold)를 의미 있는 패턴으로 만들기 위해서 사용되는 일련의 매개 변수, 뇌지도(brain map) 자체의 객관적 해석을 위해 요구되는 전문 기술에까지 넓은 범위에 걸쳐있다. 유전자 검사와는 다르게 뇌 손상이나 기능장애를 나타내는 뇌영상은 조사대상자의 지적 수준과 관계없이 질확적 내지 병리적 증거로서 제출되고 있고 그렇게 보이고 있다. 실제 fMRI 영상이 실제적으로 연관성을 가지는 인간 행동을 이해하는 데 다른 어떤 뇌영상 기술보다 유용하다고 평가받고 있지만, 유전자검사의 경우와 같이 위양성(false positives)과 상호연관적인 부적절

한 인과적 속성을 결과로 얻을 위험요소를 충분히 가지고 있는 조사방법이므로 이러한 위험을 최소화하는 방안이 논의되어야 할 것이다.

다른 한편으로 형사책임과 관련해서 뇌영상 증거의 실질적 가치를 저하시키는 요소로서 들 수 있는 것은 기술적 불확실성의 한계이다.²⁴⁾ 기술적 불확실성이라는 제약요건은 이를 사용하여 얻는 법률적인 결론은 항상 조건적이어야 한다는 한계를 가진다고 할 것이다. 형사법정에서 사실관계의 인정은 증거에 의해야 하며, 합리적 의심이 들지 않을 정도의 증명을 통해서 이루어져야 한다는 점에서 기술적 불확실성의 문제는 큰 걸림돌로 작용할 수 있다. 따라서 뇌지문과 같은 뇌영상 기술이 사실판단자에게 혼란을 유발하거나 오도시킬 가능성이 전혀 배제되지 않는다면 적극적인 사실인정을 입증하는 자료로서 사용될 수 없다는 한계가 그어져 있는 것이다.²⁵⁾ fMRI에서의 오류율은 얼마나 되는지, 어떻게 측정되는지, 혹시 누락되거나 잘못 인식한 경고의 평균률은 얼마인지, 뇌과학에 대해서 전혀 모르는 법률 전문가가 기술적인 자료로부터 결론을 얻으려고 할 때 이러한 오류율이 복합적으로 작용한다면 어떻게 판단할 것인가? 논쟁의 여지가 있고 신뢰할 수 없는 새로운 뇌과학 증거를 법정에 제출하는 경우 이는 법관이나 배심원의 판결에 영향을 미치게 되고, 기술의 오류가 판결의 오류로 이어질 가능성을 높인다는 점에서 기술적 신뢰성을 확보하기 위한 상당한 시간과 신중한 검토가 요구된다.

2) 추론적 거리의 한계

많은 학자들에 의해서 제기되는 가장 중요한 비판 중의 하나가 fMRI 스캐너로부터 법정까지 추론의 긴 연결고리가 존재한다는 것이다. fMRI가 영상 수집 당시 국소적으로 활성화된 뇌의 증가된 혈류공급량을


24) Eyal Aharoni, Chadd Funk, Walter Sinnott-Armstrong and Michael Gazzaniga, Can Neurological Evidence Help Courts Assess Criminal Responsibility? Lessons from Law and Neuroscience, Ann. N. Y. Acad. Sci. 1124, 2008, p.156.

25) Walter Sinnott-Armstrong, Adina Roskies, Teneille Brown, Emily Murphy, Brain Images as Legal Evidence, EPISTEME 2008, p. 371.

측정할 수 있는 반면에 마음의 특별한 형태의 신뢰할 만한 표시 또는 뇌의 부위가 실제로 활성화된 것을 신뢰할 수 있는 표시로서 그러한 변화를 해석하려는 것은 그리 간단하지 않다. 왜냐하면 누군가가 법적으로 관련성이 있는 것으로 보이는 fMRI 영상의 수집을 허용하고 그 이미지를 증거자료로 제출한다고 하더라도 범행 당시의 뇌 이미지와 증거자료로 법정에 제출된 특별한 이미지는 시간적으로 차이를 가지기 때문이다. 즉, 법률상 관련성 있는 행위가 있었던 후 상당기간이 지나서 얻은 뇌 스캔은 그 자체 추론적 한계를 가질 수밖에 없다.

fMRI 장치는 피고인의 범행을 행했던 당시의 정신상태의 영상을 잡아낼 수 없다.²⁶⁾ 뇌손상에 대한 연구 특히 전두엽 손상에 관한 많은 연구에서 뇌의 손상은 공격적이고 반사회적인 행위의 증가와 관련성이 있다는 것을 보여주지만, 그러나 이러한 연구들에서 뇌손상으로 인해 실제 폭력범죄의 발생이 압도적으로

증가할 가능성은 낮게 나타났다.²⁷⁾ 특정한 뇌영역의 비정상적인 기능에 관한 결정적인 증거를 발견하였고 하더라도 그 자체만으로 무죄 또는 형사면책의 결론을 의미하지 않는다는 점이다.²⁸⁾ 비정상적인 뇌영역의 활성화를 인식할 수 있더라도 이것은 필연적으로 뇌의 비정상적 기능을 의미하지 않으며, 더 나아가 비정상적인 뇌기능이라고 하더라도 필연적으로 비정상적인 행위를 연결되지 않고 있다. 이와 같은 비정상적인 기능을 가진 대부분의 개인들이 범죄를 저지르지 않는다는 사실에 비추어보면 선부른 추론은 뇌과학의 신뢰성을 상실할 수 있을 것이다.²⁹⁾

따라서 법원은 재판과정에서 fMRI로부터 법적 책임의 관련 쟁점에 이르기까지의 추론적 연결고리에 불완전한 흠결이 있는지 짚어보아야 하고, 또한 과연 배심원들이 교차신문과 반대 당사자의 전문가 증언의 도움을 통해서 추론적 연결고리를 제대로 평가할 수 있는지도 짚어보아야 한다. 

26) Teneille Brown, Emily Murphy, Through a Scanner Darkly: Function Neuroimaging as Evidence of a Criminal Defendant's Past States, 62 Stan. L. Rev. 1119, at 1206.

27) Walter Sinnott-Armstrong et al, op. cit., p. 365.

28) Eyal Aharoni et al, op. cit., p. 159.

29) 피고인의 뇌가 비정상이라는 전제사실로부터 피고인이 폭력범죄를 저지를 수 있을 것으로 추론할 수 있는데 반해 피고인이 폭력범죄를 저질렀다는 전제사실로부터 그의 뇌가 비정상적일 것이라는 결론을 추론해낼 수 없다. Eyal Aharoni et al, op. cit., p. 155.

생명윤리포럼

Bioethics Forum

제3권 제2호(2014년 6월)

바이오뱅크와 그 윤리적 쟁점

바이오뱅크의 등장과 그 의미 • 27

하대청

국가생명윤리정책연구원 교육지원팀장

한국 바이오뱅크 관리체계의 현황과 문제점 • 32

백수진

국가생명윤리정책연구원 정책개발팀장

동의의 문제와 상업적 이용 • 38

신미이

청주 MBC 기자

유전체학 시대의 개인 정보 보호 • 43

조은희

조선대학교 생물교육과 교수



KoNIBP
재단 국가생명윤리정책연구원
KOREA NATIONAL INSTITUTE FOR BIOETHICS POLICY

바이오뱅크의 등장과 그 의미

하대청

국가생명윤리정책연구원 교육지원팀장

“바이오뱅크(biobank)”¹⁾는 DNA, 세포, 조직 등 인체 유래 물질들을 저장·관리해 연구와 치료법 개발 등에 활용하는 시스템이다. 이 물질을 통해 얻은 유전정보 등은 보통 인체물질 제공자의 의료기록이나 라이프스타일 등에 대한 정보와 결합해 복잡한 질병 원인과 경과 등을 파악하는데 사용된다. 사실 바이오뱅크 설립은 이미 글로벌 현상으로서 아이슬란드, 영국, 미국, 에스토니아, 일본, 독일 등 세계 각국에서 설립되었고 국내에서도 인체자원은행이라는 이름으로 2008년 공식 출범했다.²⁾

전 세계적인 바이오뱅크 설립 ‘열풍’은 최근의 유전학 발전이 건강, 의료, 개인과 사회에 가져온 여러 결과들 중 하나이다. 물론 바이오뱅크가 주력하는 인체유래물의 수집과 보관은 오래전부터 있었고 그리 새로운 일도 아니지만, 유전학의 발전과 함께 그 운영과 조건, 반응과 의미 등은 새롭게 나타나고 있다. 이 글에서는 바이오뱅크 출현의 배경과 의미에 대해 크게 세 가지 관점에서 일별해보고자 한다.

포스트 유전체학에 거는 ‘기대’

바이오뱅크 출현의 과학적 근거는 보통 인간유전체프로젝트(Human Genome Project) 결과에 대한 성찰에서 나온다. 목표했던 대로 인간의 유전체 염기서열 규명에 성공했지만, 이 결과는 질병과 유전자 사이의 관계에 대한 명확한 답을 제공해주지 못했다. 우선 단일유전자의 돌연변이가 질병 원인에서 결정적인 헌팅턴병도 있기는 하지만, 많은 질병들은 유전적 다형성(polymorphism)의 작은 효과들이 모여서 질병 발생이나 약물 반응에 영향을 끼쳤다. 이런 다형성들이 집합적으로 만들어내는 미묘하고 복잡한 영향들을 이해하기 위해서는 최대한 많은 수의 시료를 분석해서 통계적으로 접근해야 한다. 이 때문에 바이오뱅크는 수십만에 달하는 시료를 수집하는 등 거대 규모의 집단에 기초하는 경우가 많고 국가 차원의 바이오뱅크는 대개 이런 형태를 취한다.

다음으로, 알츠하이머병, 당뇨병, 암 등과 같은 통상적 질병(common diseases)은 대개 유전적 인자만으로 결정되지 않으며 환경인자 및 라이프 스타일과의 상호작용으로 발생하는 것이었다. 환경과 라이프 스타일 등에 따라 유전자의 발현도 바뀌고 질병의 발생과 양태도 달라지기 때문이다. 뿐만 아니라 약을 복

1) 바이오뱅크는 국내에서 인체자원은행 혹은 인체유래물은행으로 번역되고 있다. 이 글에서는 외국의 사례 등을 언급할 때 비교가 용이하도록 바이오뱅크라는 용어를 그대로 사용하기로 했다.

2) 바이오뱅크는 국가 차원에서 운영되는 형태도 있지만, 환자권익단체에서 해당 질병 연구자들과 함께 조직해서 운영하는 형태도 있고 제약회사 등이 임상시험을 통해 수집한 시료들을 보관하는 은행도 있다. 이 글에서는 국가차원에서 운영되는 바이오뱅크를 중심으로 서술할 것이다.

용하고 있는 시료제공자의 의료기록에 장기간 접근할 수 있다면 연구자들은 유전적 발현과 약물 반응 사이의 상관관계까지도 시험해볼 수 있다. 그래서 바이오뱅크는 생체시료 이외에 개인정보를 장기간 수집해 생체시료에서 얻은 유전 정보와의 관련성을 분석한다. 시료제공자의 개인정보는 설문조사나 인터뷰 등을 통해 직접 수집하거나 국가의료시스템 접근을 통해 얻는다.

이런 점에서 바이오뱅크는 초기 인간유전체 연구가 질병치료를 획기적 전기를 마련해줄 것이라는 장밋빛 예상이 빗나간 결과로 탄생했다. 유전체학(genomics)에 걸었던 기존의 수많은 기대들은 이른바 “포스트 유전체학(postgenomics)”으로 옮겨갔고, 바이오뱅크 설립은 그런 흐름 중 하나로 볼 수 있는 것이다. “유전체학 이후”라는 의미를 넘어 “포스트 유전체학”의 특성이 과연 무엇인지 명확한 합의가 있지는 않지만, 바이오뱅크 설립의 맥락에서 본다면 예측적(predictive), 예방적(preventive) 그리고 “개인맞춤형(personalized)” 의학의 실현으로 해석될 수 있을 듯하다. 앞서 보았듯이, 유전자 발현에 기여하는 다양하고 이질적인 인자들, 즉, 유전적 다형성, 환경, 라이프 스타일, 가계 등이 질병 발생에서 중요하지만, 이들은 모두 개인별로 서로 다르고 각 개인에게 특수한 경우가 많다. 따라서 만약 바이오뱅크를 통해 이런 개인별 차이들을 선명하게 그려낼 수 있다면, 개인의 특성에 맞는 예방법과 치료법을 개발할 수 있을 거라 기대할 수 있다. 이런 희망 속에서는 질병이 증상으로 나타나기 전에 개인에게 특수하게 내재된 위험인자를 밝혀낼 수도 있고 더 나아가 특정 개인에게 가장 적합한 약물도 설계할 수 있다. 치료적 개입이 아닌 예방, 그리고 확실적인 치료가 아닌 맞춤형 치료가 포스트 유전체학의 시대에서 바이오뱅크가 내세운 ‘기대’인 것이다.

바이오뱅크 출현의 과학적 근거를 ‘기대(expectation)’라고 말하는 것은 많은 현대 과학이 그렇듯이, 바이오뱅크가 약속하는 미래 또한 여전히 추정적 혹은 투기적(speculative)이기 때문이다

(Gottweis & Peterson, 2008). 복잡한 질병과 관련된 작은 유전적 변형이 과연 임상현장에서 환자 개인의 위험을 측정하고 해석하는데 얼마나 유용할 것인지는 전문가들 사이에서도 의견이 일치하지 않는다(Tutton, 2007). 또한 거대규모의 바이오뱅크가 소규모 은행과 데이터베이스를 활용하는 것보다 과연 더 효율적인지에 대한 의문도 남아 있다(이상욱, 2012). 사실 나노테크놀로지, 줄기세포, 유전학, 뇌과학 등 현대과학들이 쉽 없이 펼쳐놓는 청사진들은 아직 실현되지 않은 예견이나 미래의 약속인 경우가 많고, 이런 미래상은 정책결정자, 일반대중, 환자단체들의 희망과 기대를 유도하면서 현재 연구에 필요한 자원을 동원하는데 주요하게 사용되고 있다(Novas, 2006). 이런 기대를 생산할 때는 국제적 경쟁, 민족주의, 미래의 구원 등이 레토릭으로 흔히 출현하고, 국민들은 모두 잠재적인 수혜자 혹은 소비자로 상정된다(Rajan, 2006). 이런 기대들이 과연 실현가능한 약속인지, 아니면 투자를 위한 과장일 뿐인지 사실 해당 시점에서 판가름하기는 힘들고 시일이 지나더라도 ‘성공’의 의미에 대한 재해석이 얼마든지 가능하기 때문에 명확하게 결론내리기 어렵다. 참과 거짓이라는 과학의 익숙한 이분법이 이렇게 미래의 불확실성 앞에 선 ‘투기적’ 과학에서는 쉽게 적용되지 않는 것이다. 이렇게 바이오뱅크가 포스트 유전체학과 관련해 만들어내는 기대들은 미래의 약속과 기대를 통해 자원 등을 모집하고 혁신을 이뤄내는 바이오테크의 한 단면을 보여주고 있다고 볼 수 있다.

인체에 거는 ‘가치’

흔히 바이오뱅크는 연구를 스스로 수행하기 보다는 미래의 연구들을 위한 ‘자원(resource)’을 보관한다고 말한다. 바이오뱅크를 지칭하면서 이렇게 ‘자원’, ‘인체자원’, ‘국가 자산’, ‘투자’라는 말들을 함께 사용하는 데서 알 수 있듯, 바이오뱅크는 그 상업적 가치가 특히 강조되어 왔다. 영국의 바이오뱅크

(UK Biobank)처럼 비영리 공공 기관도 있지만, 많은 국가의 바이오뱅크들은 처음부터 경제적 이익 추구를 염두에 두고 설립되었다. 공공 자금이 투입된 인프라 이기는 하지만 관련 연구자들과 민간 기업들이 관련 '자원'에 쉽게 접근해서 활용하도록 함으로써 새로운 치료제 개발 등을 진작한다는 것이다. 이렇게 개발된 치료제가 정작 공익을 위해 사용될 것인지, 아니면 일부 소수의 특권층을 위해 사용될 것인지에 대해서는 아무런 보장이나 점검 노력이 없기 때문에, 이는 1980년대 이후 생명공학을 중심으로 꾸준히 증가해온 '과학의 상업화' 경향을 보여준다고 볼 수 있다.

바이오뱅크가 국가자산으로 인정되는 가장 큰 이유는 수집되는 인체유래물에 대한 시각이 바뀌었기 때문이다. 머리카락을 제외하고는 질병에 걸린 신체의 일부는 그동안 버려지거나 소각되어야 하는 '쓰레기'였지만, 바이오테크놀로지의 진전과 함께 이런 인체물질들은 이익을 창출하는 중요한 '자원'과 '상품'으로 재정의되고 있는 것이다(Waldby & Mitchell, 2006). 바이오뱅크는 이런 질병에 걸린 이들 뿐만 아니라 건강한 이들의 인체물질과 유전정보들 또한 잠재적으로 경제적 가치가 있다는 점을 주목한다. 혈액, 단백질, 혈장, 유전자, SNPs(Single Nucleotide Polymorphisms, 단일 염기 다형성) 등 유용한 자원 별로 잘게 분해된 인간 신체는 바이오뱅크를 거쳐 체계적으로 재조직되고 분석되어 새로운 예방법 및 치료기술개발을 위한 조건이 되고 있다. 이런 미래의 경제적 가치를 주목한 아이슬란드 정부는 사기업인 DeCODE Genetics사와 계약을 맺고 이 기업이 전체 인구의 유전정보와 의료기록에 접근해 이용할 수 있도록 하려 한 적이 있었다. 미국의 경우에는 수많은 바이오테크 및 제약회사들이 사설 바이오뱅크를 설립해서 운영하고 있으며, 필요한 시료와 정보는 대학의 의료센터로부터 적당한 대가를 주고 공급받고 있어 우려를 낳았다(Winickoff, 2003; Tutton, 2007).

자신들의 신체 시료와 개인적 정보가 공공선을 위해 사용되길 원하는 자발적 기증자의 입장에서는, 이렇게 기업들의 기술개발과 같은 '사적' 활용은 기증

자체를 거부하게 만들 수 있는 이유가 되기도 한다. 이런 기증자들은 자신들의 기증이 '선물'인 만큼 공적인 목적을 위해서만 사용되길 원하지만, 사기업의 적극적인 참여와 이윤추구를 권장하는 형태의 바이오뱅크 이용은 이런 기증자들의 바람을 들어주기 어렵다. 따라서 상당한 인구 규모의 자발적 기증에 의존하면서도 이후에 사적 활용을 허용하는 바이오뱅크는 이런 점에서 계속 논란이 될 수 있다. 그리고 향후 활용의 공익성에 대해서는 언급하지 않은 채 연구에서 발생하는 이익에 대해 그 어떤 권리도 행사하지 않겠다는 사전 동의를 기증자에게서 받는 것은 이런 논란의 해법이 되기는 어려울 듯하다. 그래서 이런 공적/사적 활용 관계에 대한 의문에 답하지 않는다면, 혈액 관리에서처럼 바이오뱅크에서도 이타주의에 기반을 둔 무상 기증을 지도원칙으로 삼아야 한다는 식의 주장(Irving & Harris, 2007)은 한계를 지닐 수밖에 없다. 특히 인간 유전자와 세포주, 실험용 마우스, 식물 자원 등 생명체에 특허를 인정하는 법적 레짐(regime)이 이를 뒷받침하는 환경에서는 더욱 그렇 것이다. 결국 바이오뱅크는 인체유래물을 경제적 잉여가치를 생산하는 자원으로 간주하는 환경이 자발적 기증이라는 성공조건을 훼손하지 않도록 하는, 보다 창의적이고 윤리적인 해법을 찾도록 요구한다고 볼 수 있다.

바이오뱅크의 정당성

바이오뱅크가 성공하기 위해서는 무엇보다 생체 시료와 개인정보들이 목표로 한 결과 규모로 수집되어야 한다. 도덕적으로 민감한 이런 생체시료들을 수집하기 위해서는 자발적인 동의에 기반을 둔 기증에 의존할 수밖에 없고, 이를 권장하거나 혹은 정당화할 수 있는 도덕원칙이나 신뢰보장 장치가 필요하다. 게다가 거대한 규모로 시료를 수집하고 개인적인 정보들까지 함께 제공받는 바이오뱅크에서는 이런 필요성이 더욱 절실할 수 있다.

그래서 국가 차원에서 바이오뱅크를 설립하려는 여러 계획들에서는 이런 생체 시료와 개인정보 제공을 독려하고 정당화하기 위한 여러 노력들이 뒷받침된다. 결국 실패하고 말았지만 최초의 국가적 규모의 바이오뱅크 사업으로 알려진 아이슬란드 사례에서도 마찬가지였다. 민간기업인 DeCODE Genetics사가 아이슬란드 정부와의 계약 하에 전국민의료기록을 활용한 바이오뱅크 사업을 시작하려 했을 때, 이 기업이 강조한 것은 경쟁이 치열한 글로벌 경제 속에서의 아이슬란드의 생존이었다(Winickoff, 2006). 인구 3십만에 불과한 이 작은 섬나라는 늘 생존의 위협을 받아왔지만, 바이오뱅크 사업은 아이슬란드만의 특성을 고려한 경제발전과 부흥을 이끌어 줄 것으로 강조되었다. 섬나라로 장기간 고립되었던 점은 오히려 유전형질을 동질하게 보유한 장점이 되었고 1920년대 이후 꾸준히 축적해온 국민의료기록은 연구를 위한 최적의 자원으로 생각되었다. 그래서 바이오뱅크 프로젝트는 아이슬란드의 정치경제적 부흥을 위한 전략이면서 유전형질에 기초해 바이킹의 후예라는 아이슬란드 정체성을 새롭게 건설하려는 기획이었다. 이런 의미 부여는 정부가 사기업에게 국민의 의료정보를 제공하는 계약을 맺도록 했을 뿐만 아니라 국민이 개인적 의료기록과 생체시료를 제공하는데 반대하지 않을 것이라고 예상하게 했다.

흔히 성공한 모델로 평가받는 영국의 바이오뱅크(UK Biobank)에서도 혁신과 경쟁력 과 같은 정치경제적 레토릭들이 마찬가지로 사용되었다. 하지만 아이슬란드와 달리, 섬나라의 유전적 동질성 보다는 보건의료와 관련된 역사적 경험 이 더 강조되었다(Busby & Martin, 2006). NHS(National Health Service)라는 국가보건의료시스템은 영국 내에서 사회적 연대와 사회복지의 이상으로 자주 간주되는데, 바이오뱅크를 위한 기증은 바로 이런 의미 속에 놓여졌다. 바이오뱅크에 기증하는 행위는 혈액기증이 2차대전 이후에 그렇게 한 것처럼 사회적 연대를 실현하는 것이고 나아가 보건의료를 현대화시켜 궁극적으로는 복지를 증대시키는 것으로 주장되었던 것이다. 보

건의료와 관련된 공통된 역사적 경험 외에도 ‘영국적인 것’을 강조하는 논거들도 사용되었다. 바이오뱅크를 추진한 측은 영국의 인종적 문화적 다양성을 고려해 흑인과 아시아계 등 소수 인종들을 시료수집 대상으로 삼겠다는 계획을 밝혔다. 그동안 생의학연구에서 백인남성 위주로 연구되어 다른 인종에게서 발생하는 유전질환에 대한 연구가 소홀했던 점을 감안하여 이들을 적극적으로 포함시키는 전략을 내세운 것이다(Tutton, 2009). 미국과 달리 영국에서는 이런 소수 인종을 생의학연구에 포함시킬 법적 의무가 없었지만 채택된 이 정책은 유전자결정론이나 새로운 낙인 효과를 불러올 것이라는 비판을 받기도 했지만, 다문화적인 영국의 새로운 정체성을 확인하면서 바이오뱅크에 대한 지지를 강화했다(Busby & Martin, 2006).

국가적 규모에서 기획하는 바이오뱅크는 자체의 과학적 정당성만으로는 자발적 기증과 국가적 지원을 정당화하기는 어려웠다. 아이슬란드와 영국의 사례가 보여주듯이, 국가의 정체성을 규정하고 경제적 비전을 전망하고 보다 공정한 연구를 지향하는 이런 사회적 정치적 문화적 노력들이 과학적 정당성과 병행되었다. 하지만 아이슬란드의 바이오뱅크 실패가 보여주듯이 이런 국가적 정체성이나 경제적 비전도 바이오뱅크가 가진 윤리적 우려를 온전히 해소시킬 수는 없었다. 아이슬란드 경제회복과 국가정체성의 정립이라는 기대에도 불구하고, 추정적 동의(presumed consent)와 상업화라는 비판 속에 바이오뱅크 이니셔티브는 취소되었다. 바이오뱅크 참여의사를 밝히지 않은 이들은 모두 동의한 것으로 간주하고 개인적 의료기록을 사기업에게 제공하기로 한 정부의 계획은 수많은 국내외 저항을 받고 결국 좌초했던 것이다. 반면, 이 사례를 반면교사로 삼은 영국의 바이오뱅크 이니셔티브는 대중들에게 모든 논의과정을 공개하고 시민들의 참여와 자문하에 바이오뱅크 운영 규정을 신중하게 만들어갔다. 이런 노력 끝에 처음으로 제안이 된 후 십년 만에 바이오뱅크 계획이 실행에 옮겨졌고 영국의 바이오뱅크는 목표한 50만 시료를 모두 모집

할 수 있었다.

지금까지 살펴본 바와 같이, 바이오뱅크는 “맞춤 의학”에 대한 기대가 혁신을 추동하고 자원 동원을 뒷받침하는 바이오테크놀로지, 분해되고 재조직된 신체가 새로운 경제적 잉여가치의 원천이 되고 있는 현실, 그리고 이런 기술과 현실에 국가경쟁력과 국민 정체성을 부여하려는 국가의 관심과 노력이 어우러진 결과로 볼 수 있다. 이렇게 기술적·경제적·정치적 영역을 가로질러 작동하고 있는 바이오뱅크는 결국 우리가 공동체의 미래를 어떻게 상상하고 어떤 가치를 지지하는가에 따라 다른 궤적과 형태를 보여줄 것이다

[참고문헌]

이상욱. 2012. '바이오뱅크의 윤리적 쟁점.' 『철학연구』 97:111-137.

Busby, Helen & Paul Martin, 2006. 'Biobanks, National Identity and Imagined Communities: the Case of UK Biobank.' *Science as Culture* 15(3): 237-251.

Gottweis, Herbert and Alan Peterson, 2008. 'Biobanks and governance: An introduction.' *Biobanks: Governance in comparative perspective*. Routledge.

Irving, Louise & John Harris, 2007. 'Chapter 10: Biobanking.' *The Oxford Handbook of Bioethics*. Oxford University Press.

Novas, Carlos, 2006. 'The political economy of hope: Patients' organizations, science and biovalue.' *Biosocieties* 1:289-305.

Peterson, Alan, 2005. 'Securing our genetic health: engendering trust in UK Biobank.' *Sociology of Health & Illness* 27(2): 271-292.


Sunder Rajan, Kaushik 2006 *Biocapital: The Constitution of Postgenomic Life* Duke University Press, Durham and London.

Tutton, Richard, 2007. 'Banking Expectations: the promises and problems of biobanks.' *Future Medicine* 4(4): 463-469.

Tutton, Richard, 2009. 'Biobanks and the inclusion of racial/ethnic minorities.' *Race/Ethnicity* 3(1): 75-95.

Waldby, Catherine & Robert Mitchell, 2006. *Tissue Economies: Blood, organs and cell lines in late capitalism*. Duke University Press.

Winickoff, David, 2003. 'The charitable trust as a model for genomic biobanks.' *The New England Journal of Medicine*. 349: 1180-1184.

Winickoff, David, 2006. 'Genome and Nation: Iceland's Health Sector Database and its Legacy.' *Innovations*. spring. 80-105. 

한국 바이오뱅크 관리체계의 현황과 문제점

백수진

국가생명윤리정책연구원 정책개발팀장

최근 유전체학 중심의 과학기술의 발전과 이에 근거한 맞춤의학 및 재생의학에 대한 관심은 “바이오뱅크(Biobank)”에 대한 필요성 증가로 연결된다. 이러한 유전체학의 발전과 함께 등장한 바이오뱅크란 개념은 약간씩 다르지만¹⁾ 일반적으로 “연구목적으로 어떤 생물학적 검체(biological samples)를 그에 수반된 데이터와 함께 다량으로 수집하는 것”²⁾으로 이해된다. 때문에 ISBER(International Society for Biological and Environmental Repositories)를 중심으로 한 바이오뱅크에는 미생물, 병원체는 물론, 동·식물을 포함하기도 한다. 하지만 본 원고에서는 인간으로부터 유래한 생물학적 검체(Human Biological samples)에 한하여 이야기하도록 하고자 한다. 그리고 이와 같은 인간으로부터 유래한 생물학적 검체와 그에 수반된 해당 기증자의 개인정보를 함께 수집·보관하는 바이오뱅크의 존재 목적은 현재의 의료(current medical practice)라기보다는 미래의 의료적

진보를 위한 불특정한 다양한 ‘연구(research)’에 있다고 할 수 있다.

일반적으로 바이오뱅크는 어느 정도는 국가에 의해 규제되고 있다.³⁾ 그러나 그 규제의 방향은 바이오뱅크의 정의와 역할 범위, 수집 및 보관되어 이용될 자원의 범위와 내용 및 보관이나 이용의 합의 등에 영향을 받는다. 즉, 바이오뱅크는 앞에서 설명된 개념처럼 사실상 모두 “연구를 위한 생물학적 검체 보관소(repository)”의 형태를 갖추고는 있지만 그 저장된 자원의 종류, 이용자의 특성 및 분야, 규모, 운영 형태 및 주체는 다양할 수 있기 때문에 바이오뱅크에 수집 및 보관된 자원의 이용에 따른 가치와 합의가 달라질 수 있기 때문이다. 따라서 바이오뱅크에 대한 관리 및 규제를 이해하기 위해서는 그 대상이 되는 바이오뱅크에 대한 개념과 정의가 무엇인지, 어떤 목적으로 관리 및 규제가 되고 있는지를 이해하는 것이 중요하다.

유럽의 경우, 유전정보, 의무기록 및 개인정보의

1) 가장 보편적으로 받아들여지고 있는 정의는 OECD의 ‘Guidelines on Human Biobanks and genetic Research Databases(2009)’에서 “인간의 생물학적 검체나 그로부터 유래한 정보 및 방대한 관련 정보들을 유전자연구를 위해 사용할 수 있는 연구 자원화하기 위한 구조화된 수집”으로 정의한 것과 영국의 UK Biobank Ethics and Governance Council에서 “연구를 위한 자원으로 특화된 검체와 데이터를 대량으로 수집하는 것”으로 정의한 것이다.

2) 옥스퍼드 사전에서는 “연구를 위해 생물학적 또는 의료적 조직 및 자료를 모은 거대한 더미(A large collection of biological or medical data and tissue samples, amassed for research purposes)”로 정의하고 있으며, 독일의 국가윤리위원회에서 발행한 “Opinion: Biobanks for research”에서는 “기증자로부터 개인정보와 함께 인체에서 유래한 물질 모음(collections of samples of human bodily substances that are or can be associated with personal data and information on their donors)”로 정의하고 있다.

3) DM Shaw, BS Elger and F Colledge, What is a biobank? Differing definitions among biobank stakeholders, Clinical genetics 2014;85:223-227

사용에 관한 각국의 법률적 환경이 주요한 변수로 작용한다. 때문에 영국과 같이 별도의 동의 없이 인체유래물의 2차적 사용을 허용하는 나라도 있지만, 스웨덴처럼 금지하고 있는 나라도 있어 동일한 규제 시스템을 갖지 않는다. 이러한 규제의 차이가 유럽연합 내 공동연구 및 연구협력을 저해한다는 비판을 받기도 하지만, 통합은 쉽지 않아 보인다.

J. Kaye는 이것이 바이오뱅크에 대한 정의 즉, 단순히 DNA 샘플만 갖는 것인지, 개인정보나 자료까지 포함하는지에 대한 정의가 다르기 때문으로 ‘gene bank’, ‘genetic bank’, ‘DNA bank’, ‘genetic database’, ‘population genetic database’ 등 다양한 용어의 혼재를 지적하면서, 그 원인은 바이오뱅크의 유형을 구분하기에는 아직 이 분야가 새로운 분야라는 사실에 기인한다고 보았다.⁴⁾

본 원고에서 이러한 바이오뱅크의 특성에 대한 이해를 전제로 바이오뱅크에 대한 규제와 관리체계 및 현황을 살펴보고 향후 올바른 관리를 위한 정책적 판단 등을 제안해 보고자 한다.

1. 바이오뱅크에 대한 규제

‘바이오뱅크’의 실체를 명확하게 정의할 수는 없지만 그럼에도 불구하고 어떤 관리 및 규제가 필요하다는 것에 정당성이 생긴다. 이 정당성은 바이오뱅크에 보관될 검체와 정보가 결국 미래의 발전을 위해 필요하겠지만, 그 보관물 — 검체든, 정보든 — 이 잠재적으로 식별 가능하며, 어쩌면 자원의 활용이 누군가에게는 유익을 가져다 줄 수도 있지만, 혹 미래의 누군가에게는 상당히 결정적이고도 부정적인 영향을 미칠 수도 있다는 점 등에 기반 한다. 이러한 맥락에서 바이오뱅크에 관리 및 규제는 효율적인 활용을 위하지만, 항상 기증자의 자기결정권, 기밀성 확보 등에 연관되어 있다.

바이오뱅크는 ‘기증자의 검체 및 관련 정보’를 수집, 보관하고 향후 연구를 위해 보관한다. 따라서 실제의 어떤 연구를 위해 어떤 정보가 수집되어야 하는가는 가장 핵심적임에도 불구하고 구체적일 수 없다. 오히려 한층 더 모호하게 균일한 집단의 사람들을 대상으로 오랜 기간 동안의 많은 정보가 있으면 좋다고 받아들여진다. 그러나 관리 및 규제의 방향을 구체적 인 것을 전제한다. 따라서 이에 대해 효율적으로 관리 및 활용할 뿐 아니라, 기증자를 보호해야 하는 관리적 측면에서는 실제 어떤 기증자를 대상으로, 어떤 검체와 어떤 정보를 수집하여 어떻게 보관 및 관리할 것인지, 누가 어떤 연구에 이용하도록 할 것인지가 중요할 수밖에 없다. 특히, 개인정보보호 및 사생활 침해 등에 대한 관심이 강화되는 요즘 더욱 그렇다.

일부 나라들에서는 바이오뱅크를 의생명과학 분야의 연구 발전을 위해 매우 중요한 핵심 기반으로 이해하고 그 체계적인 관리 및 운영에 직·간접적으로 개입하기 위해 적극적 관리 대상으로 이해하는 것 같다. 예컨대, 영국, 싱가포르, 아이슬란드, 에스토니아 등은 국가적 차원에서 정책적 판단으로 바이오뱅크를 직접 관리한다. 하지만 이러한 형태는 분명하고 명확한 관리 기준 및 책임이 제도화 되지 않으면 논란의 소지가 있다.

2. 한국의 바이오뱅크 관리 현황

1) 자율적 시장에 의한 초기

우리나라 바이오뱅크의 현황에서도 앞에서 말한 바이오뱅크의 개념에 대한 혼란은 그대로 드러난다. 바이오뱅크를 “연구용 인체유래물의 이용을 위한 검체 보관소”라는 개념으로만 본다면, 의료기관을 중심으로 중앙은행, 간 은행, 폐 은행 등의 이름으로 세워진 다양한 검체은행(tissue bank)들이 그 시작이라 할

4) Jane Kaye, Do we need a uniform regulatory system for biobanks across Europe?, European Journal of Human Genetics 2006:14:245-248

수 있겠다. 이와 같은 바이오뱅크들은 의료기관에서 진료과정 중 획득된 잔여검체를 중심으로 그 검체를 직접 연구하는 연구자들에 의해 실험자원 중심으로 수집·보관된 형태들이다. 따라서 실제 연구의 실수 요자에 의해 수술 또는 진단 등의 의료과정에서 채취되고 남은 잉여 검체들을 중심으로 보관되는 단순 “저장소(Repository)”의 형태로 운영되면서 연구에 필요 시 개인정보와 연결되어 이용되었다. 그리고 의료기관 중심의 이러한 검체 및 개인정보의 활용에 대한 법적 규제는 없었다.

2) 생명윤리 및 안전에 관한 법률에 따른 유전자은행

2005년 「생명윤리 및 안전에 관한 법률(이하 ‘생명윤리법’이라 한다)」이 제정되면서 한 번의 전환기를 맞는다. 유전정보의 이용에 대한 자율성 확보, 유전자검사결과로 인한 차별 및 낙인 등의 보호를 위해 일명 ‘DNA bank’의 ‘유전자은행’⁵⁾이 처음으로 법적 규제 대상이 되었다. 하지만, 당시 ‘유전자은행’의 정의는 ‘유전정보 획득을 목적으로’ 검체를 수집 및 보관하는 경우만을 제한하였기 때문에 실질적인 바이오뱅크에 대한 강제력을 전혀 가지지 못했다. 실제 2005년 법 시행 이후 2010년까지 유전자은행으로 허가 받은 곳이 30여개에 불과했다는 것이 이를 설명한다. 또한, 유전정보의 획득이나 제공 시에만 서면동의를 의무화하여 사실상 대부분의 연구용 인체유래물에 대한 동의의무를 강제할 수 없었다.

이러한 규제의 미비에도 불구하고, 국내·외적으로 허가받지 않았으나, 인체로부터 유래한 인체구성물과 그로부터 얻어진 DNA, RNA 등을 망라하여 다양한 인체유래물은 해당 검체의 기증자에 대한 역학정보 또는 임상정보 등의 개인정보와 함께 연결하여

보관하고 있는 바이오뱅크들은 증가했다. 특히, 2003년 게놈프로젝트 성공 이후, 원활한 연구지원을 위해서는 대규모 바이오뱅크의 설립의 필요성이 증대되면서 국가적 차원의 다양한 지원사업들이 전개되면서 연구소재은행사업 또는 한국인체자원은행사업 등이 생겨났다.

3) 생명윤리법 전부개정에 따른 인체유래물은행

최근 제대혈은행, 세포주은행 및 줄기세포은행 등 기증자로부터 유래한 인체유래물뿐 아니라 그로부터 유래한 세포를 분리하여 배양하며 연구용 자원으로 활용하기 위한 다양한 바이오뱅크들이 등장하고 있다. 게다가 연구를 위한 양질의 인체유래물 등의 공급을 위해서는 대규모의 바이오뱅크가 필요해지고 유전자원에 대한 부가가치 창출에 대한 기대효과 등에 따라 국가적 차원에서 지원되는 인구집단 전체 또는 특정 질환별 코호트 등을 대상으로 하는 바이오뱅크들이 등장하였다. 그러나 바이오뱅크의 지원에 대해 어떤 관리가 필요한지에 대한 합의는 여전히 없었다.

이러한 상황에서 2013년 전부 개정된 생명윤리법은 보다 포괄적인 ‘인체유래물은행’⁶⁾의 정의를 통해 연구용 인체유래물의 수집 및 보관하는 바이오뱅크를 통칭할 수 있는 용어로 제안한다. 이에 따라 기존에 조직은행, 혈액은행, 각종 질환별 검체 및 세포를 수집 및 보관하고 있는 은행은 물론, 유전정보만을 수집·보관하고 있더라도 이를 개인에 관한 역학정보 및 임상정보 등과 함께 연결시켜 연구목적으로 이용 및 제공하고자 한다면, 모두 인체유래물은행으로 생명윤리법 제41조에 따라 적절한 시설·장비 및 인력을 갖추고 보건복지부장관의 허가를 받아야 한다는 강제적 규제의 적용이 가능해졌다. 즉, 2013년 개정을

5) 유전정보의 획득을 목적으로 검사대상물·유전자 또는 개인정보가 포함된 유전정보(이하 ‘유전정보등’이라 한다)를 수집·보존하여 이를 직접 이용하거나 타인에게 제공하는 기관

6) 인체유래물 또는 유전정보와 그에 관련된 역학정보(疫學情報), 임상정보 등을 수집·보존하여 이를 직접 이용하거나 타인에게 제공하는 기관

통해 비로소 바이오뱅크에 관한 정상적인 규제가 가능해졌다고 볼 수 있다.

3. 바이오뱅크의 관리체계와 그 특징

우리나라의 바이오뱅크에 대한 관리는 크게 두 가지의 차원으로 이루어지고 있다. 하나는 원칙적인 틀을 제공하는 관리체계로서 생명윤리법에 따른 ‘인체유래물은행’으로서의 관리이다. 이에 따라 법적, 윤리적, 사회적 책임을 부여하고 이를 준수하도록 요구한다. 또 다른 하나의 관리는 국가의 정책적 지원 사업 즉, 프로젝트로서의 관리이다. 이는 사실상 지원으로서의 관리체계로 보는 것이 타당하다.

전자에 의한 관리는 생명윤리법이 “인간과 인체유래물 등을 연구하거나, 배아나 유전자 등을 취급할 때 인간의 존엄과 가치를 침해하거나 인체에 위해(危害)를 끼치는 것을 방지함으로써 생명윤리 및 안전을 확보하고 국민의 건강과 삶의 질 향상에 이바지함을 목적”⁷⁾으로 만들어 졌다는 것에 그 맥락을 같이 한다. 특히, 이 법에서의 인체유래물은행에 대한 규제 방향은 다음의 다섯 가지로 설명할 수 있다.

첫째, 법에 정의된 ‘인체유래물은행’으로서의 역할을 하고자 한다면, 법이 정하는 기준을 갖추고 보건복지부장관의 허가를 받고 운영해야 하며,⁸⁾ 둘째, 이렇게 허가 받은 인체유래물은행은 연구에 쓰일 인체유래물등의 채취를 위해 충분한 설명에 의한 서면 동의를 얻어야 하며,⁹⁾ 셋째, 연구자가 인체유래물은행에 보관된 인체유래물등을 제공받아 이용하고자 할 때에는 인체유래물은행의 장에게 그 이용계획서를 제출하고 해당 은행의 장은 이를 검토하여 제공여부를

결정할 수 있으며, 이 때 제공은 기관위원회가 마련한 제공에 관한 지침에 따르며, 제공 시에는 익명화를 통해 무상으로 제공해야 한다(다만, 인체유래물등의 보존 및 제공에 든 경비는 청구할 수 있다)는 규정¹⁰⁾이다. 네 번째는 인체유래물은행이 연구용 인체유래물등을 관리함에 있어서 필요한 선한관리자로서의 의무가 있으며, 보관된 인체유래물등에 대한 관리에서 기증자의 개인정보보호를 위한 노력(보안책임자의 지정 등)이 필요하다는 규정¹¹⁾이며, 마지막으로 국가 및 지방자치단체에게 인체유래물은행의 운영을 지원할 수 있도록 하는 법률적 근거¹²⁾를 마련하여 인체유래물은행의 공적 운영에 대한 정책적 활용 가능성이 내포되도록 규정되어 있다. 이는 인체유래물은행을 정의하여 연구용 인체유래물등의 효율적 관리와 활용을 위한 공공자원화가 가능하도록 간접적인 규제의 범위 안으로 가져온 것으로 볼 수 있다.

또 다른 관리체계는 법 제45조에 따른 지원 사업 즉, 프로젝트로서의 관리체계다. 인간게놈프로젝트 완성 이후, 각국이 자국의 연구역량 증진 및 강화를 위해 시도하는 형태로서 일본, 에스토니아, 아이슬란드, 캐나다, 영국 등을 중심으로 정부의 강력한 지원에 따라 거대한 장기 프로젝트로서의 바이오뱅크가 운영되고 있다.

우리나라도 이러한 국제적 추세에 맞추어 다양한 바이오뱅크가 프로젝트 성격으로 이루어졌다. 대표적으로 1995년 과학기술부 특성화 장려사업으로 시작한 연구소재은행 사업에 2006년부터 연구용 인체유래검체의 수집을 지원하는 “인체유래검체거점은행(KHB Network)”의 추가 지정과 2008년부터 보건복지부 주도로 시작되어 국가 주도의 보건의료분야의 생명연구자원의 기반을 확보함으로써 바이오 연구 분

7) 생명윤리 및 안전에 관한 법률 제1조(목적)
8) 위와 같은 법 제41조(인체유래물은행의 허가 및 신고)
9) 위와 같은 법 제42조(인체유래물 채취 시의 동의)
10) 위와 같은 법 제43조(인체유래물등의 제공)
11) 위와 같은 법 제44조(인체유래물은행의 준수사항)
12) 위와 같은 법 제45조(인체유래물은행에 대한 지원)

야에 대한 경쟁력을 갖추고, 생명연구자원의 체계적인 수집과 정보표준화 및 통합 네트워크 구축 등을 목표로 하는 한국인체자원은행사업(Korean Biobank Project)이 있다. 바이오뱅크를 하나의 프로젝트 성격으로 이해하는 이러한 사업으로서의 관리는 정책과 규제가 통합성을 갖는다면, 강력한 방향성을 갖고 통합적으로 운영되어 효율적으로 운영될 수 있다는 장점이 있다. 국가의 정책에 근거한 사업이라면, 묻지마 식의 투자보다는 체계적이고 계획적인 투자와 관리가 수반되어야 할 것이다.

4. 한국 바이오뱅크의 관리 현황과 문제점

2014년 6월 현재, 질병관리본부 생명윤리정보에서 제공하는 생명윤리법 관련 기관 목록¹³⁾이며에 따르면 보건복지부장관에 의해 허가를 받아 설립된 “인체유래물은행”은 52개로 유전정보 등을 이용한 연구기관 1개를 제외하면 모두 의료기관에 설치되어 있다. 인체유래물은행으로서의 규제가 바이오뱅크에 대한 통합적 관리를 위한 법률적 기반을 마련하였다고는 하나, 여전히 개인연구자가 자신들의 저장소를 가지고 있을 수 있는 현재, 우리나라에서 운영되는 모든 바이오뱅크가 52개라고 단정할 수 없다.

생명윤리법 개정을 통해 연구용 인체유래물등의 효율적 관리와 활용을 위한 공공자원화가 탄력을 받도록 규제를 마련하였음에도 불구하고 여러 가지 난관에 막혀 있다.

먼저, 인체유래물은행의 여러 가지 제도적 관점에도 불구하고 여전히 연구자의 개인적 수집 및 보관이 감소되지 않고 있다는 것이다. 이는 아마도 향후 수집되는 자원의 윤리성 확보는 중요할지 모르나, 이미 저장된 자원의 활용에는 도움이 되지 않는 규제라는 점이 가장 강력해 보인다. 즉, 현재 마련된 법이 인체유래물은행으로 허가 받고 받은 후에 어떻게 해야 하는지에 대한 규제는 잘 마련되어 있으나 이전에 다양한

형태로 보관 중이던 검체는 규제의 사각지대에 방치되었다.

또한, 개인정보의 연결 및 관리에 대한 모호성이 있다. 법률에 따르면, 인체유래물은행의 장이 인체유래물은 물론, 해당 기증자의 관련 정보에 대한 권한도 갖고 이를 익명화하여 보관한다. 사실 인체유래물은행이 직접 기증 동의를 받고 수집한다면 이는 너무 당연한 관리 시스템이다. 하지만, 실제 우리나라 대부분의 인체유래물은행은 직접 동의를 통해 기증을 받지 않을뿐더러 의료기관 내 설치된 검체보관소의 역할은 하지만 실제 해당 검체에 대한 연관된 정보의 관리에는 취약하다. 즉, 기증자에게 인체유래물은행으로 자신의 검체와 정보가 기증된다는 것이 어떤 의미인지, 어떤 정보가 얼마나 제공되어 이용될 것인지도 명확하지 않을뿐더러 정보마저도 의료기관에 보관된 의무기록을 역으로 받아와야 한다. 생명윤리법상 익명화의 주체는 인체유래물은행의 장이지만, 사실상 검체보관소의 장에 불과한 경우가 대부분이다.

생명윤리법상 인체유래물은행은 기증자로부터 연구용 인체유래물등의 수집 및 보관을 위해 기증을 받고 이를 보존 및 제공 등을 할 수 있도록 시스템을 갖추고 있어야 하는 독립적 기관이어야 한다. 하지만 실제 허가 받은 인체유래물은행은 독립적 기관이 아닌 의료기관에 설치된 하나의 기능체일 뿐이다. 사실 인체유래물은행의 허가 조건으로 시설, 장비 및 인력의 기준을 제공하고는 있음에도 불구하고 인체유래물의 무상 기증을 전제로 실비만을 청구하도록 하여 실제 인체유래물은행의 운영을 통해서서는 영리추구가 원칙적으로 금지되어 있다.

게다가 현재 “인체유래물은행으로 허가를 받으려는 자”에게 요구되는 시설, 장비 및 인력의 기준이 실제 적절한 인체유래물은행을 운영할 수 있는 기본적인 사항인지도 점검이 필요하다. 미래의 연구를 위한 투자라는 바이오뱅크의 특성을 감안할 때, 단순 수집 및 보관보다는 보다 연구적 가치를 갖는 양질의 자원을 수집·보관하도록 노력해야 할 것이다.

13) <http://bioethics.cdc.go.kr/>

또한, 현재까지는 인체유래물은행이 의료기관에 기반 하여 운영되고 있으나 앞으로도 인체유래물등과 개인정보가 결합된 형태의 인체유래물을 의료기관에만 설치하도록 제한하는 것은 정책적 논의가 필요한 사항이다. 임상적인 이용에 대한 과학적 타당성을 담보할 수 없음에도 불구하고 설립·운영되는 제대혈은행이나, 최근 산부인과는 물론, 성형외과 및 안과 등의 개원의를 중심으로 태줄은행, 줄기세포은행, 지방은행 및 각막조직은행 등이 빈번하게 설립 및 운영되고 있는 것을 볼 때, 임상적 활용을 전제한 인체유래물은행의 상업적 설립 및 운영을 방지하기란 어렵고 이를 어떻게 관리할 것인가 준비해야 할 때라 볼 수 있다.

국가가 바이오뱅크 성격의 프로젝트를 지원할 때에는 분명한 목적과 기대되는 성과가 있어야만 한다. 그리고 국가는 해당 사업의 집행자로서 이를 관리해야 할 책임이 있다. 그렇지만 현재 우리나라에서 운영 및 관리되고 있는 사업들은 지원 사업에 대한 운영목적 및 방법의 계획 불확실성과 지원 대상 및 범위의 모호, 성과 관리 방안 및 제제 등 운영 및 관리에 대한 컨트롤 타워의 부재 등 다양한 문제가 보인다. 즉, 국가지원의 프로젝트 성격의 각종 인체유래물은행 등을 설립 및 운영하고 있는 경우에 그 '기관'의 실체나 권한, 역할 등을 어떻게 규정하는 것이 적절할지 모호하고 기준이 없다. 예를 들면, 국가의 지원을 받아 의료기관에 소속된 한 연구자에 의해 포괄적으로 연구용 인체유래물등을 수집·보관하는 인체유래물은행을 운영할 경우, 인체유래물은행이 속한 기관은 어디로 보는 것이 적절한가? 이 경우 국가의 지원여부는 어떠한 의미를 가지는가? 생명윤리법은 분명 인체유래물

은행을 시설·장비 및 인력을 갖춘 실체가 있는 기관으로 보고 있지만, 얼마든지 프로젝트 성격의 인체유래물은행도 허가 및 운영이 가능하므로 동일한 관리방안의 적용이 가능한지에 대해서는 충분한 검토 및 논의가 필요하다.

그 밖에도 현재까지는 인체유래물은행이 의료기관에 기반하고 있는 형태만이 허가 받고 운영 중이나, 앞으로도 이러한 허가 체계를 유지할 수 있을지, 그에 대한 타당성이 있을지는 검토가 필요하다. 특히, 현재 생명윤리법과 같이 인체유래물은행은 포괄적 동의 가능 및 개인정보의 연계가능성 등 자원의 공공화를 통한 공익성을 강조하기 위한 제도를 가지고 있는 경우, 그 의미는 중요하므로 면밀한 검토가 필요하다. 예컨대, 인체유래물등의 무상 기증, 요청 가능한 실비의 범위와 그 근거, 포괄적 동의를 통해 활용 가능한 자원의 이용 범위와 무상으로 제공된 자원에 대한 공적 관리나 사회적 공유 방안 등은 아직 풀어야 할 과제이다.

특히, 바이오뱅크는 특성상 어느 정도 지역사회나 수집 대상이 되는 집단에 기반 하여 운영될 수밖에 없다. 때문에 그 수집 및 보관의 대상이 되는 집단에게는 자율성의 확보와 적절한 보호대책이 필수적이다. 특히나 최근에는 공공성에 대한 의료적 유전체 기반 바이오뱅크(genome-based biobank)에 집중되는 경향을 보이는 것 같다. 이에 대해서는 더욱 더 각별하고 실질적인 보호대책의 마련이 수반되어야만 할 것이다. 또한, 앞으로 바이오뱅크의 활용분야는 지속적으로 성장할 것으로 보인다. 바이오뱅크의 운영이 필요하다는 정당성이 있다면 이를 보다 효율적으로 관리하고 안전하고 윤리적으로 운영될 수 있도록 하는 관리체계가 필요할 것이다. 🌱

동의의 문제와 상업적 이용

신미이
청주 MBC 기자

1. 문제 제기: 충분한 설명에 의한 동의는 가능한가?

이 동의서는 귀하로부터 수집된 인체유래물 등(인체유래물과 그로부터 얻은 유전정보를 말합니다)을 질병의 진단 및 치료법 개발 등의 연구에 활용하기 위한 것입니다. — 중략 — 연구결과에 따른 새로운 약품이나 진단도구 등 상품개발 및 특허출원 등에 대해서는 귀하의 권리를 주장할 수 없으며, 귀하가 제공한 인체유래물 등을 이용한 연구는 학회와 학술지에 연구자의 이름으로 발표되고 귀하의 개인정보는 드러나지 않습니다.¹⁾

우리나라 생명윤리법에서 규정한 인체유래물 기증동의서와 연구동의서의 맨 앞부분과 뒷부분을 발췌한 내용이다. 바이오뱅크가 조직을 수집을 할 때 기증자에게 제시하는 법정동의서 양식이다. 인체유래물을 기증할 때 반드시 지켜져야 하는 기본 원칙은 충분한 설명에 의한 동의(Informed Consent)이다. 이번에는 이 원칙을 적용해 위의 문구를 좀 더 쉽게 풀어 보자.

“이 동의서에 서명해 주시면 귀하의 유전정보(DNA)가 포함된 혈액이나 조직을 가지고 질병과 치료법을 찾는 연구에 잘 활용하겠습니다. — 중

략 — 귀하의 유전자 샘플을 활용한 연구 결과가 좋아서 새로운 치료법을 찾을 수 있습니다. 그럴 경우 특허를 우리(병원·대학 연구소, 연구비지원 기관)가 갖겠습니다. 우리는 특허를 기업에 넘겨 새 진단법과 치료제로 시장에서 상품화 할 것입니다. 제품이 팔릴 때마다 받게 되는 로열티 역시 모두 우리가 갖겠습니다. 우리는 귀하와는 어떠한 이익도 나눠 가질 생각이 없습니다. 대신 귀하의 신상이 드러나지 않도록 철저히 보호해 드리겠습니다.”

이제 다시 처음으로 되돌아가 법정양식인 인체유래물 기증·연구동의서를 꼼꼼하게 살펴보자. “연구결과에 따른 새로운 약품이나 진단도구 등 상품개발 및 특허출원 등에 대해서는 귀하의 권리를 주장할 수 없으며”라는 문구(이하 ‘권리포기 조항’이라 함)의 숨은 뜻, 즉 인체유래물을 기증하면서 권리 포기를 중용당하는 당신의 처지에 대해서 알아차릴 수 있었는가? 국가 바이오뱅크 사업이 속도를 내면서 바이오뱅크와 기증자, 연구자와 기증자 사이에 인체유래물 기증·연구동의서를 주고받는 과정 역시 빈번해 지고 있다. 그러나 실제 동의 과정에서 기증자들은 통용되는 동의서 문구를 얼마나 인식하고 있을까? 충분히 설명을 듣고 자율적으로 동의하고 있을까?

1) 생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙 [별지 제 41호 서식][별지 제 34호 서식]

2. 사례를 통해 본 동의 과정

필자는 지난해 가을 카이스트(KAIST) 기관생명윤리위원회의 승인(KAIST IRB Approval number: KH2013-24)을 받아 인체유래물을 기증한 환자와 기증의사가 있는 일반인, 인체유래물을 연구하는 의사, 그리고 대학병원 바이오뱅크 실무자를 대상으로 인체유래물의 법적 지위에 대한 견해를 묻는 심층인터뷰를 실시한 바 있으며,²⁾ 인터뷰를 통해 동의 과정의 문제점을 일부 확인할 수 있었다. 이 장에서는 인체유래물이 수집되는 최전방인 병원에서 환자로부터 인체유래물을 기증받을 때 충분한 설명에 의한 자율적 동의가 실현되고 있는지 “권리포기 조항”을 중심으로 실제 사례를 살펴보겠다.

1) 인체유래물 기증자

대학병원 바이오뱅크의 요청에 따라 자신의 혈액 또는 조직을 기증했거나 기증동의서에 서명한 환자 3명을 인터뷰했다(이하 환자 A, B, C로 표기). 환자 A는 50대 남자로 간암 말기 판정을 받아 병원에 입원 중이었으며, 환자 B는 중증 당뇨와 고혈압을 앓고 있는 30대 후반의 남성, 그리고 환자 C는 악성 빈혈을 앓고 있는 30대 여성이었다. 인터뷰 결과는 놀라웠다. 환자 A는 인터뷰 취지를 설명하자 옆에 있던 부인에게 “내가 무얼 기증했어?”라고 되물었다. 필자는 병원 측으로부터 환자 A를 일주일 전에 동의서를 작성한 기증자로 소개 받았다. 그러나 동의 사실 자체를 기억하지 못하고 있었다. 추정컨대, 항암치료가 이뤄져 정신적으로 혼미한 상황에서 동의 절차가 진행된 것으로 보인다. 이 과정에서 충분한 설명에 의한 자율적 동의가 가능했을까? 인터뷰를 중단할 수밖에 없었다. 환자 B는 설명을 충분히 듣고 기증을 결정했다고 답했지만 동의서 마지막 부분에 언급된 “권리포기 조항”에 대해서는 잘 기억하지 못했다. 그러면서 설명 “권리포기

조항”이 있다 하더라도 문제 삼지 않겠다고 했다.

환자 B(30대 남자, 고혈압·당뇨진단, 혈액 기증): “어차피 기증이라는 것은 대가 없이 주는 것 아닌가요? 제가 기증한 혈액에 대해 권리를 주장할 생각은 없습니다. 그 보다는 제 관심은 얼른 치료제가 개발이 돼 제가 혜택을 받았으면 좋겠습니다.”

환자 C는 간호사 출신이어서 환자 A와 B에 비해서 동의서 내용을 구체적으로 이해하고 있었다. 자신의 혈액이 어떤 연구에 어떻게 쓰일지 불안하기도 했지만 연구자의 양심을 믿어보기로 했다고 말했다. “권리포기 조항”에 대해서는 기증하는 순간 자신의 권리를 포기하는 것이 맞는 것 같다고 했다.

환자 C(30대 여자, 악성 빈혈, 혈액 기증): “충분한 설명을 듣고 동의를 했다면 혈액을 기증하는 순간 소유권은 연구자에게 넘어갔다고 생각해요. 제 혈액이긴 하지만 기증이라는 말 자체가 그냥 주는 거잖아요. 그것으로 연구자가 돈을 벌수도 있지만 다른 사람들이 치료 혜택을 받는다면 그것으로 만족해요. 동의를 받을 때 대충 줄쳐서 하지 말고 구체적으로 설명해서 동의를 얻어야 할 거예요. 시간이 걸리더라도 정확하게 이해를 하고 대가 없이 인체유래물을 주는 기증자의 샘플부터 모아야 하지 않을까요?”

위의 인터뷰 사례를 보면 일부 환자는 자신이 무엇을 기증했으며 자신의 혈액이 어떻게 어떤 연구에 활용되는지 정확하게 인지하지 못하고 있었다. 기증 과정에서 충분한 설명에 의한 동의가 이뤄졌다고 볼 수 없다. 항암치료 후유증으로 환자의 정신이 혼미한 상태에서 기증 동의가 이뤄졌거나, 치료에 대한 강한 기대감 때문에 연구의 긍정적인 측면만 부각되고 기증 후 발생할지 모를 예상치 못한 문제, 예를 들면 유

2) 신미이. (2014). 인체유래물 연구에서 기증자 권리포기 문제와 이익공유 방안. 석사 학위논문. 카이스트 미래전략대학원(과학저널리즘)

전정보 노출, 비윤리적 연구에 세포 활용, 세포 소유권을 둘러싼 분쟁 등 세계적으로 논란이 되고 있는 이슈는 상대적으로 소홀하게 취급된 것으로 보인다.

2) 기증의사가 있는 일반인

이번에는 인체유래물을 기증한 적은 없지만 향후 제안을 받을 경우 기증할 의사가 있는, 특별한 질병을 앓고 있지 않은 일반인 2명(이하 일반인A, B)에게 같은 내용의 동의서를 보여 주고 의견을 물었다. 일반인 A는 바이오생명산업정책을 수립하는 50대 공무원이고, 일반인 B는 평범한 30대 직장인이다. 동의서를 읽은 뒤 두 명 모두 난치병 극복을 위한 신약개발에 도움이 된다면 자신의 혈액이나 조직을 기꺼이 기증하겠다고 했다. 그런데 동의서에 언급된 “권리포기 조항”의 의미를 설명했을 때 반응은 환자와 달랐다.

일반인 A(50대, 공무원): “진단이나 치료과정에서 채취한 혈액이나 조직을 연구 목적으로 쓸 테니 기증해 달라고 하면 당연히 하죠. 권리를 주장할 생각도 없어요. 어차피 버릴 건데 내가 가지고 있는 것보다 연구자가 가져다 쓰는 게 더 과학발전에 도움이 될 테니까요. 그런데 만약에 진단이나 치료과정이 아닌 연구를 목적으로 일부러 내 혈액이나 조직을 기증한다면 그때는 당연히 권리를 주장해야겠지요. 내가 사용하라고 빌려준 거니까.”

일반인 B(30대, 직장인): “연구용으로 쓰겠다고 기증 받아 놓고 연구결과를 상업적으로 이용한다면 당연히 문제제기 해야지요. 저는 공익적인 연구에 쓰라고 기증한 거잖아요. 그런데 연구자가 연구 결과를 토대로 상업적 이득을 취한다면 당연히 저도 연구에 기여했기 때문에 정당한 대가를 받아야 한다고 생각해요. 권리포기 조항의 의미를 알고 나니까 기증할 마음이 싹 사라지네요.”

3) 바이오뱅크 실무자(코디네이터)

대학병원 바이오뱅크 코디네이터는 의사인 연구자와 환자인 기증자 사이에서 인체유래물을 수집하는 당사자다. 코디네이터 A는 의사가 환자로부터 기증하겠다는 구두 승낙을 받으면 환자를 다시 찾아가 궁금한 점을 설명하고 서면동의를 받는 역할을 하고 있다. 코디네이터 A는 자율성에 근거한 충분한 설명에 의한 동의가 과연 가능할까에 대해 반문했다.

코디네이터 A: “기증하시는 분들을 보면 내가 이것을 안 하면 교수님한테 잘못 보여서 불이익 당하지 않을까 겁나서 시작하는 경우도 있고, 헌혈도 하고 장기 기증도 하는데 어차피 못 쓰는 피 못 주겠냐며 기증하는 경우도 있어요. 다른 한편으로는 나를 치료해 주는 사람에 대한 보답이라고 생각하세요. 기증자의 상당수가 60대 이상 고령인데 학력이 높지 않아서 인체자원에 대한 설명을 이해 못하고 무조건 좋은 일하신다고 생각하는 분들이 많으세요.”

동의서에 명시된 “권리포기 조항”에 대한 고민도 털어냈다.

“솔직히 동의서 맨 마지막 줄에 있는 권리포기 부분에 대해서는 설명을 깊게 안 해요. 어떤 기증자분은 ‘약 만들면 나한테도 줘야하는 거 아닌가?’라고 말씀하시더라고요. 그래서 동의서에 나온 대로 권리를 주장할 수 없다고 말씀을 드렸는데 ... 저도 이것을 어떻게 해석해야 하는 것인지 현실적으로 겪는 갈등이에요. 저 스스로가 그렇게 생각하니까 언급하시는 분들께만 설명하고, 안 그런 경우는 그냥 읽어만 드리고 지나가요.”

놀라운 것은 현 동의서는 연구자들에게도 생소한 것이었다. 인터뷰 과정에 만난 일부 연구자(의사)는 동의서에 명시된 “권리포기 조항”에 대해 전혀 인지하지 못하고 있었다.

연구자 A: “권리 포기조항이요? 그런 문구가 있는 줄 몰랐어요. 놀랍네요. 어떻게 보면 동의서라는 것이 환자한테 인체유래물을 사용할 수 있는 허가를 얻는 건데, 권리를 포기시킨다는 것에 대해 좀 이해가 안 가네요. 무슨 신체포기 각서도 아니고.”

3. 충분한 설명에 의한 동의(Informed Consent)를 둘러싼 문제

적지 않은 기증자들은 담당 의사 눈치를 보며 기증을 결정하고 바이오뱅크 실무자는 논란의 소지가 있는 조항은 굳이 설명하려 하지 않는다. 학력수준이 낮은 고령자의 경우처럼 기증자의 지적 수준에 따라 충분한 설명에 의한 자발적 동의가 처음부터 불가능한 경우도 있다. 우리나라 바이오뱅크는 포괄적 동의 방식을 채택하고 있기 때문에 기증자들은 언제 어떤 목적의 연구에 어떤 방식으로 자신의 인체유래물이 활용될지 모른 채 동의서에 서명을 요구 받는다. 인체유래물을 기증받는 과정에서 자율성에 근거한 충분한 설명에 의한 동의가 실현되기 위해서는 다음과 같은 문제를 해결해야 할 것이다.

첫째, 내용적인 자율성이 보장되어야 한다. 생명윤리에서 가장 중요한 원칙은 ‘자율성’이다. 인체유래물을 모으는 과정에서 환자의 자율성을 보장하는 제도가 바로 ‘동의’라 할 수 있다. 그러나 동의서에 서명을 했다고 해서 ‘자율성’이 지켜졌다고 볼 수는 없다. 형식적으로는 자율적이지만 내용적으로 자율적일 수 없는 상황이 있기 때문이다. 자신을 치료하는 의사가 연구를 하겠다며 혈액이나 조직 기증을 요청했을 때 환자 곧 ‘취약한 입장에 있는 피험자’가 얼마나 자율적으로 거절할 수 있겠는가?

둘째, 확실적인 동의서 양식에서 탈피해야 한다. 생명윤리법상의 동의서 내용 자체가 기증자의 자율성을 침해하는 요소로 지적된다. 어떤 사람은 공공의 선을 위해 인체유래물을 조건 없이 기증하고(이를 ‘기증자’라고 하자), 다른 사람은 인체유래물을 제공한 대가로 상업적 이익이 발생했을 때 분배를 요구한다(이를 ‘제공자’라고 하자). 그러나 현 동의서는 권리를 주장할 수 없다는 조항을 명시함으로써 권리 주장을 원천적으로 차단하고 있다. 인체유래물 제공자의 재산권을 인정하지 않은 미국의 대표적인 무어(Moore)사건³⁾ 이후 미국의 바이오메디컬산업계에서 통용되는 동의서를 그대로 차용한 결과다. 우리나라에서 이 동의서가 만들어지는 과정에서 국민적 합의가 있었는가? 인체유래물에 대한 법적지위가 모호한 상황에서 제공자의 권리 포기를 중용하는 것은 기본권 침해로 볼 수 있는 문제다. 인체유래물 기증자와 제공자가 존재하는 현실에서 ‘동의’는 정해진 선택을 강요하는 과정이 돼서는 안 된다. 기증자 또는 제공자가 처한 상황에 따라 자신의 권리를 자율적으로 선택할 수 있는 여지 즉, 자신의 권리를 스스로 동의서에 명시할 수 있는 길을 보장해야 한다.⁴⁾

셋째는 연구의 개념에 대한 모호함이다. 충분한 설명에 의한 동의 과정에서 파생되는 고민은 ‘설명에 어디까지 할 것이냐’의 문제이다. ‘기증받은 인체유래물을 가지고 논문을 쓰는 것’까지를 연구로 볼 것인지, 아니면 ‘특허를 받아 상업화의 토대를 마련하는 것’까지를 연구로 볼 것인지 모호하다. 인체유래물을 제공받을 때 연구자들은 연구목적으로 쓰겠다며 기증을 받는다. 기증자들은 난치병 극복이라는 인류 공공의 선을 위한 이타심의 발로로 인체유래물을 제공한다. 연구자는 연구결과에 대해 특허를 내 수익을 창출할 생각을 하지만 기증자들은 연구 결과의 상업화가

3) 무어는 주치의가 수술로 떼어낸 자신의 비장에서 나온 물질로 몰래 특허를 내 이익을 챙긴 사실을 알고 주치의를 상대로 부당이득을 돌려달라는 소송을 제기했으나, 캘리포니아 대법원은 떼어낸 비장에 대해 무어의 소유권 주장을 인정하지 않았다. 이 판결 후 생명산업분야에서는 인체유래물 제공자가 권리를 주장하지 못하도록 동의서에 권리포기 조항을 삽입하는 관행이 자리 잡았다. Moore v. Regents of the University of California (51 Cal. 3d 120; 271 Cal. Rptr. 146; 793 P.2d 479)

4) Lederer, S. E. (2008). *Flesh and Blood: Organ transplantation and Blood Transfusion in 20th Century America*. New York: Oxford University Press, 68-106.

지는 생각하지 못한다. 이 경우 충분한 설명에 의한 동의가 이뤄졌다고 볼 수 있겠는가? 위의 심층인터뷰 결과에서도 알 수 있듯이 실제로 동의과정에서 기증자에게 연구성과의 상업화에 대해서는 충분한 설명이 이뤄지지 않고 있다.

4. 공적 자원의 사유화

세포를 가진 자로부터 세포를 연구하는 자로 넘어가는 절차 즉, 동의과정 못지않게 수집된 국가인체자원과 연구성과에 따른 이익을 공유하는 문제도 중요하다. 국가인체자원을 공유한다는 목표 아래 추진된 바이오뱅크 네트워크 구축과정에서 각 병원별로 수집 보관중인 인체자원을 공유하는 문제는 샘플에 대한 소유권을 주장하는 연구자들의 저항에 부딪친 바 있으며 일부 연구자들은 지금도 환자들의 인체유래물을 개인적으로 수집해 보관하고 있다. 인체자원 단위는 행인 대학병원 바이오뱅크 코디네이터 A는 “인체유래물을 개인적으로 수집·연구하는 의료진을 설득해서 인체자원은행으로 유도하고 그 샘플을 분양하도록 만드는 게 더 어려워요.”라고 현장의 어려움을 토로했다. 인체유래물을 가져간다는 것은 유전자 시퀀싱 기술의 발달로 한 개인에 대한 모든 정보를 가져가는 것을 의미하게 됐다. 인체유래물 정보는 결국 국민의 정보이자 국가 맞춤형의료 위한 자원이기 때문에 국가가 정한 규제 틀 속에서 안전하게 공유되어야만 그 수집 과정도 정당성을 얻을 수 있다.

바이오뱅크는 공공의 재산이기 때문에 이를 활용한 연구성과 역시 당연히 국가 틀 안에서 공유되어야 한

다. 최근의 생명공학 연구에는 어마하마한 연구비가 국비로 투입된다. 인체자원은행도 막대한 국민 세금으로 운영된다. 그 세금은 알코올중독자가 낸 주세일 수도 있고 가난한 자의 세금일 수도 있다. 바이오뱅크 연구 성과를 어떻게 나눌 것 인가를 국가가 고민해야 한다. 바이오산업이 우리나라를 먹여 살릴 차세대 성장 동력이라지만 먹여 살리는 대상이 과연 누가 될 것이냐? 바이오뱅크를 기반으로 한 특허나 상품개발 등 최종산물을 연구자나 병원, 제약사가 독점하는 구조로 가서는 안 되며, 국가 차원에서 이 성과를 어떻게 나눌 것인지 제도적인 이익공유시스템을 고민해야 한다.

5. 제언

생명의료산업 후발주자인 우리나라는 맞춤형의료시장을 선점한다는 목표아래 연구개발 촉진에 박차를 가하고 있다. 국민의 인체자원을 모아 연구자원으로 제공하고 막대한 연구비를 세금으로 지원하며 연구결과에 대한 특허를 인정함으로써 산업화를 견인하고 있다. 그러나 이 과정에서 끊임없이 제기되는 이익공유 문제, 즉 기증자와 연구자, 산업 간의 정의와 분배 문제에 대해 해법을 찾기 위한 고민은 상대적으로 부족하다. 일부 생명윤리학자들은 인체유래물에 대한 재산권적 접근을 통해 기증자를 보호하고 이익공유를 정당화하는 논리를 제시하고 있는데 우리도 주목할 만하다.⁵⁾

이타심에 의존하는 인체유래물 기증의 한계를 인식하고 인체자원 공여에 대한 국민들의 참여를 이끌어 낼 수 있는 새로운 공감대가 필요하다.⁶⁾

5) Childress, J. (1997). Human Body Parts as Property: an Assessment of Ownership, Sales, and Financial Incentives. In J. Childress (Ed.), *Practical Reasoning in Bioethics* (p.282-300). Indiana University Press; Andrews, L. B. (1986). My body, My Property. *Hastings Center Report*, 16(5), 28-38

6) Hayden, C. (2007). Taking as Giving: Bioscience, Exchange, and the Politics of Benefit-sharing. *Social Studies of Science* 37/5, 729-758

유전체학 시대의 개인 정보 보호

조은희

조선대학교 생물교육과 교수

1. 머리말

유전체학의 발전으로 바이오뱅크에 기탁된 생체 시료에서 유전체의 다양한 변이를 한꺼번에 확인할 수 있을 뿐 아니라 개인의 전장 유전체 서열결정(whole genome sequencing)까지 가능하게 되었다.¹⁾ 이에 따라 지금까지 익명화나 암호화 등의 방법으로 바이오뱅크 참여자의 개인 정보를 보호하는 방식에는 한계가 있다는 문제가 제기되고 있다. 유전정보 그 자체가 개인 식별력을 갖는 정보이기 때문이다. 전장 유전체 서열은 말할 것도 없고 때로는 부분적인 변이 서열만으로도 개인 식별이 가능하다. 첨단 분석 기술의 발달로 바이오뱅크에서 추출할 수 있는 정보의 종류와 양이 많아졌을 뿐만 아니라, 다양한 형태의 대규모 데이터베이스가 증가하는 추세이고, 여기에 여러 가지 형태의 개인 자료가 흩어져 있는 여타 인터넷 정보가 더해지면서 바이오뱅크의 개인 정보를 안전하게 보호하는 일이 점점 더 어려워지고 있다.

이 글에서는 최근 급속도로 발전하고 있는 유전체학의 성격과 유전정보의 특성을 바탕으로 바이오뱅크를 비롯한 유전체학 연구 참여자의 개인 정보 보호와 관련된 쟁점이 어떻게 변하고 있는지 살펴보고자 한다. 특히 익명 유전체학 자료에서 여러 가지 방법으로 특정 개인을 확인한 사례를 검토함으로써 단순히 이름

이나 주민등록번호와 같은 개인 식별 정보를 유전체학 자료에서 분리하는 것만으로 개인 정보를 보호할 수 없는 상황이 이미 현실로 다가왔음을 강조하고자 한다. 바이오뱅크를 비롯한 유전체학 연구에서의 개인 정보 보호에 대한 광범위한 논의를 촉구한다.

2. 자료 공유를 바탕으로 발전하는 유전체학

21세기에 들어서면서 발표된 인간 유전체의 기준 서열은 유전체학 발전의 서막을 알리는 신호였다. 유전체학(genomics)은 유전체를 이루는 수많은 유전자들의 유기적인 관계 및 외부 조건과의 관계를 한꺼번에 전체적으로 조망한다는 점에서 기존의 유전학과 구별된다.

유전체학이 급속하게 발전할 수 있었던 동력의 하나로 개별 연구자들이 확보한 정보를 공개하여 누구나 자유로이 접근할 수 있는 데이터베이스의 확대를 들 수 있다. 인간유전체사업의 결과를 비롯한 유전체 서열 정보는 모두 핵산 서열 데이터베이스인 젠뱅크(GenBank)에 등록되어 있다. 이후에도 인류가 지니는 유전적 다양성의 기초 자료를 제공하는 여러 종류의 국제 공동 연구가 진행되었고 이 과정에서 구축된

1) Pasche, B., & Absher, D. (2011). Whole-genome sequencing: a step closer to personalized medicine. JAMA, 305(15), 1596-1597.

대규모 데이터베이스 또한 인터넷에 공개되었다.²⁾

질병과 유전자 변이와의 관계를 이해하기 위해 건강한 사람 집단과 특정한 질병을 앓는 사람 집단 사이에서 유전적 변이의 차이를 찾는 유전체 연관 연구(Genome Wide Association Study, GWAS)에서도 유의미한 결과를 얻으려면 대상 집단의 크기가 충분히 커야 한다. 연구 대상의 수를 늘이는 방법도 있겠지만, 기존에 구축한 데이터베이스를 통합하여 규모를 늘리는 것 또한 방법이다. 이미 유전자 변이 자료와 질병 관련 정보가 집적된 여러 GWAS 연구 데이터베이스가 통합되었으며, 지금도 계속하여 데이터베이스를 통합하여 연구자들이 공유할 수 있는 방안이 적극 추진되고 있다.³⁾ 이렇게 개별 연구자들이 수집한 조각 정보가 연결되면 이른바 “빅 데이터”로서의 힘을 한껏 발휘할 수 있게 된다. 이것이 바로 유전체학을 더욱 발전시키는 추진력이다.

3. 바이오뱅크와 개인정보 보호

인간 유전체학에서는 유전질환뿐만 아니라 이 밖의 다양한 사람의 성향이나 행동, 기질 등에 대한 유전적 상관관계를 이해하고자 한다. 이를 위해 개인의 생체 시료 및 질병, 유전, 의료 정보를 포함한 개인의 생활 및 행동 습관 등 다양한 개인 정보를 대규모로 그리고 체계적으로 모아둔 기반 시설을 바이오뱅크라 부른다. 개인의 정보를 대규모로 모아두는 만큼 바이오뱅크는 그 시작에서부터 참여자의 정보를 어떻게 보호할 것인가가 가장 큰 윤리적 쟁점으로 떠올랐

다.⁴⁾ 바이오뱅크는 특히 지속적인 종단연구를 위하여 일정 시간이 경과한 다음 참여자에게 2차 시료를 기탁받기도 하고 이후에도 의료 기록이나 질병 감염 여부, 사망 기록 등을 추가하는 방식으로 운영된다. 따라서 바이오뱅크에서 참여자의 정보를 완전히 익명화하는 것은 불가능하다. 대신 정보를 이중으로 암호화하여 개인의 신상정보와 바이오뱅크에 저장된 정보를 분리하고, 다른 연구자에게 양도할 때에는 개인 식별 정보를 완전히 분리하여 양도하는 등의 방식으로 개인 정보 보호를 꾀하고 있다.⁵⁾

최근까지 바이오뱅크 구축과 운영에 있어서 개인 정보 보호와 관련된 주요 쟁점은 다음 세 가지로 요약할 수 있다. (1) 얼마나 철두철미하게 바이오뱅크의 정보를 개인 식별 정보와 분리하고 이를 암호화시킬 수 있는가, (2) 분리 또는 암호화 과정에서 실수가 일어나거나 해킹으로 인한 정보 노출의 위험성은 어느 정도이며 이를 낮출 수 있는 방안은 무엇인가, (3) 이러한 위험성을 연구에 참여하는 참여자에게 충분히 알릴 수 있는 방법은 무엇인가. 그러나 최근 대규모로 집적된 유전체학 자료에서 이름이나 주민등록번호와 같은 일반적인 개인 식별 정보를 떼어내더라도 특정한 사람을 찾아낸 몇몇 사례가 알려지면서 바이오뱅크 운영에 있어서의 개인 정보 보호 논의는 새로운 국면으로 접어들고 있다.

4. 익명 유전체학 자료에서 특정인을 찾아내다

2) 인터넷에 공개된 대표적인 핵산 서열 데이터베이스는 다음과 같다. GenBank, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>; ENCODE, <http://www.genome.gov/10005107>; the International HapMap Project, <http://www.hapmap.org>; the Human Epigenome Project, <http://www.epigenome.org>; the 1000 Genomes Project, <http://2q22.1000genomes.org>

3) Hayden, E. C. (2013). Geneticists push for global data-sharing. *Nature*, 498(7452), 16.

4) 이상욱, 조은희. (2005). 바이오뱅크: 현황과 윤리적 쟁점. *생명윤리*, 6(1), 35-47.

5) Knoppers B. M. (2005). Biobanking: International norms. *J Law Med Ethics* 33(1), 7-14.

(1) 유전정보 자체가 개인 식별 능력을 갖는다

바이오뱅크를 활용한 초기의 연구에서는 매우 제한된 수의 유전자 마커 또는 돌연변이 정보만을 사용하였기에 유전정보 자체가 개인 식별 정보라는 사실이 그다지 중요하게 다루어지지 않았다. 그러나 유전체학의 발전은 이와 같은 상황을 크게 바꾸어 놓았다. 요즘에는 DNA 마이크로어레이 기법을 이용하여 10만개 이상의 단일 뉴클레오타이드 변이(single nucleotide polymorphisms, SNP)도 어렵지 않게 확인할 수 있다. 반면 SNP 75개만으로도 특정인을 식별해 낼 수 있었다는 연구 결과가 발표되었다.⁶⁾ 이때 SNP의 개수는 크게 중요한 것이 아니며, 서로 연관되어 있지 않은 SNP 20개 정도가 연관되어 있는 75개보다 훨씬 더 큰 개인 식별력을 가질 수도 있다고 한다.⁷⁾

물론 어떤 경우든 특정한 사람을 확인하려면 다른 경로를 통해서 그 사람의 유전자 정보를 미리 알고 있어야 한다. 우리나라의 개인정보 보호법에 따르면 개인정보란 “살아 있는 개인에 관한 정보로서 성명, 주민등록번호 및 영상 등을 통하여 개인을 알아볼 수 있는 정보(해당 정보만으로는 특정 개인을 알아볼 수 없더라도 다른 정보와 쉽게 결합하여 알아볼 수 있는 것을 포함한다)”를 말한다.” 많은 양의 유전체 정보가 이미 인터넷에서 자유롭게 접근 가능한 현실을 고려할 때 익명 유전체 자료가 다른 정보와 결합하여 특정 개인을 알아 볼 수 있는 개연성에 대한 대비가 필요한 상황이다.⁸⁾ 이는 다음 사례에서 더 구체적으로 드러난다.

(2) 익명화된 유전체 데이터베이스에서 이름을 찾아내다

2006년 출범한 개인유전체사업(Personal Genome Project, PGP)은 10만 명의 참여자에게서 DNA 정보, 행동특성, 건강 상태, 신체 특성, 환경 요인 등의 광범위한 정보를 수집하여 공개하고 있다.⁹⁾ 개인이 갖는 이들 여러 형질 사이의 관계를 분석하는 이른바 개인별 ‘맞춤 의학’ 연구를 촉진하기 위한 기초 자료를 제공하는 것이 목적이다. 이처럼 광범위한 개인 자료를 공개하기 전에 PGP에서는 참여자에게 “공개동의” 또는 “열린동의(open consent)”라는 형태의 동의를 받는다.¹⁰⁾ 공개동의란 참여자가 개인에 대한 정보를 최대한 공개하는 것에 동의하는 것을 말하며 여기에는 자신의 생일, 성별, 우편번호 따위의 인구학적 자료까지 포함되기도 한다. 물론 참여자의 이름이나 주소는 공개하지 않기 때문에 겉보기에 익명 자료처럼 보이나 그것이 익명성을 담보하는 것은 아니다. 이 자료를 인터넷에서 찾을 수 있는 다른 자료(이 경우에는 미국의 투표인 명부)와 비교 검색함으로써 상당수 참여자의 실명을 찾아낼 수 있었다.¹¹⁾

개인유전체사업의 데이터베이스에는 인구학적 자료가 포함되어 있으므로 완벽한 익명 데이터베이스라 부르기 어려운 부분이 있고 이 사실을 참여자들 또한 잘 알고 있다. 그러나 앞에서 살펴보았듯이 유전정보나 그 밖의 개인의 특성에 관한 정보 또한 다른 정보와 연동될 때 쉽게 개인을 식별할 수 있다는 점에서 이와 별반 다르지 않다. 이러한 가능성은 인터넷에 완전히 공개된 자료만을 종합하는 방식으로 유전체 연구 참여자의 이름을 찾아낸 최근의 연구에서 현실로 드러났다.¹²⁾ 이들은 1000 명 유전체 사업(the 1000 Genome Project)의 염기서열에서 인간유전체 다형

6) Lin, Z., Owen, A. B., & Altman, R. B. (2004). Genomic research and human subject privacy. *Science*, 305, 183-183.

7) Lin, Z., Altman, R. B., & Owen, A. B. (2006). Confidentiality in genome research. *Science*, 313(5786), 441-442.

8) B. Malin, L. Sweeney, J. *Biomed. Inform.*, 37, 179 (2004).

9) Personal Genome Project. <http://www.personalgenomes.org/community.html>

10) Lunshof, J. E., Chadwick, R., Vorhaus, D. B., & Church, G. M. (2008). From genetic privacy to open consent. *Nature Reviews Genetics*, 9(5), 406-411.

11) Sweeney, L., Abu, A., & Winn, J. (2013). Identifying participants in the personal genome project by name. <http://dataprivacylab.org/projects/pgp/1021-1.pdf>

성 연구소(the Center for Study of Human Polymorphisms, CEPH) 데이터베이스에 속한 남성의 Y 염색체 서열의 짧은 직렬 반복서열(short tandem repeats, STR)을 찾아내어 이를 인터넷에 공개되어 있는 여러 유전자 혈통 데이터베이스와 비교하는 방식으로 50명에 이르는 CEPH 참여자의 이름을 찾아낼 수 있었다. 이 사례를 얼마나 일반화시킬 수 있을지는 단정을 지을 수 없지만, 특정인을 지시하는 별도의 정보 없이 인터넷에 공개된 정보만을 종합하여 개인을 찾아낼 수 있었다는 점에서 중요한 사례로 간주해야 할 것이다.

(3) 집계된 통계수치만으로도 특정인의 포함 여부를 확인하다

미국 국립보건원에서 운영하는 dbGaP(Database of Genotypes and Phenotypes)은 앞에서 언급한 유전자 변이 자료와 형질 정보가 집계된 통합 데이터베이스 중 하나다. 여기서는 개인 정보 보호 차원에서 데이터베이스의 자료는 인터넷에 공개하지 않고, 대신 유전자 변이의 빈도 자료를 집계하여 대상 집단의 대립유전자 빈도 또는 유전형의 수와 같은 통계수치만을 공개해왔다.¹³⁾ 그러나 이렇게 요약된 집단의 통계수치만 가지고도 역으로 특정인이 포함되어 있는지를 확인할 수 있다는 논문이 발표되면서¹⁴⁾ dbGaP에서는 요약된 통계자료의 접근권을 대폭 축소하였다. 개인의 유전형 및 표현형 자료와 마찬가지로, 통계수치 또한 연구자가 정식으로 요청서를 제출한 다음 중앙 위원회의 검토 후에만 접근할 수 있게 되었다.¹⁵⁾

요약된 통계 수치로부터 특정인이 포함되었는지의 여부를 확인한 것은 아무도 예상치 못했던 새로운 방식의 개인정보의 유출이라는 점에서 주목할 만한 결과다. 우리가 아직 우리가 다루고 있는 유전정보의 특성을 잘 알지 못하며, 유전정보가 정보과학과 만났을 때 얻을 수 있는 정보의 수준은 더더욱 알지 못한다는 현실을 실감하게 한다.

5. 맺음말

현재 운영되고 있는 대부분의 바이오뱅크는 기탁된 정보를 암호화시켰을 때 암호화 과정에 문제가 발생하지 않는 한 참여자 개인을 다시 찾을 수 없다는 전제를 바탕으로 구축되었다. 충분한 정도의 익명화 또는 암호화 작업만으로 바이오뱅크에 기탁된 개인 정보가 보호될 수 있다고 생각했던 것이다. 그러나 이 글에서 살펴본 몇몇 사례를 통해 개인 식별 정보가 없이 바이오뱅크에서 추출할 수 있는 정보만으로 또는 인터넷에서 자유로이 접근할 수 있는 자료를 연동시켜 개인을 재확인하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다. 물론 누구나 시도할 수 있는 간단하고 쉬운 과정은 아니다. 일부 특수한 조건이 만족될 때 확인 가능한 사례가 발견되었다는 정도로 이해하는 것이 타당할 것이다. 그러나 정보과학의 발전 속도와 유전체학 자료의 증가 추세를 감안할 때, 앞으로는 익명 유전체학 자료에서 개인을 추적할 수 있는 방법 또한 늘어날 것임을 충분히 예상할 수 있다. 이에 대한 대비가 절실한 시점이다. ●

12) Gymrek, M., McGuire, A. L., Golan, D., Halperin, E., & Erlich, Y. (2013). Identifying personal genomes by surname inference. *Science*, 339(6117), 321-324.

13) National Institutes of Health. Policy for Sharing of Data Obtained in NIH Supported or Conducted Genome-Wide Association Studies (GWAS) <http://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-OD-07-088.html> (Effective Date: Jan. 23, 2008).

14) Homer, N., Szlinger, S., Redman, M., Duggan, D., Tembe, W., Muehling, J., & Craig, D. W. (2008). Resolving individuals contributing trace amounts of DNA to highly complex mixtures using high-density SNP genotyping microarrays. *PLoS genetics*, 4(8), e1000167.

15) National Institutes of Health. Notice of New Process for Requesting dbGaP Access to Aggregate Genomic Data for General Research Use Purposes <http://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-OD-12-136.html> (Release Date: Aug. 10, 2012)

생명윤리포럼

Bioethics Forum

제3권 제3호(2014년 9월)

보조생식술의 윤리적 쟁점과 그 함의

보조생식술 그리고 생명윤리 • 49

김명희

국가생명윤리정책연구원 연구부장

여성들의 입장에서 본 보조생식술의 의미 • 56

김경례

전남대 사회과학연구소 학술연구교수

임상에서 본 바람직한 보조생식술 관리방안 • 61

이경훈

부천서울여성병원 산부인과 과장

아이의 입장에서 본 보조생식술의 의미 • 67

김은애

이화여대 생명의료법연구소 연구교수



KoNIBP
재단 국가생명윤리정책연구원
KOREA NATIONAL INSTITUTE FOR BIETHICS POLICY

보조생식술 그리고 생명윤리

김명희

국가생명윤리정책연구원 연구부장

I. 들어가며

많은 사람들은 시험관 아기 시술로 아이를 태어나게 하는 것이 난임(불임)부부의 문제를 해결해주는 과학의 쾌거라고 생각하는 경향이 있다.¹⁾ 그러나 시험관 아기 시술의 성공률은 0%에서 50%까지 천차만별로 아이를 얻고자 하는 여성의 나이, 정자의 상태, 이식배아의 수, 시술의료기관의 수준 등 여러 가지 요인이 복합적으로 작용한다. 그렇기에 시험관 아기 시술만 하면 전부 아이를 낳을 수 있는 것이 아니다. 또한 시험관 아기 시술을 위해서는 난자의 채취와 배아 이식 과정에서 다양한 약물의 주사와 복용 등 시술이 필요하며, 이 과정에서 각종 부작용이 발생하기도 하고, 난자 또는 정자의 기증 및 매매, 대리모 등과 같은 심각한 윤리적인 문제를 일으키기도 한다. 보조생식술은 난임 혹은 불임의 해결이라는 긍정적인 면이 있으나 새로운 문제들을 발생시키는 부정적인 측면도 있다.

최근 태국의 대리모 여성에게서 태어났으나 기형이라는 이유로 대리모를 의뢰한 호주의 생물학적 부모로부터 버림을 받아 태국의 대리모가 키우고 있는

‘가미’ 사건이 알려지면서, 대리모 등의 보조생식술을 둘러싼 윤리적인 문제들이 수면 위로 떠오르고 있는 실정이다.²⁾

II. 보조생식술의 실제

1. 보조생식술의 정의 및 종류

가. 보조생식술 그 의미

보조생식술이란 넓은 의미로는 신체의 밖에서 난자와 정자 등 생식세포를 다루어 불임(infertility) 치료를 하고자 하는 것과 관련된 기술들을 의미한다. 그러므로 난자와 정자를 채취하는 과정, 실험실에서 이들을 다루는 과정, 이들을 다시 자궁에 이식시키는 과정 및 난자 및 정자의 기증과 관련된 일련의 기술들이 모두 보조생식술이라고 볼 수 있을 것이다. 하지만 때로는 좁은 의미로 체외수정에 의한 배아생성과 이식 과정 즉, 시험관 아기의 경우를 보조생식술로 한정하여 사용하기도 한다.³⁾

1) 첫 시험관 아기 성공 에드워드 교수, 노벨 생리의학상 수상, 쿠키뉴스, 2010.10.05.

<http://news.kukinews.com/article/view.asp?page=1&gCode=kmi&arcid=1286290000&cp=du>.

2) 불법성행하는 태국의 대리모 출산 현황, 연합뉴스, 2014.08.07.

<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2014/08/07/0200000000AKR20140807156200076.HTML?input=1179m>.

3) <http://www.cdc.gov/reproductivehealth/Infertility/index.htm>.

그러나 최근에는 보조생식술이 불임의 문제를 가지고 있는 부부의 문제를 해결하기 위한 방법으로만 사용되고 있는 것이 아니라 동성애 커플의 자녀 출산, 미혼으로 남편 또는 아내가 없이 아기를 원하는 경우, 경력 단절을 우려하는 여성을 위한 대리 출산 등으로도 사용되고 있어 '보조생식술'에서 보조(Assist)라는 단어는 더 이상 자연적인 생식을 보조하는 것을 의미할 수 없게 되었다.⁴⁾

그러므로 보조생식술이란 이제 어떠한 방법의 의학 기술을 사용하든 여성과 남성의 자연스러운 성행위에 의한 생식이 아닌 기술의 힘을 빌려 인간의 생식 기능 즉, 아이를 출산하는 데에 사용되는 모든 의료 기술을 포함하는 것으로 넓게 해석하는 것이 마땅할 것이다.

나. 보조생식술의 종류

1) 인공수정 시술

인공수정은 수정 시 사용하는 정자의 출처에 따라 배우자 인공수정과 비배우자 인공수정으로 나뉜다. 난임의 원인이 자궁경관이나 점액에 문제가 있을 경우, 자궁의 후굴과 전굴 등으로 정상적인 성관계로는 임신이 어려운 경우, 또한 남성의 성교 장애로 질 내로 삽입이 어려운 경우, 정자의 수가 정상보다 적어 정액 1ml 당 정자수가 2,000만개 이하인 경우, 사정 시 정액이 0.5ml 이하인 경우, 그 외 정자가 자궁 내로 들어갈 수 없는 경우에는 배우자의 정자를 이용하는 배우자 인공수정을 한다. 반면 비배우자 인공수정은 배우자가 무정자증이거나 정자의 활동성이 좋지 않아 배우자의 정자로는 임신이 불가능한 경우에 배우자 이외의 정액을 기증받아 주로 시행이 된다.⁵⁾ 그러나

때로는 동성 커플이나 자발적으로 미혼모 또는 미혼부가 되기 위해 배우자 없이 임신을 원하는 경우에도 시행될 수 있다.⁶⁾

인공수정은 난자와 정자가 여성과 남성의 성관계를 통해 여성의 체내에서 수정이 되는 것과 유사한 방식이다. 임신을 하고자 하는 여성의 배란시기에 맞추어 남성의 정액을 채집하거나 또는 이미 채집하여 냉동 저장해 둔 정액을 해동하여 정자를 가느다란 관을 통해 여성의 자궁 또는 질에 넣어주는 기술이다. 임신 성공을 위해서는 배란시기에 맞추어 정확하게 정자를 주입하는 것이 중요하다. 배란시기를 정확하게 예측하기 위하여 배란시기가 다가오면 질 초음파를 하기도 한다. 때로는 임신의 성공률을 올리기 위하여 시험관 아기 시술의 경우와 같이 약물 등을 통해 난자를 과배란 시키기도 한다. 시술 당 임신 성공률은 10~15%로 보고되고 있으며 과배란을 하는 경우 20% 내외의 임신 성공률을 기대할 수 있다고 한다.⁷⁾

2) 체외수정(시험관 아기) 시술

우리가 흔히 말하는 시험관 아기를 만들기 위한 시술이다. 체외수정 시술은 인위적으로 여성의 몸에서 난자를 채취하여 체외에서 정자와 수정시켜 수정란을 만드는 시술을 말한다. 체외수정 시술은 임신을 하고자 하는 여성 또는 남성의 신체적 또는 정신적인 원인으로 인하여 정상적인 성관계를 통해서도 임신에 성공할 수 없는 경우 또는 인공수정을 수차례 시도하였으나 임신에 성공하지 못한 경우에 시행하게 된다. 그러나 인공수정의 경우와 마찬가지로 체외수정의 경우도 배우자 간에 임신을 위해서 뿐만 아니라 동성의 커플 또는 자발적 미혼모 또는 미혼부를 위하여 시행

4) "대리모 출산" 호주인 동성커플, 방콕 공항서 제지당해, 연합뉴스, 2014/08/15 5)

<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2014/08/15/0200000000AKR20140815016000093.HTML?input=1179m>.

5) 차광열, 최동희. 여성신문사 2001. 불임, 치료에서 출산까지. pp64-65.

6) 자발적 미혼모(Single Mothers by Choice) 결혼은 하지 않고, 아이만 낳아 기르는 여자를 가르키는 말. 미혼모들은 독신주의자이면서 애인과 정자은행을 통해 아이를 낳아 기르는 현대판 신여성(다음 한국어사전).

7) 서울대학교병원 불임클리닉 <http://www.seoulivf.com/content.html?article=22>.

되기도 한다.8)

체외수정 시술의 과정은 대략 다음과 같다.

첫째, 과배란 유도

체외수정 시술은 여성이 한 번에 다수의 난자를 배란하도록 하기 위하여 호르몬 등 다수의 약물을 사용한다. 과배란 유도 과정은 체외수정 시행을 원하는 달보다 한 달 전에 중기 황체기(배란 후 7 일)부터 시작하여 생리 후 배란을 유도하는 2주의 과정을 거쳐야 하므로 체외수정을 한번하기 위해서는 거의 생리주기 즉 한달 내내 주사를 맞고 검사를 하는 등의 과정을 거쳐야 하는 것이다. 이같이 약 3주간의 과배란 유도 과정은 난포의 성숙을 확인하고 성숙된 난포로부터 난자를 채취할 시점을 결정하게 되면 끝이 나게 된다.

둘째, 난자 채취

난자의 채취시기가 너무 빠르면 난자가 미숙한 상태이고 너무 늦으면 배란이 되어버리기에 난자의 채취 시점은 대개 과배란 유도 과정을 거친 후 배란촉진제를 투여하고 약 36시간이 지난 시점이 된다. 난자의 채취는 수면마취를 실시한 후 질식 초음파를 통해 이루어진다. 많게는 20여 개부터 적게는 한 개까지의 난자 채취가 이루어진다.

셋째, 배아이식 준비

여성은 난자를 채취한 날부터 배아이식을 대비하여 자궁내막의 안정성을 위한 황체 호르몬 제제를 투여 받는다.

넷째, 정액 채취

대개 난자를 채취하는 당일 남성의 정액도 채집하게 된다. 때로는 미리 채집하여 냉동해 두었던 정액을 해동하여 사용하기도 한다.

다섯째, 시험관 수정

채취된 난자는 시험관 내에서 수 시간동안 배양 후, 채집된 정액으로부터 처리된 정자와 같이 시험관 내에 담아 수정을 시도한다. 이것이 바로 체

외수정(IVF, In Vitro Fertilization)이다. 난자와 정자가 스스로 수정하는 것이 어렵거나 기다리기가 힘들거나 꼭 수정을 시켜야 하는 경우에는 현미경을 보면서 날카로운 침으로 난자에 구멍을 내어 난자의 세포질 내로 정자를 직접 넣어주는 “세포질 내 정자 주입술(Intra-Cytoplasmic Sperm Injection, ICSI)”을 실시한다.

여섯째, 배양

수정이 이루어진 후 수정란은 곧바로 자궁에 이식되는 것이 아니라 시험관 내에서 배양과정을 거쳐야 한다. 수정란은 8세포에 이르는 3일 배양이나 포배기에 이르는 5일 배양을 하게 된다. 3일 배양을 할 것인지 5일 배양을 할 것인지의 선택은 배양의 상태 및 시술을 하는 시술기관에 따라 다양하게 이루어진다.

일곱째, 배아이식

수정란이 배양을 통해 8세포기 또는 포배기 상태의 배아에 이르면 난자 채취 후 황체 호르몬을 투여 받으면서 기다리고 있던 여성의 자궁에 이식하게 된다. 배아이식은 배양된 배아를 배양액과 함께 가느다란 관에 넣어 자궁으로 직접 주입하는 것이다. 배아이식시에 넣어주는 배아의 수는 배아의 상태, 산모의 연령, 아이를 원하는 정도, 시술기관의 성향 등에 따라 하나에서부터 여럿까지 매우 다양하다. 2개 이상의 배아를 이식하는 경우 다태아의 가능성이 상시 존재한다. 실제 시험관 아기로 출생하는 아이들의 상당수가 쌍태아로 알려져 있다.

여덟째, 임신의 확인

배아를 이식한 후 13일째 되는 날 임신 확인을 위하여 혈액검사를 한다. 혈액검사 결과 임신으로 나타날 경우 5~7일 간격으로 2~3회 더 혈액검사를 한다. 혈액검사상 임신이 확실해지면 1~2주 후에 초음파로 태낭 여부를 확인하여 임신을 확인한다. 체외수정 1회 시술시 임신율은 30~40%라고 보고하고 있으나 모든 경우가 다 해당하는 것은

8) 태국 대리모출산 아기15명 생부, 동일 일본인으로 확인, 연합뉴스, 2014/08/20.

아니고 시술기관이나 시술을 받는 여성 또는 남성
에 따라 차이가 있다.

임신이 확인된 경우에도 임신의 안전한 유지를 위
하여 임신 10주 정도까지는 황체호르몬을 투여하
게 된다. 투여되는 황체 호르몬 제제는 근육주사,
질 좌약, 먹는 약 등이 있다.

3) 냉동배아이식

시험관 아기 시술을 위하여 과배란을 유도하는 경
우 한 번에 여러 개의 난자가 성숙되고 이를 채취하게
된다. 채취된 난자를 수정하여 여러 개의 수정란이 생
성되게 되면 이를 한 번에 다 이식하지 않고 일부만을
배아 이식에 사용하고 일부는 냉동 저장하게 된다.

이미 생성하여 저장하였던 냉동배아가 있는 경우
임신을 원하는 때에 이를 해동시켜 배아이식만을 하
는 경우에도 임신이 가능하다. 이 경우를 냉동배아
이식이라고 한다. 냉동배아이식의 경우에는 과배란 과
정을 필요로 하지 않아 일반적인 시험관 아기 시술에
비하여 시술과정이 단순하며 그 비용이 저렴하다.

2. 보조생식술 그 부작용

보조생식술은 인위적으로 배란을 유도하고 난자
를 채취하여 실험실에서 난자와 정자를 수정시키고
배양하여 배아를 생성하고 이식하는 일련의 과정으로
이 과정에는 다양한 약물과 의료기술이 사용된다. 사
용되는 약물 또는 의료기술은 늘 긍정적인 작용과 역
할만을 하는 것이 아니라 부작용과 후유증이 발생하
기도 한다.

가. 약물 부작용⁹⁾

보조생식술을 위해서는 과배란을 위한 약물 등 여
러 종류의 약물을 사용한다. 모든 약물들은 그 작용과

함께 부작용도 가지고 있다. 그러므로 보조생식술 시
사용되는 약물에 의해서도 여러 가지 부작용이 나타
날 수 있다. 그 증상으로는 복부통증, 홍조, 기분변화,
유방압통, 불면증, 배뇨증가, 피부반점, 두통, 체중증
가, 현기증, 질 건조 등이 있다.

과배란을 위해 사용하는 약물의 영향으로 난소가
자극을 받아 나타나는 여러 가지 증상을 난소 과자극
증후군(Ovarian Hyper-Stimulation Syndrome)이라
고 한다. 중간 정도의 부작용을 가지고 있는 여성의
30% 이상에서 복강 안에 액체가 축적될 수 있으며,
위장 질환이 나타날 수 있다. 심한 정도의 증상을 나
타내는 경우는 2% 정도이며, 드문 경우에 혈전 또는
신부전이 발생할 수 있고 더 심한 경우에는 부작용으
로 인하여 사망이 초래될 수도 있다.

나. 난자 채취로 인한 부작용

난자 채취는 대개 정맥마취를 실시하고 이루어지
게 되며, 때로는 전신마취가 실시되기도 한다. 그러므
로 마취로 인한 부작용 및 사고의 가능성도 있다. 또
한 난자 채취는 질초음파에 달린 날카로운 바늘을 통
해 이루어진다. 난자 채취를 위하여 무균 상태인 복강
에 날카로운 바늘을 삽입하는 행위는 약간의 출혈, 감
염, 장 손상, 방광이나 혈관의 위험을 수반한다.

다. 자궁외 임신 및 유산¹⁰⁾

자연적으로 임신이 되는 경우 자궁 외 임신의 발
생률은 1% 정도인 것으로 알려져 있다. 반면 체외수
정 시술로 임신이 되는 경우 자궁 외 임신의 발생률은
2~8%로 자연임신에 비하여 높은 것으로 보고되고 있
다. 또한 자연임신의 경우 10~15%에서 자연유산되는
것으로 알려져 있지만 체외수정 시술로 임신이 된 경
우에는 15~30%, 기증 정자로 인공수정을 한 경우에는
10~20%, 동결배아이식을 한 경우에는 15~24%가

9) HFEA 2013 Getting Start, Your guide to fertility treatment.

10) Michael Ludwig. 2002. Pregnancy and Birth After Assisted Reproductive Technologies. 1st ed. Springer, pp8~23.

자연유산되는 것으로 일부 연구에서 보고하고 있다.

원인으로 작용한다.

라. 다태임신 및 조기 출산

보조생식술로 임신이 되는 경우 자연임신에 비하여 높은 다태임신을 나타낸다. 자연임신의 경우 다태아 출생률은 1% 정도이나 보조생식술로 출산하는 경우에는 20~30%의 높은 다태아 출생률을 보고하고 있다. 우리나라의 경우에도 2011년도 난임부부 지원사업에 의한 출산의 27%가 다태아 출산으로 나타나고 있다.¹¹⁾

다태임신이 높게 나타나는 이유는 과배란을 유도하고 수정된 다수의 배아를 자궁 내로 이식하기 때문이다. 그러므로 다태아의 발생률은 한 번에 얼마나 많은 배아를 이식하느냐에 달려있다. 최근 많은 나라들에서는 보조생식술로 인한 다태아 출산을 우려하여 이식배아수를 1~2개로 제한하는 정책들을 시행하고 있다.¹²⁾

일부 사람들의 경우 한 번의 임신으로 두 아이 또는 세 아이를 한 번에 얻는 것은 불임 시술비용과 시간을 줄일 수 있기에 효과적이라고 생각할 수도 있다. 그러나 다태임신은 산모와 아이의 건강과 관련하여 많은 문제들을 일으킬 수 있으며 특히 다태임신은 조기출산을 야기하여 저체중아와 미숙아 출생의 주요

3. 현황 및 실태

1978년 영국에서 루이스 브라운이 최초의 시험관 아기로 태어난 이후 2012년 말까지 지구상에 시험관 아기로 태어난 아이들은 누적 500만 명을 넘었다고 알려져 있다. 최근에는 전 세계 약 4,000여 시술기관에서 매년 150만 건의 시험관 아기 시술이 이루어지고 있으며 이를 통해 약 35만 명의 아기들이 태어난다고 한다. 이에 따라 지속적으로 보조생식술에 의해 태어나는 아이들의 수는 더욱 늘어날 것으로 전망되고 있다. 현재 미국과 일본에서 가장 많은 수의 시험관 아기 시술이 이루어지고 있는 것으로 알려지고 있다. 스웨덴의 경우에는 출생하는 아이들의 8%가 보조생식술을 통해 태어나는 것으로 보고되고 있다.¹³⁾

우리나라의 경우에도 2011년 정부 “난임부부 지원사업”으로 시술비용을 지원받아 총 45,226건의 시험관아기 시술이 실시되었으며, 이를 통해 태어난 아기들이 13,339명으로 전체 출생아의 2.83%를 차지한 것으로 조사되었다. 정부지원금을 받지 않고 이루어지는 보조생식술로 태어나는 아기들도 있으니 실제로는 더 많은 수의 아기들이 보조생식술을 통해 태어나고 있는 것이다.¹⁴⁾

〈표 1〉 국가별 체외수정 시술 추계

| 국가명 | 한국 2011* | 미국 2009 | 캐나다 2010 | 영국 2008 | 스웨덴 2008 | 벨기에 2008 | 독일 2008 | 오스트레일리아/ 뉴질랜드 2009 |
|--------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------------------|
| 보고된 주기 ¹ (신선+냉동) | 29,631 | 128,547 | 16,446 | 48,433 | 15,743 | 27,931 | 68,474 | 67,229 |
| 출산 주기 ² | 7,415 | 42,667 | 4,190 | 12,486 | 3,395 | 4,733 | 10,921 | 12,568 |
| 출산율(%) | 25.00 | 33.19 | 25.48 | 25.78 | 21.57 | 16.95 | 15.95 | 18.65 |

¹보고된 주기(신선+냉동 배아이식): 신선배아이식 cycles + 냉동배아이식 cycles

²출산 주기: (신선배아 cycles×출산율) + (냉동배아 cycles×출산율)

* 지원사업에 한정하는 것임

11) 난임부부 지원사업 개선방안 연구, 2013. p50.

12) IFFS, 2013 IFFS Surveillance, October 2013, pp35~39.

13) <http://www.ivf.net/ivf/index.php?page=out&id=6764&print=yes>.

14) 난임부부 지원사업 개선방안 연구, 보건복지부, 2013. pp45~49.

III. 보조생식술로 인한 생명윤리의 문제들

1. 생식세포, 배아의 물질화, 매매 또는 기증

보조생식술은 여성의 체내에 있던 난자를 체외로 인위적으로 옮기고 남성의 정자에 등급을 매김으로서 생식세포를 물질화하였다. 물질화된 난자와 정자는 인위적인 이동이 가능하여 기증이나 매매가 가능하게 되었고 이는 보조생식술과 관련한 윤리문제의 출발점이 되었다. 생식세포의 물질화는 체외에서 수정이라는 이름으로 조작이 가능하도록 하였으며 이 조작은 여성의 체외에서 배아가 존재하도록 하였다.

2. 대리모의 등장

체외에서의 배아의 존재가 가능해짐으로서 난자를 제공한 여성 이외의 여성에게도 배아의 이식이 가능해졌다. 그리하여 체외에서 생성된 타인의 배아를 자신의 자궁에 이식하여 키워주는 대리모가 등장하게 되었다. 대리모의 등장은 여성이 출산만을 위한 도구가 되는 것이 가능하도록 하였고 임신과 출산에 대한 상업적 거래를 유발시키며 가진 자에 의한 가지지 않은 자에 인권유린 및 착취와 같은 윤리적 문제들을 출현하도록 하였다.¹⁵⁾ 최근에 보도되고 있는 태국과 인도 등지에서 대리모 실태에 대한 보도는 그 실상을 여실히 보여주고 있다.¹⁶⁾

3. 새로운 관계의 출현

보조생식술은 그 단어에서 나타나듯이 본래는 남성과 여성 사이의 자연적인 생식을 보조하기 위하여 탄생하였다. 그러나 최근 들어 동성애 부부의 아이를 위하여 또는 결혼하지 않은 상태에서 홀로 자신의 유

전자를 물려받은 아이를 키우고자 하는 경우에도 시행되고 있다. 그리하여 이제까지와는 다른 형태의 가족 관계가 구성되기도 한다.

또한 딸을 위한 엄마의 대리임신 또는 남편 정자 대신 시아버지의 정자 사용 등에 의한 가족 구성원 내의 생식을 둘러싼 복잡한 관계의 출현은 우리 사회에 또 다른 윤리적 문제를 만들어 내기도 한다.

4. 태어나는 아동의 복지

영국의 경우에는 보조생식술을 동성애 부부, 한부모를 위하여서도 허용하고 있으며 대리모를 허용하고 있기도 하다. 그러나 아이를 갖고자 보조생식술을 실시하는 여성이 태어날 아이의 복지를 책임질 수 있는 역할을 충실히 할 수 있는지에 대한 것을 무엇보다도 먼저 평가하도록 하고 있다.¹⁷⁾ 이와 같이 보조생식술을 이용하는 경우, 아이를 낳아 부모가 되고자 하는 이들의 권리에 앞서 출산할 아이에 대한 양육의 책임과 의무의 확인 그리고 출생하는 아이들의 복지에 대한 안전장치 마련 등 출생하는 아이를 위한 심도 있는 윤리적 고민이 필요하다.

5. 난자 및 배아의 생식이외의 사용

보조생식술의 보편화는 연구 등 출산 이외의 목적으로 생식세포 및 배아의 사용이 가능하도록 하였다. 희귀난치병 질환의 치료를 목적으로 한다는 배아줄기세포의 연구는 여성의 난자 또는 배아의 원료물질화를 전제로 이루어지는 것으로 인간의 근원이 치료제의 원료로 사용되는 것과 관련한 커다란 윤리적 문제를 제기했다. 또한 연구의 성공시 원료가 되는 대량의 난자를 어떻게 확보할 것인가와 관련하여 실제적 윤리적 문제도 있다.

15) Raywat Deonandan, etc. Ethical concerns for maternal surrogacy and reproductive tourism, J Med Ethics 2012;38:742-745.

16) 인도 '원스톱 대리모 시설' ... 금지국 의뢰인 '합법' 美·인도로, 세계 아기공장 실태, 국민일보, 2014.09.16.

<http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0922787262&code=11132400&cp=du>.

17) HFEA, UK. Code of Practice, 8th edition 2012. 8. Welfare of the child.

6. 기타

이외 다량의 배아이식으로 인한 선택 유산 실시, 착상 전 유전자 검사 등의 문제와 함께 상당히 고가인 보조생식술 비용에 의한 불공평한 접근성 문제 등도 사회적·윤리적 논란의 중심에 있는 문제들이다.

보조생식술의 문제는 단순히 아이를 낳기 원하지만 낳지 못하는 경우에만 한정되어 있는 것이 아니라 인간의 생명의 시작에 깊게 관련된 문제이다. 생명의 시작은 인간 삶의 출발이므로 보조생식술은 인간 삶의 여정 모든 문제와 연관되어 있다고 보아야 할 것이다.

IV. 맺으며

생식은 남성과 여성의 결합에 의해 시작되고 출산은 생물학적 엄마의 태내에서 일정 과정과 시간을 지나야 가능했었던 자연스러운 현상이다. 이러한 현상에 보조생식술이라는 이름으로 과학기술이 의료라는 행위를 통해 개입되면서 여성과 남성의 신체는 대상화되었으며 일부 나라에 대리모 산업이 구축되면서 인간은 존엄하다는 대명제에 금이 가고 있다. 태국에서 대리모를 통해 10명 이상의 아이를 낳고 1,000명의 자신의 아이를 낳고자 희망한다는 일본 남성의 사례를 통해 인위적인 인간의 생산은 현실임을 실감할 수 있다.¹⁸⁾

이제 보조생식술은 더 이상 생식을 보조하는 기술이 아니라 인간을 생산하는 기술로 향해 가고 있다. 인간이 생산되는 현장을 살아가야 하는 현실에서 하루 빨리 이 기술이 세상에 미칠 영향에 대하여 고민하고 그에 대한 대안을 마련하여야 할 것이다. 🌱

18) 태국 '대리모 출산' 파문 일본남성 유전자 제출, 연합뉴스, 2014.08.19.

<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2014/08/19/0200000000AKR20140819081200076.HTML?input=1179m>.

여성들의 입장에서 본 보조생식술의 의미

김경례

전남대 사회과학연구소 학술연구교수

1. 들어가며

보조생식술(Assisted Reproduction Techniques, ART)은 인공수정이나 소위 '시험관 아기' 시술로 불리는 체외수정 및 이식술, 배아 배양 및 냉동저장 기술 등 의학적인 불임(난임)상태를 처치하기 위한 다양한 수태기술을 말한다.¹⁾ 의학적인 불임상태란 통상적으로 피임을 하지 않고 1년 이상 경과하여도 임신이 되지 않는 경우를 말한다.

2013년 한국보건사회연구원의 발표에 따르면, 우리나라 난임 진단자 수(매년 19여만 명 수준)는 꾸준히 증가하고 있으며 2013년 현재, 남녀 포함 난임대상자 수는 수십만 명에 이를 것으로 추정하였다.²⁾ 이러한 숫자가 말해주듯 한국에서 최초의 시험관 아기가 탄생한 1985년 이후로 수많은 여성들이 이 기술을 이용하여 임신과 출산을 시도하고 있다.

그간 보조생식술의 도입과 적용, 정부의 시술비 일부 지원³⁾을 두고, 이 기술이 여성의 몸과 재/생산

권⁴⁾에 어떤 영향을 미치는지에 대한 논의가 진행되어 왔다. 보조생식술이 여성의 몸에 적용되는 과정은 비교적 잘 알려져 있는 과배란제의 부작용이나 후유증뿐만 아니라 다양한 육체적·정신적 고통을 수반하는 과정이다. 또한 여성의 재/생산권이 아이를 낳을 권리뿐만 아니라 아이를 낳지 않을 권리까지 포괄하는 개념이라는 것을 염두에 두면, 육체적·정신적 고통을 감수하고서라도 이 기술을 이용해 아이를 낳고자 하는 것은 여전히 출산을 기혼여성의 의무로 여기는 가부장적 부계 혈통문화와 연동되어 있다.

하지만 보조생식술을 여성에게 육체적·정신적으로 피해를 주는 기술, 강제적 모성이데올로기를 재생산하고 강화하는 수단으로만 바라보게 되면, 실제 이 기술을 이용하는 많은 여성들의 목소리를 비가시화하게 된다. 이 글은 보조생식술을 이용하는 여성들의 입장에서 그들이 보조생식술을 어떻게 이용하고 의미화하는지, 자신들의 재/생산권을 어떻게 구성하고 있는지를 살펴보고자 한다.⁵⁾

1) Stanworth, M(ed.). 1987. *Reproductive Technologies: Gender, Motherhood and Medicine*. Cambridge: Polity Press.

2) 한국보건사회연구원의 발표에 따르면, 2011년 현재 난임 진단자 수는 여성 15만명, 남성 4만 명인 것으로 보고되었다. 특이할만한 것은 2010년 이후로 남성 난임 진단자 수가 급격히 증가하고 있다는 것이다.

3) 정부는 2006년부터 <불임(난임)부부지원사업>을 통해 인공수정 및 체외수정 시술비의 일부를 지원하고 있다.

4) 개념사적 맥락에서 '재생산'은 '생산'과 대비되는 개념으로서, 공적 영역에서 수행되는 남성의 임금노동과 대비되는, 사적 영역에서 여성이 주로 수행하는 부블노동을 가리키는 용어로 사용되어 왔다. 일군의 페미니스트들은 '재생산' 영역을 부블노동으로서 비(저)가치화 하는 자본과 권력을 비판하면서 가사, 출산 및 양육(돌봄)을 생산적인 가치를 갖는 노동으로 주장하였다. 이 글에서는 출산을 생명을 생산하고 재생산하는 활동으로 보고 재생산으로도, 생산으로도 환원하기 어렵다는 점에서 '재/생산'으로 표기하였다.

2. 안 낳는 것과 못 낳는 것

여성들이 보조생식술을 이용하게 되는 것은 그들의 모성적 욕망을 실현하기 위해서다. 모성적 욕망이 구성되는 과정은 다차원적이고 복잡한데, 가장 큰 영향을 미치는 것은 혈연주의적 정상 가족 이데올로기이다. 부계혈통의 이성애 부모와 자녀로 이루어진 가족 구성만을 정상 가족으로 바라보는 사회적 시선은 기혼 여성의 출산을 권리가 아닌 의무로 만든다. 하지만 혈연주의적 정상 가족 이데올로기가 작동하는 방식은 보조생식술의 발전과 함께 과거와는 다른 형태로 나타난다. 과거에 출산은 여성의 몸을 통한 자연스런 생식의 과정을 거치지 않으면 불가능한 것이었고, 임신 가능한 몸을 가지고 있다는 이유로 불임(난임)의 원인과 책임이 전적으로 여성에게 전가되었다. 때문에 여성들은 임신을 위해 각종 민간요법 등 다양한 노력을 강구하였고 남편이나 시댁 식구, 주변 이웃 등의 강력한 압박을 견뎌야 했다. 이렇듯 과거의 출산에 대한 압박이 자신보다는 외적 강제력에 의한 것이었다면, 현재 보조생식술을 이용하는 여성들은 자신의 구체적인 삶의 계획 속에서 출산을 권리로 내면화하고, 보조생식술을 출산권을 실현시켜 줄 도구로 의미화하는 경향이 있다.⁶⁾ 보조생식술로 인해 ‘못 낳는 것’이 문제가 아니라 ‘안 낳는 것’이 문제가 되며, 보조생식술의 임신 성공률이 통상 25~35%수준임을 감안하면 ‘못 낳는 것’과 ‘안 낳는 것’의 경계가 모호해지고 임신?출산은 확률과 노력의 과정이 된다.

출산이 계획과 관리의 대상이 되고 보조생식술이 임신을 성취시켜 줄 여러 가지 선택지들 가운데 하나가 되면서 일단 보조생식술을 이용하기로 결정한 여성들은 온·오프라인을 통해 관련 지식과 정보를 적극적으로 습득하고 공유하며 임신을 위한 다양한 노력들을 수행해 나간다. 따라서 여성에게 출산은 노고

의 과정이며 보조생식술은 출산을 위한 다양한 선택지 가운데 하나이기는 하지만 불확실한 기술이다. 하지만 확실한 것은 보조생식술이 ‘안 낳는 것’과 ‘못 낳는 것’의 경계를 모호하게 하면서 ‘안 낳는 것’을 문제시하고 임신을 위한 최후의 보루로서 더 많은 여성과 남성들을 보조생식술의 시장 안으로 끌어들이고 있다는 것이다.

3. 보조생식술 이용과정과 함의

(1) 불임(난임)진단의 불확실성

보조생식술을 이용하는 대부분의 여성들이 처음부터 불임클리닉을 방문하는 것은 아니다. 여성들은 일반적으로 가까운 한의원이나 일반 산부인과 병원을 방문해 각종 산전 진단을 받고 한약을 복용하거나 자연배란주기에 맞춰 임신을 시도 한 후, 이것이 실패했을 경우에 불임클리닉을 찾는다. 간혹 한의원이나 일반 산부인과보다 불임클리닉을 먼저 찾아가는 여성들도 있으나 이들도 자연적인 임신 시도를 먼저 한다.

자연적인 임신 시도가 계속해서 실패하게 되면, 난임의 원인을 찾기 위한 수많은 검사를 받는다. 자궁난관조영술, 질초음파, 혈액 및 배란, 성교 후 검사, 복강경, 자궁경, 자궁내막, 면역 검사 등 난임의 원인을 찾기 위한 수많은 검진 과정을 위해 여성들은 병원을 수시로 방문해야 하며 많은 비용을 지불해야 한다. 문제는 이러한 노고에도 불구하고 원인을 명확하게 파악하기 어려운 경우가 많다는 것이다. 한국보건사회연구원에 따르면, 2011년 현재 시술비 지원대상자 중 인공수정의 경우, 원인불명은 77.1%에 달하며 체외수정의 경우에도 51.8%가 원인불명인 것으로 나타났다. 원인불명은 여성들에게 의과학적 지식을 신뢰하기 어

5) 이 글에서 소개하는 난임여성들의 입장은 필자의 박사학위논문에 참여한 난임여성들의 심층면접 내용을 토대로 한 것임을 밝혀 둔다.

6) 보조생식술을 이용하는 모든 여성들이 출산을 권리로, 보조생식술을 출산권을 실현시켜 줄 도구로 의미화 하는 것은 아니다. 출산을 위한 노력이 자신의 의지에 의한 것이라고 설명하는 여성들도 기혼여성의 의무로서 암묵적으로 강요되는 가족 및 사회적 시선으로부터 완전히 자유롭지는 않았다. 또한 보조생식술은 출산권을 성취시켜 줄 최후의 선택지이지 최선의 선택지는 아니었다.

렵게 하는 요인이기도 하며 자신을 불임여성으로 인정하기 어렵게 하는 요인이기도 하다. 반면 의료진에게 원인불명은 아직 의과학적으로 규명이 안 되었을 뿐 지속적인 연구와 시술과정을 통해 규명해 낼 수 있는 것으로 의미화 된다. 또한 원인불명은 난임 시술을 받을 수 있는 여성들의 범위를 확장시키는 효과를 발휘하여 더 많은 여성들을 시술에 참여하게 한다. 난임의 원인을 찾기 위한 의과학적 연구와 임상에서의 적용은 국가의 인구 통제 및 관리정책, 의료산업의 확장, 난임여성들의 요구와 맞물리면서 앞으로도 지속적으로 확장될 것이다.

의과학적 불임진단의 불확실성에 대한 난임여성들의 대응방식은 두 가지로 나타난다. 하나는 의과학적 지식의 한계를 인식하면서 생물학적 요인만이 아닌 자신의 직·간접적인 체험과 자신이 처한 환경 속에서 난임을 스스로 판단하며 임신·출산을 위해 의과학적 처치법 이외의 생식력 향상에 도움이 된다고 알려진 다양한 방법의 몸 관리 실천을 수행한다. 다른 하나는 의료진에게 불임 원인에 대한 명확한 설명을 요구하고 원인을 찾기 위한 각종 처치법에 참여함으로써 의도치 않게 의과학적 불임진단법 개발에 기여한다.

(2) 체외수정시술과정과 협업

여성들은 자연임신에 실패하게 되면 일반적으로 인공수정시술을 먼저 시도하고 인공수정시술로도 임신이 안 될 경우, 체외수정시술을 받는다. 체외수정시술법은 과배란제 투입 기간과 사용하는 호르몬제의 종류에 따라 장기요법, 단기요법, 길항요법으로 나뉜다. 장기요법과 단기요법의 구분기준은 과배란 유도과정의 기간 차이인데, 장기요법은 월경 일주일 전부터 매일 한 대씩 난소기능을 안정시켜 난자의 질을 높이는 주사를 맞아야 한다. 월경 사흘째부터는 과배란을 유도하는 주사도 매일 한 대씩 엉덩이에 맞는다. 두 주사는 난자를 채취하기 이틀 전까지 계속 맞아야 한다. 월경 칠일째부터는 매일 병원을 방문해 난자가

잘 자라고 있는지를 알아보는 피검사와 초음파 검사를 받는다. 난자가 성숙한 것이 확인되면 난포 터트리 는 주사를 맞고, 배란이 시작되면 난자를 채취하는 것이다. 월경 일주일이나 십일 전부터 시작하는 과배란 유도과정을 월경 삼일째부터 집중적으로 실시하는 것을 단기요법이라고 한다. 각각의 요법에 따라 시술과정에 약간의 차이가 있으며 의사의 판단에 따라 혼용하기도 하지만 체외수정시술은 배란촉진, 생식세포 채취 및 처리, 수정 및 배양, 이식, 임신 확인의 과정을 거친다.

먼저 체외수정시술과정에서 더 많은 난자를 채취하기 위해 과배란제를 투여하게 되는데, 과배란제 투여로 인해 발생하는 건강상의 위험 정도에 대해 의료진과 여성들은 서로 다르게 해석한다. 난임여성들의 증언에 따르면, 의료진은 과배란제가 복수를 차게하거나 메스꺼움, 복통 등을 유발할 수 있다는 사실을 인정하면서도 그것은 시술과정에서 나타나는 일시적인 현상으로, 자신들에 비해 심각한 문제로 생각하지 않는다고 말한다. 반면, 체외수정시술을 이용한 난임여성들은 시술과정에서 복수나 복통, 메스꺼움뿐만 아니라 부정출혈이나 자궁물혹, 근종 확대 등의 생물학적 몸의 변화를 체험하면서 체외수정 시술이 건강에 위험한 것이라는 것을 인식한다. 또한 생물학적 몸의 변화뿐만 아니라 정신적인 스트레스, 비만, 기억력 감퇴, 전체 몸의 기능저하 등을 호소하기도 한다.

이러한 정신적, 육체적 고통에도 불구하고 과배란제를 이용해 더 많은 난자를 채취하는 것은 많은 수의 배아를 확보, 이식해 임신의 성공률을 높이고자 함이다. 의료진과 여성 모두 임신의 성공을 위해서는 난자의 개수보다는 건강한 난자의 생산이 더욱 중요하다 는 것을 알지만, 의료진은 건강한 난자의 확보를 위해 과배란제의 효능과 효과에 더 의존하는 반면, 여성들은 체험을 통해 과배란제보다는 운동이나 식이요법, 생식보조식품의 섭취 등 일상생활의 조직화를 통한 자신들의 몸 관리 노력이 더욱 중요하다고 생각한다. 과배란제를 이용해 어떤 여성들은 20여 개가 넘는 난자가 생산되는가 하면, 하나도 생산되지 않는 여성들

도 있기 때문이다. 여성들이 많은 수의 난자를 확보하기 위해 노력하는 이유는 경제적인 측면도 작용한다. 건강한 난자가 많이 채취되어 배아를 많이 확보할수록 시술비용을 절감할 수 있기 때문이다. 배아를 많이 확보하면 통상 3개에서 5개의 배아를 이식하고 나머지 배아는 냉동 보관해 두었다가 다음 시술에 이용하게 되는데, 이때 고비용의 과배란제 투여 및 난자채취 과정을 생략하면 시술비의 3분의 1이상이 절감된다.

건강한 난자의 선별, 생식세포(정자, 난자)의 수정 및 배양, 수정란의 냉동보관은 실험실의 과학자에 의해 수행된다. 이러한 과정은 의과학적 지식과 기술력을 바탕으로 하지만 생식세포의 건강유무, 배아생성의 성공유무, 배아성장의 성공유무는 난임부부들의 생식세포, 의과학자의 지식 및 기술, 여성의 몸 관리 실천, 그리고 배양액이나 배양 조건 등의 협업과의 연결망을 통해 이루어진다. 하지만 여성들은 의사의 설명을 통해서만 몇 개의 난자와 배아가 생산·보관되었는지, 수정 방법은 무엇이었는지, 폐기된 배아는 어떻게 이용되는지를 들을 수 있으며 확인할 방도는 없다.

협업체제는 배아의 배양 이후에 성공적인 이식과 착상을 위한 처치 과정에서도 마찬가지로 작동한다. 이 과정에서도 여성들은 의료적 처치뿐만 아니라 착상을 높이기 위한 몸 관리 실천을 병행한다. 체외수정 시술과정에서 동일한 처치와 호르몬제를 적용한다 할지라도 그 결과는 여성의 몸들에 따라 다르게 나타난다. 여성들의 생명 생산을 위한 노고의 결과가 출산권의 실현으로 귀결될지는 불확실하지만 여성들의 보조생식술의 이용이 관련 지식생산과 처치법의 개발에 기여하고 있는 것은 확실하다.

성공적으로 착상이 이루어져 임신에 성공했다 할지라도 출산으로 이어지지 않거나 여성 몸의 건강을 위협하는 요소들은 아직 남아 있다. 실제로 유산하는 경우가 많아 여성들의 또 다른 고통의 요인이 되고 있으며, 잘 알려져 있듯이 다태아 임신의 비율이 높거나 자궁외 임신이 되기도 한다. 자궁외 임신의 경우 난임 요인이기도 한 난관절제수술을 받아야 하며 다태아 임신의 경우에는 선택유산을 시행하기도 한다. 이 과

정은 또 다시 보조생식술을 이용하는 여성들의 건강을 위협한다.

요약하자면 보조생식술을 이용하는 여성들은 시술과정에서 각종 부작용이나 후유증을 체험함으로써 건강상의 위험성을 인식하고 있지만, 자신의 모성권 실현을 목적으로 의료서비스 접근권 및 기술이용권을 재/생산권의 주요 내용으로 구성하고 있다. 또한 보조생식술을 이용함으로써 의과학적 지식구성에 참여하고 기술의 성공에 기여하고 있다. 이는 여성들이 단지 보조생식술의 대상이거나 수혜자만이 아니라 그것의 지식 및 기술의 구성과정에 참여하는 주체임을 함의한다.

4. 건강한 출산권을 위하여

여성들의 모성적 욕망이 구성되는 과정이 애드리안 리치(A. Rich)가 말한 남성의 통제와 외적 강제에 의한 “체제로서의 모성”만이 아니라 여성의 내적 자율성 속에서 자녀와 맺는 “관계로서의 모성”도 영향을 미친다는 점을 고려한다면, 육체적·정신적 고통을 감수하고서라도 모성권을 성취하기 위한 여성들의 노력을 혈연주의적 정상가족 이데올로기를 내면화한 피해자로만 환원하기는 어려울 것이다. 그럼에도 보조생식술을 이용하는 여성들의 정신적, 육체적 고통은 그것을 체험하지 못한 여성들의 상상을 초월하며 그들의 삶에 지대한 영향을 미친다. 실제로 보조생식술의 이용을 결정한 여성들은 시술과정과 직장생활을 병행하기 어려워 휴직하거나 퇴사하는 경우가 많다.

또한 의료진의 만류에도 불구하고 다양한 처치술을 먼저 요구하거나 불임클리닉을 빨리 찾는 여성들을 기술만능주의나 과학주의 문화에 물들어 있는 존재로만 환원하기도 어렵다. 보조생식술을 난임을 극복할 수 있는 가장 효율적이고 최선의 기술인 것으로 재현하면서 더 많은 여성들을 의료 시장에 끌어들이고 보조생식술의 한계와 위험성은 상대적으로 부차화되고 있는 것은 사실이지만 그들은 체험을 통해 의과

학적 지식의 한계와 기술의 위험성을 분명히 인식하고 있으며 자신이 처한 가족 및 사회적 위치를 고려하면서 최후의 합리적인 선택으로서 보조생식술의 이용을 결정한다.

보조생식술을 이용하는 여성들의 시술비 지원 요구는 모성의 사회적 책임이라는 측면에서 제기된다. 출산은 개별 가족의 문제가 아니라 사회적 생산과 재생산에 기여하는 사회적 문제라는 것이다. 이는 정부의 시술 지원정책이 저출산 문제의 해결을 위한 일환으로 여성의 몸을 출산의 도구로 삼아서도, 의료 권력의 남용이나 여성 건강의 침해를 방지해서도 안 되는 이유이기도 하다. 보조생식술을 이용하고자 하는 여성들은 단지 단발적인 시술비 일부 지원이 아니라 건강한 출산권을 확보할 수 있는 책임 있는 지원정책을 원한다. 현재 여성들은 정책적인 측면에서는 보조생식술 비용지원의 건강보험 급여화, 시술절차의 표준안 마련, 약가의 투명한 고지 및 통제 등을 원하고 있다. 병원마다 시술절차가 달라서 불필요한 처치가 이루어질 가능성이 있으며 시술비용 격차 또한 너무 크기 때문이다. 실제로 일부 병원에서는 환자가 의료진의 처방에 의존할 수밖에 없는 상황을 이용해 동일한 효능의 더 비싼 약제를 처방하거나 시술절차를 지나치게 세분화하여 비용을 책정함으로써 난임부부의 시

술비용 부담을 증가시키고 있다.

임상적 측면에서는 이식 배아수의 제한이 다태아를 예방하고 여성의 건강침해를 최소화할 수 있는 방안으로 논의되고 있지만 이식 배아 수를 제한하려면 시술비의 의료보험 급여화나 전액 지원이 선행되어야 한다. 현행과 같은 시술비 일부지원 하에서의 이식 배아 수 제한은 시술비용 및 시술횟수의 증가로 이어질 수 있기 때문이다. 의료보험 급여화나 전액 지원이 이루어진다면 과배란제의 투여 과정을 생략하고 여성의 몸에서 자연스럽게 생산되는 난자만을 이용하여 수정, 이식하는 방법도 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

마지막으로 여성들의 충분한 자기결정권에 기반을 둔 보조생식술의 이용을 위해서는 체외수정 시술 과정에서 발생할 수 있는 다양한 부작용이나 후유증에 대한 연구가 여성의 건강권이라는 측면에서 다양하게 수행되고 고지될 필요가 있다. 현재 보조생식술에 대한 의학적 연구는 주로 임신과 출산의 성공을 위한 처치법 개발에 초점이 맞춰져 있고 부작용이나 후유증도 생물학적 증례를 중심으로 다루고 있으나, 처치법 개발 및 위험성 연구 모두에서 보조생식술을 이용한 여성들의 체험을 반영해 심리적, 경제적, 사회적 측면을 총체적으로 고려하는 접근법이 필요하다. 🌱

임상에서 본 바람직한 보조생식술 관리방안

이경훈

부천서울여성병원 산부인과 과장

체외 수정으로 첫 번째 신생아가 태어난 지 거의 30여 년이 지났고 난자 기증으로 아이가 태어난 지는 20여 년이 훌쩍 지났다. 하루가 다르게 발전하는 과학 기술은 보조생식술에서도 예외가 아닌 듯하다. 다만 보조생식술은 한 개인(또는 가족)의 선택으로 치부하기엔 사회에 미치는 영향이 광범위하여 다른 과학 기술과는 다른 조심스러운 접근이 필요하다. 가족이란 무엇인가, 인간이 선택할 수 있는 한계는 어디까지인가?에 대한 성찰이 요구되는 영역이다.

보조생식술로 인해 발생하는 윤리적 사안은 두 가지 영역에서 구체적으로 나타난다. 보조생식술과 연관된 연구에서는 배아의 정의(definition of embryo)와 줄기세포가 가지는 치료적 가치에 대한 논란이 떠오른다. 난임 환자를 보는 의사와 환자들 사이에서는 다음과 같은 문제들이 발생한다. 이러한 상황은 난임 부부를 보는 의사들이 직면하는 딜레마로, 연구 분야에서와 마찬가지로 실로 다양한 의견들이 있다(난포 자극과 배아 이식 수에 따른 다태아 임신 가능성, 난임 치료가 제공될 수 있는 여성 한계 나이, 첫 번째 아이가 겪는 질환이나 유전 질환을 피하기 위한 착상전 유전자 검사, 반복 치료 실패 환자에게 제공되는 정상 배아선별검사 허용 여부, 대리모 권유 여부, 생식 세포(난자/정자) 기증에 뒤따르는 보상 여부와 폭, (비의학적 이유로 인한) 생식 세포 냉동 보관 허용 폭, 난임 시술에 대한 재정 지원과 한계 등이다. 하나하나

모두 시급히 풀어야 할 당면한 문제이지만, 난임 당사자가 아닌 이상 선뜻 와 닿지 않아서인지 대부분 의견 일치가 이루어지지 않은 채로 남아 있다.

위의 사안 중에서도 시간을 다투는 문제이자, 많은 비용이 들어가고 있는 사안이 '난임 시술에 대한 재정 지원과 한계'이다. 또한 다른 문제들과는 달리 '재정 지원'을 통해 위에서 제기된 여러 윤리적 문제를 해결할 수도 있기 때문이다.

이 글에서는 벨기에의 단일배아이식을 예로 들어 재정 지원 프로그램으로 얻을 수 있는 이득을 알아보고, 합리적 선택을 위한 근거로 제시되는 임신율이 가지고 있는 허실을 구체적으로 설명하고자 한다. 또한 난임 클리닉에서 거짓은 아니나 다소 논란거리가 되는 임신 수치를 발표하는 이유와 이를 해결하기 위한 제언도 하고자 한다.

1. 난임 시술에 대한 재정 지원과 한계

2006년 "난임부부 시술비 지원사업"을 시작한 후 2014년 지금까지도 확대 운영되고 있다. 처음 지원 사업을 시작할 때 목적은 다음과 같았다. 1) 일정 소득계층 이하의 난임부부에게 시술비의 일부를 지원하여 경제적인 부담을 경감시키고, 2) 임신, 출산의 사회 및 의료적 장애를 제거하고, 3) 난임 부부가 희망하는

자녀를 갖게 하여 행복한 가정을 영위케 하고, 4) 저출산 극복 효과를 달성하고자 하는 것이다.

언뜻 보아도 해당 사업의 주된 관심사는 경제적 부담을 경감시키는 데 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 난임 치료비가 비싸서 시술 접근도가 떨어지니 치료비를 보조하여 손쉽게 치료를 받게 하자는 좋은 뜻에서 시작한 듯 싶다. 이렇게 시작한 지원 사업은 2006년 465억에서 최근 수치가 잡힌 2011년엔 체외 수정 433억과 인공 수정 222억을 합친 655억이 지원되었다. 비록 현재의 지원 사업에 대한 만족도 조사에서 90.3%가 부정적인 의견을 제시하고 있으나, 외래에서 보면 체외 수정에 접근하는데 경제적 변수를 확연히 낮추고 있음을 느낄 수 있다. 환자를 볼 때 체외 수정에 재정 지원이 있다는 사실과 자궁내 정자주입술(인공 수정)을 할 경우 본인 부담금 없이도 진행할 수도 있다는 사실에 안도하는 난임 부부를 자주 접하곤 한다.

2006년 목표로 삼았던 경제적 문턱을 낮추겠다는 원래의 목적은 어느 정도 달성되었다고 볼 수는 있으나, 과연 지출된 금액이 비용 대비 효과적이고 윤리적이었는다고 말할 수 있는지는 선뜻 답하기 어렵다. 난처하게도 대단한 이유가 있어서도 아니고, 우선 효과적이었다(또는 윤리적이었다)라고 판단할 수 있는 근거가 있어야 하는데 그렇지 못하기 때문이다. 이러이러하니 효과적이었다든지, 예상치 못한 일이 발생했는데 이걸 우리가 바랐던 결과가 아니라는 판단의 근거가 없다는 다소 황당한 이유 때문이다. 판단의 근거가 되는 게 무엇일가? 이는 예측하기 어렵지 않은데 바로 난임 부부가 클리닉에 와서 얻고자 하는 최종적인 목표가 바로 판단의 근거가 될 수 밖에 없다. 성공적인 결과란 바로 '건강한 생존아'를 얻는 것이다.

난임 부부가 바라는 “우리 부부는 적절한 난임 치료를 받아 임신하고 싶습니다. 치료 기간은 단기간이었으면 좋겠어요. 너무 육체적으로나 정신적으로 힘들지 않고, 경제적 부담도 없는 상황이면 좋겠네요. 분만도 잘 이루어져 건강한 아이를 얻고 싶습니다.”가 목표이다. 바로 이러한 최종 목적으로 가는 과정이 효

과적이거나 윤리적인지 판단하려면 판단의 근거가 있어야 한다. “적절한 난임 치료를 받는다.”는 최초 행위이고 “건강한 아이를 낳는다.”가 최종 목적이라 했을 때, 적절한 난임 치료는 다소 전문적 영역이고 건강한 아이라는 결과에 종속되기에 일단 논외로 하자. 물론 세세히 살펴보면 조정할 수 있는 사항은 무지 많다. 우선 최종 목적인 건강한 아이를 낳았는지를 확인하고, 이를 국가적으로 통계를 잡는 것이 우선되는 근거가 될 것이다.

최종 목적인 건강한 아이를 낳았는지를 확인하는 과정이 우리나라에선 어떻게 이루어지고 있는지를 살펴보자. “2012년도 난임부부 지원사업 결과분석 및 평가” 보고서의 “2011년 체외수정 및 인공수정 시술비 지원 대상 출산 성과 분석”란을 살펴보면, 2011년 시술건은 29,631건이었다. 이 중 임신에 성공한 건수는 9,211건, 이중 출산 여부를 추적 가능한 경우는 8,949건이었다. 이중 추적했으나 출산 결과를 확인하지 못한 경우도 970건이었다. 결과적으로 임신을 확인했던 9,211건 중 1,232건(13.4%)가 추적 실패했다고 보고한 바가 있다.

추적 방식은 2013년 개별 보건소에서 2011년 시술 결과 임신으로 확인된 9,211건을 추적 조사를 실시하였고, 설문한 내용은 임신 결과와 출산 형태를 확인하는 방식이었다고 하였다. 난임 환자를 진료하는 의사로서, 2013년 보건소에서 확인했을 내용이 매우 제한적이었을 것이라 미루어 짐작할 수 있다. 난임 부부들은 자신들이 난임치료를 받았다는 사실을 매우 민감한 개인 정보로 생각하고 있고, 난임 시술을 통해 출산에 성공했다는 사실을 극도로 외부에 알려지길 꺼린다(실사 국가 기관에 소속된 사람이라 하더라도). 알려지기 원하지 않는 민감한 개인 정보를, 충분한 사전 동의(개별 보건소가 출산 정보를 확인하기 위해 개별적으로 연락을 취할 것이며 여기에 성실하게 응대해야 한다는 사전 동의)가 이루어지지 않는 상황에서, 심지어 법적인 근거가 없어 보이는 현실에서, 세밀한 출산 정보를 얻을 수 없었을 것이다. 출생아 수와 여아/남아 유무, 산모 나이 정도의 낮은 수준의 정보를

정말 어렵게 얻었을 것이다. 그런데 실제 필요한 세부 사항 34주 이상 임신을 유지해서 출산했는지, 2.5kg 이상이었는지, 염색체 기형이 없는 건강한 아이를 낳았는지, 현재 발달 장애는 없는지는 물어보지도 못했을 것이다.

매정하게 말하자면, 2011년 433억을 제외 수정 시술비 지원으로 지원했지만, 해당 금액이 비용 대비 효과적이었는지 지원된 사례가 윤리적으로 바람직했는지 판단할 수 없다고 말할 수밖에 없다. 이러한 부분적인 통계와 결과는 난임 부부의 지원 연령 제한에 대한 판단, 난임 원인에 따른 지원 방식, 시술 종류 및 방법에 대한 권고안, 사용 약물과 이식 배아 수에 관한 가이드라인, 제도와 법률 제정에 필요한 근거를 만들지 못하게 하는 심각한 요인(critical cause)이 되어 버렸다. 어떤 환자에겐 난임 시술 지원금을 제한하고 다른 환자에게 지원금을 넓히고자 한다면 이 두 당사자는 물론 3자가 봤을 때도 제한하는 이유와 확대하는 이유가 이해할 수 있는 수준이어야 한다. 또한 근거가 있어야 한다.

이처럼 합리적인 근거로 난임 시술 행위를 변화시킨 대표적인 예가 바로 벨기에의 단일배아이식이다. 벨기에에는 배아 이식 개수에 대한 지원 방식을 바꾸어, 다태아 출산 빈도를 효과적으로 낮추게 하는 효과를 얻게 되었다. 많은 사람들이 한 번의 난임 시술로 다태아(특히 쌍둥이)를 얻는 게 비용대비 효과적이라고 믿는 경향이 있으나, 자세히 들여다보면 - 심지어 쌍둥이 임신도 포함한 - 다태아 임신은 난임 치료의 합병증이다. 다태아 출산은 산모와 아이의 건강에 많은 문제를 일으키며 저체중아/미숙아, 발육 부전, 뇌성마비 등으로 평생 후유증을 겪게 될 수도 있다. 또한 다태아 임신을 한 경우, 조산 가능성으로 인해 수개월 동안 입원하거나 심장 박동을 높이는 조산 억제제를 투여 받아야 하는 경우도 있고, 산후 출혈이 높은 제왕절개술을 해야 하는 등 항상 마음을 졸여야 한다. 그러나 난임 진단과 치료에 관한 금액을 개인이 전부(또는 부분적이라도) 부담해야 하는 경우, 주어진 치료 주기에 임신 가능성을 최대한 높이고자 해당 주기에

‘여러 개의 배아’를 이식하곤 하였다. 이러한 시술 행위는 임신율을 약간 올리긴 하였으나, 동시에 다태아 출산으로도 이어져 위에서 언급한 합병증에 노출될 가능성도 높아졌다. 벨기에는 난임 시술에 대한 재정 지원 방식을 변경시켜 효과적으로 이러한 합병증 가능성을 제어하였다.

이러한 의료 수요자를 포함한 공급자의 행위를 변화시키기 위해서는, 국가 재정 지원이 전폭적으로 이루어지고 있는 상태에서 행위 변화를 추동시킬 수 있는 근거와 홍보가 뒤따라야 한다. 단일 배아 이식으로 인해 얻을 수 있는 성공률이 의료 수요자와 공급자가 받아들일 수 있는 정도(acceptable level)이며, 여러 배아를 이식하여 다태아 출산으로 산모와 신생아가 얼마나 위험한 상태에 노출되는지(dangerous level)에 대한 근거가 있어야 가능한 것이다. 단일 배아 이식으로 인한 임신율 저하에 대한 우려를 합리적인 근거로 불식시킬 수 있어야, 합리적인 국가 재정 지원 시스템이라고 할 수 있다.

합리적 근거가 필요한 또 다른 영역은 고령의 여성에 대한 지원 제한이다. 일본의 경우 2014년 지원 제한 나이를 43세로 영국의 경우 39세까지 캐나다의 경우 40세까지 제한하고 있는데, 우리나라의 경우 다소 애매하여 실제 지원비를 받을 수 있는 경우가 45세까지 가능할 수 있다. 여성의 연령이 높아질수록 필요로 하는 예산이 많이 필요할 것으로 예상되나, 이미 적용되고 있는 자격의 폭을 줄이기 위해선 단일 배아 이식과 마찬가지로 최종 결과물인 고령의 여성의 제외 수정 이용 후 생존아 출산율이 근거가 존재해야 하나, 국내 데이터는 매우 부분적이다.

2. 난임 시술 관련법을 제정해야 한다.

몇몇 사람들의 이야기를 들어보면, 매년 국회에선 난임 클리닉별 임신율 공개를 요구하고 있다고 한다. 클리닉별 임신율 공개라는 문장이 성립되려면 개별 클리닉의 임신율 통계가 어디엔가 있다는 이야기이

다. 백번 양보하여 수치가 적혀있는 통계는 없다 하더라도 관련 수치를 만들어낼 수 있는 원자료를 누군가가 가지고 있다는 말이다. 그럼에도 현재까지 아직 공개되었다는 말이 없으니, 정보를 가지고 있는 누군가가 타당한 이유를 들어 국회의 요구를 강력하게 거부하고 있거나, 또는 공개하기엔 자신이 없기 때문이지 않을까 하는 추측이 가능하다. 국회의 권위와 행정부의 역량을 생각해보면, 후자보다는 전자인 뭔가 타당한 이유 때문에 공개하지 못하고 있지 않을까 하는 생각이 든다.

이러한 질문에 답하기 전, 먼저 왜 국회에서는 난임 클리닉의 임신율을 공개하라고 할까에 대한 답이 있어야 할 듯싶다. 그러한 국회의 요구에는 예산(세금)이 투입되고 있기 때문에 가능하다. 현재 우리나라는 100% 환자 본인 부담으로만 난임 치료가 이루어지는 않고, 2006년 이후 국비 50% 그리고 지방자치단체 50% 공동 지원으로 지원되어 전체 시술의 60~70%가 시술 지원으로 이루어지고 있다. 그런데 이처럼 많은 예산에 관련한 지출에 법적 근거는 없다는 점을 발견하면 아이러니할 수 있을 것이다. 비록 법적 근거가 없으나 2006년 이후 총 4천억에 육박하는 예산이 난임 부부에게 특별히 지원되고 있으니, 이에 대한 결과를 알고 싶어 할 것은 너무나도 당연한 국회의 권리이자 예산을 배정하는 국회의 의무이다. 세금이 어떻게 쓰여 지고 있고, 어떤 효과를 얻게 되었는지 확인하는 것은 당연하다. 그런데 국회의 요구가 받아들여져 개별 클리닉의 임신율이 공개되지 못하는 이유는 무엇인가? 첫째 이는 이를 강제할 법적 규제가 없기 때문이다. 법적 근거가 없이 지출되고 있는 사업이기 때문에 강제할 수 없는 것이다. 둘째, “임신율에 관한 합리적 공통 의견”이 만들어지지 않았기 때문이다. 합리적 공통 의견이라는 부분을 알기 위해선 임신율에 대해 공부할 필요가 있다.

임신율에 대해 알기 전에 먼저 마음에 두어야 할 게 있는데, 전술했듯이 난임 클리닉에 내원한 부부가 사전에 알고 싶은 게 무엇일까? “우리 부부가 부천시 울여성병원에 방문하여 체외 수정을 시도 임신에 성

공하고 정상 아이 하나를 얻을 수 있는 가능성이 얼마 인가요?”이다. 물론 “우리 부부가 이경훈 선생을 만나 체외 수정을 시도했을 때 …”라는 질문이 좀 더 체감도가 있겠지만, 아직 개별 클리닉의 임신율도 정립이 되지 않았으니 개별 의사의 임신율은 논외로 하겠다.

그럼 “합리적 임신율(또는 성공률)”을 알기 위해선, 그리 복잡하지 않으나 분자와 분모에 대한 이해가 필요하다. “합리적 임신율”이란 단어에서 알 수 있듯이, 임신율 수치는 대개 많다. 이는 분자와 분모를 다양한 방식으로 사용하여 임신율을 계산하고 있기 때문이다.

우선 분자이다. 분자란 실제적인 결과물인데, 대부분 성공적인 이벤트 수를 대입한다. 예를 들어 홈런 수, 안타 수, 당직 수, 임신 수, 생존아 수, 착상한 개수 등등이다. “우리 부부가 부천시 울여성병원에 방문하여 체외 수정을 시도하여 임신에 성공하고 정상 아이 하나를 얻을 수 있는 가능성이 얼마인가?”라고 생각하고 병원에 오는 난임 부부가 생각하는 분자는 무엇일까? 학계에서도 최종 성공이란 ‘건강한 생존아’라는 사실에 동의하고 있다. 그러나 전술했듯이 여러 이유로 실제 ‘건강한 생존아’를 확인하기란 현실적으로 녹녹치 않다. 또한 시술을 한 난임 클리닉에서도 ‘건강한 생존아’를 확인하기 그리 쉽지 않다. 가장 쉽게 떠오르는 이유는 난임 클리닉은 분만을 받지 않는 경우가 많다. 대부분의 난임 클리닉에서는 임신에 성공하면 12주쯤 산과 전문 병원에 보내고 있다. 2012년 체외수정 시술건수 상위 10개 기관 중에 분만까지 하는 병원은 3개에 지나지 않는다는 보고도 있다. 이러한 이유로 해당 난임 부부가 진짜 정상적인 생존아로 연결되었는지 난임 클리닉에서도 잘 모른다. 또한 10개월이라는 산전 과정 중에 산모들이 여러 이유로 주거지를 변경하거나 아예 연락처를 변경하게 되면 해당 시술 성공이 ‘건강한 생존아’로 이어졌는지 확인하기 더더욱 어려워진다.

이러한 이유로 분자에 ‘건강한 생존아’가 아닌 대리지표를 사용한다. 이처럼 대리지표를 사용하면 할수록, 실제값보다 부풀려지고 희망이 증폭된다. 다음

과 같은 이유이다. “10명이 임상적 임신에 성공하였으나, 1명이 유산하였고, 9명이 정상 출산에 성공하였다.”라는 흐름에서 분자가 원래 정상 출산 9명에서 1명 상승한 임상적 임신으로 증폭되어 버린 것이다. 난임 부부 중에 임신에 성공했으나 유산된 경우가 있는데, 유산된 경우도 임신에 합해져 분자가 올라가고 희망이 증폭된다. 개별 클리닉에 따라 출생아를 분자로 하고 발표하는 병원도 있고, 임상적 임신을 분자로 하여 계산하는 병원도 있다.

다음은 분모이다. 난임 치료를 시작한 환자 수가 분모가 된다. 그런데 분모는 분자와 다르게 숫자가 감소된다. 다음과 같은 이유이다. “30명이 과배란 유도를 했으나, 27명이 난자 채취에 성공했고, 25명이 배아 이식에 성공했다.” 분모를 과배란 유도를 한 사람으로 했을 때 30명이었으나, 배아 이식까지 성공한 경우를 분모로 한 경우는 5명이 줄어든 25명이 된다.

예를 들어 “30명이 과배란 유도를 했으나, 27명이 난자 채취에 성공했고, 25명이 배아 이식에 성공했다.” 이 중 “10명이 임상적 임신에 성공하였으나, 1명이 유산하였고, 9명이 정상 출산에 성공하였다.”에서 계산될 수 있는 임신율이 다음과 같다.

- 주기당 임상적 임신율 ($10/30 = 33.3\%$)
- 주기당 생존아 출산율 ($9/30 = 30.0\%$)
- 난자 채취당 임상적 임신율 ($10/27 = 37.0\%$)
- 난자 채취당 생존아 출산율 ($9/27 = 33.3\%$)
- 배아 이식당 임상적 임신율 ($10/25 = 40.0\%$)
- 배아 이식당 생존아 출산율 ($9/25 = 36.0\%$)

일련의 현상에 이렇게 많은 통계가 존재하며, 개별 수치도 상이하다. 세세히 살펴보면 개별 수치들도 나름의 가치를 가지고 있는데 난자 채취 성공률은 과배란의 질적 수준을, 배아 이식당 임신율은 배아 관리와 배양 기술을 반영한다.

의료 최종 소비자인 난임 부부에겐 이러한 세부 지표보다는 자신이 체외 수정 기술을 받아 정상 출생아를 얻을 수 있는 가능성을 알고 싶을 뿐이나, 임상

에 따라 가중치를 두는 부분은 달라진다. 예를 들어 난임 클리닉에서는 배아 이식까지 해야 진정한 임신 시도이며 초음파에서 태낭을 발견하고 산과 병원으로 보내기 때문에 자신이 추적할 수 있는 최종 대리 지표는 임상적 임신이라고 판단한다. 그래서 배아 이식 당 임상적 임신율을 발표한다($10/25 = 40.0\%$). 저희 병원은 임신율이 40.0%입니다!

그러나 체외수정 기술을 받은 난임 부부에겐 ‘적절한 난포를 자극받아서 건강한 아이를 낳는다’가 시작이자 종결점이기에 주기당 생존아 출산율인 30.0%(9/30)가 직관적이다. 저 병원은 임신율이 30% 이구나!

이처럼 동일한 현상에 대한 상반된 임신율 이해는 현장에선, 긍정적으로 포장된 채 유통되고 있다. 예를 들어 임신율 홍보를 가상해서 적어본다면 다음과 같다.

1. X 체외수정클리닉에서는 이전에 x 병원이었으며, 현재 성공률이 38%이다.
2. Y 체외수정클리닉에서는 34.5%의 성공률을 기록하였다.
3. Z 의료진은 최근 1개 대신 3개의 수정 난자를 이식함으로써 거의 60%의 임신율을 기록하였다.
4. A 클리닉에서 나온 의료진들은 기존의 IVF 기술에서 약간의 변형을 가함으로써, 임신율을 40%까지 올렸고 이는 다른 시험관 아이보다 거의 10% 높은 수치이다. 이는 정상 임신율보다 5% 이상 높다.

이러한 수치 발표가 허구는 아니다. 다만, 발표 내용을 약간 조작함으로써 (통상적으로 예상되는) 임신율보다 더 많은 임신에 도달했던 것처럼 보이게 만든 것뿐이다.

진실을 왜곡하지는 않았으나, 부풀리게 보이게 하고 이러한 현상이 만연되는 이유가 뭘까? 아마도 그 기저에 난임 클리닉의 속성과 클리닉 간의 ‘과다 경쟁’이 깔려 있기 때문인 듯싶다. 체외 수정 기술은 팀 전체가 한꺼번에 움직이는 시스템이며, 복잡하고 고비용의 연구실 장비가 절대적이다. 최신 시스템과 경

쟁력이 있는 연구원들, 다수의 난임 전문 의료진으로 구성된 비교적 큰 병원은 당연히 어느 정도 수의 환자군을 치료해야 운영이 가능하다. 그러나 몇몇 난임 클리닉을 제외하곤 대부분의 난임 클리닉은 그렇지 못하며, 원가 상승과 시술 비용 상승으로 허덕이고 있다. 과거 난임 시술이 고비용이고 비보험인데다, 그렇게 높지 않는 생존아 비율로 인해 기대 요법을 취했던 사실을 반추해 보면, 현재 시술 당 생존아 비율이 그렇게 획기적으로 상승한 것 같지도 않아 보인다. 그렇다고 현재 지출되어야 하는 체외 수정 시술 비용은 대부분이 고정 비용이어서 유연성을 갖지 못한 것 같으며, 보험 문제로도 해결될 것 같지도 않는다. 밤을 새고 노력해 봐야 1~2% 정도의 상승을 겨우 올리고 있을 뿐, 시술 임신율이 획기적으로 상승하여 수요를 끌어 올릴 수 있을 것 같지도 않다.

이처럼 여러 임신율에 대해 개별 클리닉은 매우 민감하게 반응하며, “임신율에 관한 합리적 공통 의견”에 대해 서로 상이한 생각을 하고 촉각을 세우고 있다. 그러므로 어설픈 자료를 생성하여 공표하면 엄청난 잡음이 예상되고 보조생식술 의료시장을 왜곡시킬 가능성이 높아지기 때문에 발표를 미루고 있는 듯 보인다. 실제 임신율이 난임 부부의 연령, 난임 기간,

인종, 시술 종류 및 방법, 사용 약물, 이식 배아 수, 환경 등 여러 요인에 의해 달라지므로 조심스러운 해석이 필요하다는 주장도 엄연히 존재하고 있다.

그렇다면 체외 수정 시술 결과의 신뢰도와 완결도를 유지하면서 안정적으로 난임 치료가 이루어질 수 있을까? 많은 사람들이 체외 수정 시술 관련 법령 수립이 시급하다고 언급하고 있다. 이는 몇 가지 주요 부분이 명확해져 윤리적 판단이 가능해진다는 점에서 의미가 있다. 첫째 법적 근거가 없는 시술비 지원 사업이 안정적으로 운영될 것이다. 둘째, 담당 부처 설립이 가능해져 관련 통계 생산과 홍보가 이루어질 수 있을 것이다. 셋째, (사회적 구속력을 가지고 있는 국가 기관이 업무를 담당하지 않으며, 법적 기반도 없는 상태에서) 생존아 수를 확인해야 하는 상황에서 탈피하여, 난임 부부에게 정말 도움이 되는 출산아 자료를 얻을 수 있을 것이다. 넷째, 이러한 근거 창출로 좀 더 바람직하고 윤리적일 수 있는 행위가 무엇인지에 대한 사회적 공감대 형성이 가능해질 것이다. 외래 현장에서 난임 부부 시술에 윤리적 판단을 할 수 있게 윤리적 측면을 다루는 생명윤리 및 안전에 관한 법령과 함께 보조생식술 질관리와 안전성을 확보하기 위한 법령 제정이 시급한 지점이라 할 수 있다. ●

아이의 입장에서 본 보조생식술의 의미

김은애

이화여대 생명의료법연구소 연구교수

1. 들어가며

사람들은 도대체 왜 아이를 낳으려는 것인가? 아이를 낳는 일은 단지 “아이가 있음으로 인해” 자신과 주변 사람들이 행복한 삶을 살기 위해서가 아니라 “아 이와 함께” 자신과 주변 사람들까지도 행복한 삶을 살기 위해서 이루어지는 일이어야 하지 않는가? 더구나 아이를 낳는 일이 우연히 이루어지는 것이 아니라 다분히 의도한 바에 따라 이루어지는 일이라면, 그리고 인간이 모든 것을 선택할 수 있지만 자신이 누구에게서 언제 어떻게 태어날 것인지에 대해서는 자신의 선택대로 하는 것이 불가능하다는 점을 생각한다면, 의도에 의해서지만 의도치 않게 태어나는 아이의 입장에 대해서도 아이를 낳으려는 당사자들이나 그 주변 사람들의 입장만큼이나 진지한 고려와 충분한 배려가 필요하지 않은가?

낙태나 인공임신중절의 윤리적 사회적 문제에 대해 논함에 있어 태어는 매우 중요한 당사자로 여겨지고 있고, 그런 만큼 그 입장에 대해서도 이야기가 되고 있다. 이에는 여러 가지 이유가 있지만, 그 대표적인 이유는 태어는 생명을 가진 존재로서 낙태나 인공임신중절이 자신의 삶과 죽음의 문제와 맞닿아 있고, 스스로 자신의 목소리를 직접 낼 수 없는 상황이며, 자신의 선택이 아닌 누군가의 결정에 의해 자신의 인생이 본인의 의지와 달리 좌지우지될 수 있기에 누

군가가 이의 입장을 반드시 대변해주어야 한다는 점 때문일 것이다. 그러나 이와 비교할 때, 보조생식술의 윤리적 사회적 법적 문제에 대해 논함에 있어 태어나는 아이는 과연 매우 중요한 당사자로 여겨질 이유가 없는가? 보조생식술의 이용의 본래적인 목적상 이를 통해 태어나는 아이는 삶의 문제에만 맞닿아 있을 뿐 죽음의 문제와는 맞닿아 있지 않기는 하지만, 보조생식술로 인해 건강에 문제가 있는 상태에서 태어날 수도 있고, 스스로 자신의 목소리를 직접 낼 수 없는 상황에 있으면서 자신의 선택이 아닌 누군가의 결정에 의해 본인의 의지와 관계없이 태어나게 된다는 점에 있어서는 이 아이 역시도 누군가가 이의 입장도 반드시 대변해줄 수 있어야 할 것이다. 태어나는 아이는 태어나 삶을 누릴 수 있다는 이유 자체만으로도, 그 무엇보다도 비교할 수 없는 생명을 얻었다는 사실 자체만으로 무조건 스스로가 축복이라고만 여겨야 하고 보조생식술에 대해 아무런 문제제기를 할 수 없는 것인가?

태어나는 아이의 법적 부모와 유전적 생물학적 부모는 일반적으로 일치한다. 그러나 보조생식술을 이용함에 있어 제3자가 생식세포 기증자나 대리모로 개입되는 경우가 있을 수 있고, 이러한 경우 법적 부모와 유전적 생물학적 부모는 일치되지 않을 수밖에 없다. 그리고 보조생식술을 이용하는 과정에서 생식세포나 배아에 대한 선별이나 이식에 있어서도 의도에

따른 개입이 이루어질 수 있는데, 이는 태어나는 아이의 건강 문제와 직결될 수밖에 없다. 이러한 상황들이 바로 아이의 입장에서 보조생식술을 바라보아야 하는 이유인 것이다. 이렇듯 보조생식술은 단지 아이를 태어나게 하는 방법인 것만이 아니라 태어나는 아이가 처해지는 상황에까지 영향을 주는 방법인 것이다. 이에 이하에서는 보조생식술이 가지고 있는 여러 가지 윤리적 사회적 법적 문제 중 특히 생식세포 제공자나 대리모와 같은 제3자가 개입되는 방식의 보조생식술을 통해 태어나는 아이의 입장에서 가장 중요하다고 할 수 있는 아이의 법적 지위 및 양육 받을 권리, 그리고 유전적 생물학적 부모에 대한 아이의 알 권리를 중심으로 하여 살펴보고자 한다. 이를 통해, 아이를 낳으려는 당사자들이나 그 주변 사람들의 입장만큼이나 아이의 입장에 대해서도 진지한 고려와 충분한 배려가 필요하지 않은지에 대해 생각해 보는 기회를 갖고자 한다.

2. 자(子)로서의 법적 지위 및 양육 받을 권리와 관련하여

2007년 우리나라에서 비배우자간 보조생식술 출생자 친생부인 소송에 대한 판결이 있었다.¹⁾ 남편이 무정자증이어서 임신이 되지 않자 부부가 합의하여 다른 사람으로부터 정자를 제공받아 아이를 낳게 되었는데, 부부가 이혼을 한 후 남편이 태어난 아이가 유전적으로 자신의 자식이 아니라는 사실을 뒤늦게 알았다고 하면서 친자관계가 성립하지 않는 것으로 법적 관계를 바로잡아 줄 것을 요청한 사건에 대한 판결이었다. 남편은 아내가 자신 몰래 다른 사람의 정자를 제공받아 아이를 낳았고, 자신은 이러한 사실을 모르는 상태에서 아이에 대해 자신을 아버지로 하여 출생신고를 하였다는 내용을 근거로 친생부인이 당연하다고 주장하였다. 다행스럽게도, 보조생식술이 이루어진 병원에 이 부부가 작성한 동의서가 보관되어 있

었고, 여기에는 남편이 무정자증이기 때문에 다른 사람의 정자를 제공받아 임신을 시도하게 될 것이므로 이를 통해 태어나는 아이를 정상적으로 양육함은 물론 아이와 관련해서나 보조생식술의 이용과 관련하여 도덕적 사회적 법적 문제를 포함한 모든 문제에 대한 책임을 부부가 지겠다는 내용이 적시되어 있었다. 이에 부부가 비록 이혼을 했고 아이가 아버지와 유전적 연관성이 전혀 없다고 하더라도 민법상 신의성실 원칙, 즉 권리의 행사와 의무의 이행은 신의에 좇아 성실히 하여야 한다는 원칙에 의거하여 친생부인이 불가능한 것으로 판결이 내려졌다.

결과적으로 아이는 자신의 법적 아버지를 잃지 않을 수 있었고, 그에 따라 법적 아버지에 의해 양육을 받을 권리까지도 사실상 보장받을 수 있었던 것이다. 그러나 일반적인 아이들의 경우 너무나도 당연한 일을, 이 아이는 재판을 통해서 보장받아야만 했던 것이라는 점에서 우리는 주목하여야 한다. 위 사건에서 아이의 친생을 부인하고자 했던 남성은 자신의 정자를 사용하지 못하기 때문에 자신과 유전적인 연관성이 없는 아이가 태어날 것임을 분명 알면서도 아이의 출생을 자발적으로 의도했다. 그러나 결국에는 자신과 아이 사이에 유전적인 연관성이 없다는 이유로 이 아이가 자신의 아이가 아니며, 이러한 사실을 법적으로 확인받아 아이에 대한 양육의 의무에서 완전히 벗어나고자 한 것이다. 이에, 사실상 아무런 영문도 모른 채 태어난 아이는 자신의 출생이 자신의 의도와 무관했다고 이제 와서 주장하고 있는 사람에 의해 사실은 의도되었던 것이었음을, 그리고 비록 자신이 법적 아버지와 유전적인 연관성이 전혀 없을 뿐만 아니라 심지어 자신에 대한 인간적인 애정조차 남아있지 않을 수 있는 사람에 의해 그래도 자신이 양육 받을 수 있어야 함을 재판을 통해 확인받았어야만 했던 것이다. 이 아이가 법적 지위에 있어서나 현실적인 양육 환경에 있어 이러한 불안함을 감당하여야 하는 책임이 과연 이 아이에게 있는가? 그렇다면 우리는 보조생식술을 통해 태어나는 아이, 특히 생식세포 제공자가 개입된 보

1) 대구지법 가정지원 2007.8.23. 선고 2006드단22397 판결

조생식술을 통해 태어나는 아이의 복리를 위해 어떤 일을 해야 할 것인지에 대해 고민하지 않을 수 없을 것이다.

얼마 전 태국에서는 대리출산을 의뢰받은 태국여성 이 보조생식술을 통해 쌍둥이를 낳았으나 대리출산을 의뢰한 호주인 부부가 이들 중 다운증후군과 심장 질환을 갖고 태어난 남자 아이는 버려둔 채 건강한 여자 아이만을 데려가 문제가 된 사건이 있었다.²⁾ 이 사건에서는 아이의 출생을 의도했을 뿐만 아니라 아이에 대한 모든 책임을 지기로 하고 대리출산을 의뢰한 부부가 태어난 아이가 장애를 가지고 있다는 이유로 사실상 아이를 버린 행동을 했을 뿐만 아니라 이미 임신 당시에 아이가 이러한 장애를 가지고 있다는 사실을 알게 되자 추가로 금전을 지급하겠다고 하며 낙태를 종용했었다는 사실이 있었다는 점이 가장 큰 문제였다. 하지만 이뿐만이 아니라 대리출산을 의뢰한 부부 중 남편에게는 아동성범죄를 저지른 혐의로 기소된 전력이 있다는 점, 그리고 이들 부부가 이러한 행동을 한 이유로 자신들에게는 두 아이를 모두 부양할만한 능력이 없다는 점을 들었다는 것도 문제였다. 그나마 다행스러운 것은, 아이를 낳은 대리모가 비록 자신도 형편이 좋지 않으나 자신이 낳았기에 아이에 대한 모든 책임을 지고 양육하겠다는 의사를 밝혔고, 이러한 사건이 대중매체를 통해 전 세계적으로 알려지면서 아이의 양육과 질병치료를 돕기 위한 도움의 손길이 답지하고 있어 아이와 대리모 모두에게 작게나마 보탬이 될 수 있게 되었다는 점이다.

그러나 이 일에서 가장 상처를 받은 사람은 누구일까? 임신 기간 동안 낙태 요구에 저항하느라 스트레스를 받았고 장애와 질병을 가진 아이를 양육하기 위

해 고생할 대리모도 있지만, 자신의 출생에 대해 아무런 영향력을 행사할 수 없었고 자신이 차별받고 버려지는 상황에 처하게 될 것으로 생각조차 하지 못하고 태어난 아이가 아닐까? 최근 기사에 의하면 우리나라에서도 대리모가 보조생식술에 개입되는 경우가 상당수 있는 것으로 보도되고 있다.³⁾ 이에 앞서 말한 사건은 비록 외국에서 발생한 일이지만 우리나라에서도 앞으로 충분히 발생 가능성이 있는 사건이라고 할 수 있다. 그렇다면 우리는 보조생식술을 통해 태어나는 아이, 특히 대리모가 개입된 보조생식술을 통해 태어나는 아이의 복리를 위해 어떤 일을 해야 할 것인지에 대해 고민하지 않을 수 없을 것이다.

제3자가 개입되는 보조생식술을 통해 태어나는 아이의 자로서의 법적 지위 및 양육 받을 권리와 관련하여 현재 우리나라에 직접적인 법 규정은 없다. 앞의 예에서도 알 수 있듯이 민법상으로는 혼인 중에 임신된 아이는 임신한 여성의 배우자의 아이로 추정되지만(제844조 제1항), 부부 일방은 사유가 있는 경우 그 아이가 친생자임을 부인하는 소를 제기할 수 있다(제846조). 혼인 중에 임신된 아이는 임신한 여성의 배우자의 아이로 간주되는 것이 아니라 추정될 뿐이라는 점에서 누구나 다 그 아버지와의 관계에 있어서는 확정적인 법적 지위를 갖지 않는 것으로 보일지 모른다. 그러나 부모가 되고자 한 사람들 이외에 그 누구도 개입되지 않은 경우에는 보조생식술이 단지 의학 적 측면에서 도움을 주는 방법에 그칠 뿐 자연적으로 임신이 되어 출산하는 경우와 다르지 않지만, 생식세포 제공자나 대리모와 같은 제3자가 개입된 경우에는 이러한 개입으로 인해 생물학적으로나⁴⁾ 유전적으로⁵⁾ 일반적인 경우와는 분명 다른 상황이 발생하

2) 연합뉴스 2014년 8월 16일 기사 '濠성범죄 전과자, 아동매매에 대리출산 악용 우려'; SBS뉴스 2014년 8월 9일 기사 '태국에서 촉발된 대리모 논란...생명윤리 위반 vs 난임 부부의 희망'; 헤럴드경제 2014년 8월 4일 기사 '태국 대리모 사건으로 본 지구촌 아기공장 실태'; 한겨레 뉴스 2014년 8월 3일 기사 '타이여성이 장애아 낳자 떠남긴 호주인 부부 대리모 출산 시켜놓고 윤리는 나 몰라라' 참조

3) SBS뉴스 2014년 8월 23일 기사 '법망 부재 대리모 출산, 국내서도 은밀한 거래'; 국민일보 2014년 9월 16일 기사 '음지서 번성 중인 대리모 시술(중), 상담에서 신생아 수송까지 전과정 한국어로 상세히 보내와' 참조

4) 임신한 여성이 대리모라면 이러한 민법상의 규정에 의해 아이는 대리임신출산을 의뢰하고 법적 아버지가 되고자 한 자가 아니라 임신부의 배우자, 즉 대리모의 남편의 아이로 추정되어야 하는 것이다. 그리고 법적 어머니가 되고자 하는 사람의 난자를 이용한다면 아이와 법적 어머니 사이에 유전적 연관성은 있을 것이나, 법적 어머니가 임신출산을 직접 하지 않고 대리모가 한다면 이런 경우 역시 아이는

므로 이들과 부모가 되고자 한 사람들 사이의 관계나 여러 가지 문제들로 인해 이러한 추정이 쉽게 부인될 수 있는 여지가 있는 것이다. 또한 현재 보조생식술에 대한 보다 구체적이고 직접적인 규정을 담고 있는 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」에도 보조생식술 중 체외 수정 시술대상자와 생식세포 기증자 그리고 이들의 배우자의 권리 보호와 관계되는 내용만이 포함되어 있을 뿐 제3자가 개입되는 보조생식술을 통해 태어나는 아이의 자로서의 법적 지위 및 양육 받을 권리와 관련한 내용은 포함되어 있지 않다.

영국에서는 보조생식술의 이용과 관련하여 아이의 복리에 대한 해악의 위험성에 대한 평가를 하는 차원에서, 보조생식술을 이용하여 부모가 되고자 하는 사람들이 부모로서의 법적 책임을 다하고 아이의 요구사항을 충족시킬 수 있는 능력을 가지고 있어 실제로 적절하게 부모 역할을 할 수 있는 사람들인지에 대해서 뿐만 아니라 심지어 이러한 아이의 요구사항에 대한 책임을 공유할 뜻이 있는 사람이 가족 내에 있거나 주변에 있는지에 대해서까지도 확인하고 있다고 한다.⁶⁾ 그리고 미국에서는 부모가 되고자 하는 자가

아이를 적절하고도 안전하게 양육할 수 있을지에 대해 확인하여 그러할 수 없을 것으로 판단되는 합리적인 이유가 있는 경우에는 보조생식술의 시행을 유보하도록 생식의학회(ASRM) 차원에서 강력하게 권고하고 있고,⁷⁾ 유럽의 인간생식배아학회(ESHRE)에서도 부모가 되고자 하는 사람들은 아이가 성인이 되기 전까지는 아이의 건강과 복리에 대한 책임을 가지는 사람들이므로 이러한 역할을 충실하게 수행할 수 있는지에 대한 부분이 평가되어야 함을 강조하고 있다.⁸⁾ 또한 국제불임학회연합(International Federation of Fertility Societies)에서 펴낸 자료 <IFFS Surveillance 2010>에 따르면 오스트레일리아, 벨기에, 덴마크, 핀란드, 독일, 그리스, 홍콩, 라트비아, 몬테네그로, 네덜란드, 노르웨이, 포르투갈, 러시아, 슬로베니아, 타이완, 튀니지, 영국 등 17개 국가는 보조생식술을 통해 태어나는 아이의 복리와 관련한 법령을 가지고 있고, 아르헨티나, 오스트레일리아, 이집트, 홍콩, 인도, 아이보리코스트, 일본, 멕시코, 뉴질랜드, 싱가포르, 태국, 미국 등 12개 국가는 관련 가이드라인을 가지고 있는 것으로 보고되었다.⁹⁾ 이 세상

대리임신출산을 의뢰하고 법적 아버지가 되고자 한 자가 아니라 임신부의 배우자, 즉 대리모의 남편의 아이로 추정되어야 하는 것이다.

- 5) 다른 사람의 정자나 난자를 이용하면 법적으로 아버지나 어머니가 되고자 하는 사람과 유전적인 연관성을 가질 수 없을 것이기에, 비록 법적으로 어머니가 되고자 하는 자가 직접 임신출산을 하였다 할지라도 유전적인 측면을 기준으로 친생 여부를 판단한다면 친생이 부인될 여지가 충분하다.
- 6) 이에 대해서는 영국 인간 수정 및 배아 발생에 관한 법률에 따른 인간수정및배아발생관할관청의 시행규정(Code of Practice) 8판 8장 'Welfare of the child' 참조
- 7) Ethics Committee of the American Society for Reproductive Medicine(2013), "Child-rearing ability and the provision of fertility services : a committee opinion" 참조. 물론 이 글에서도 부모가 아이를 적절하고도 안전하게 양육할 수 있을지를 평가하는 문제나 부정적인 평가 근거를 이유로 보조생식술 시행을 거부하는 일 모두 쉬운 일이 아니므로 문서화된 정책과 절차를 마련하는 것이 중요하다고 이야기하고 있고, 단지 신체적인 장애를 가지고 있는 것이 양육 능력에 문제가 있다고 판단하는 근거가 되는 것이 절대로 아니며, 이러한 모든 일들이 태어나는 아이의 복리를 중요하게 여겨야 하고 미래에 아이에게 중대한 해악이 발생한다면 도덕적 의무를 다하지 못한 것이 되어버릴 수도 있다는 우려에서 이야기되는 것임을 설명하고 있다.
- 8) European Society for Human Reproduction and Embryology Task Force on Ethics and Law 13: the welfare of the child in medically assisted reproduction 참조. 이 글에서는 예를 들어 아이에 대한 위협 요소로 부모가 될 사람들에게 에이즈와 같은 감염성 질환이 있어 아이에게 심각한 신체적 위험을 초래할 수 있는 경우와 가정폭력이나 아동학대와 같은 문제가 있어 아이에게 정신적 위험을 초래할 수 있는 경우에 있어서는 아이의 복리가 보장될 수 없으므로 보조생식술을 시행해주시지 않아야 하는 것으로 설명하고 있다.
- 9) Chapter 12, 85쪽 이하 참조. 참고로, 아이의 복리 관련 법령을 가지고 있는 나라들 중 벨기에에는 보조생식술을 이용하여 아이를 낳는 것이 사회적 관점에서 볼 때 바람직한 것인가를 센터가 평가하도록 하고 있고, 이러한 측면에 있어 의심스러운 상황을 걸러내도록 하기 위해 심리학자나 상담가로 하여금 보조생식술을 이용할 사람들을 만나보도록 하고 있다. 그리스에서는 보조생식술을 이용하는 경우 아이의 복리가 주요한 고려사항이 되어야만 하는 것으로 법에 정해져 있고, 네덜란드에서는 센터가 보조생식술 시행 여부를 결정함에 있어 아이의 복리를 고려하도록 요청받고 있다. 노르웨이에서는 태어날 아이의 복리에 주게 될 잠재적인 영향에 대한 평가는 반드시

에 태어나는 아이라면 누구나 자로서의 법적 지위 및 양육 받을 권리를 보장받을 수 있어야만 삶을 안정적으로 살아갈 수 있을 것이다. 특히나 미성년 시기에는 더욱 그러할 것이다. 보조생식술에 있어 제3자가 개입되는 일을 완전히 금지할 수 없다면 제3자가 개입되는 보조생식술을 통해 태어나는 아이의 법적 지위 및 양육 받을 권리가 무조건 보장될 수 있도록 하기 위한 법적 근거가 마련되어야만 할 것이고,¹⁰⁾ 부모가 되려는 사람들과 이들 제3자 모두 이러한 부분에 대해 명확히 이해한 상태에서 이러한 방법의 보조생식술을 이용할 수 있도록 하여 아이의 법적 지위 및 양육받을 권리에 문제가 발생하지 않도록 하여야 할 것이다.¹¹⁾

3. 유전적 생물학적 부모에 대한 아이의 알 권리와 관련하여

얼마 전에는 일본의 한 병원에서 무정자증인 아들을 대신해 그 아버지가 정자를 제공해주는 방식으로 1996년부터 2013년까지 17년간 110쌍이 보조생식술을 이용한 결과 118명의 아이가 태어났다는 사실, 그리고 이밖에도 남편의 형제나 친척이 정자를 제공해주는 방식으로 보조생식술이 이용된 사례도 있었다는 사실이 공개되었다.¹²⁾ 시어머니나 친정어머니가 아이를 낳을 수 없는 며느리나 딸을 대신하여 대리모를 해주는 사례뿐만 아니라, 해외스타들이 대리모를 통해 자녀를 얻는 이야기도 종종 기사를 통해 공개되어

시 수행되어야만 하는 것이므로 보조생식술을 이용하기 전에 이를 이용할 사람들이 정신사회학적 평가를 반드시 받아야 하고, 만약 이 평가에서 기준에 맞지 않는다고 확인되면 이들은 보조생식술을 이용할 수 없도록 되어 있다. 영국에서는 보조생식술 이용에 앞서 보조생식술의 이용이 이를 통해 태어날 아이의 복리뿐만 아니라 이미 존재하는 형제자매의 복리에 대해서까지도 어떠한 영향을 줄 것인지를 결정하기 위해 보조생식술을 이용할 사람들을 둘러싼 사회적 환경에 대한 평가를 실시하도록 하고 있다.

- 10) 이러한 방법을 통해 태어나는 아이 역시 여느 아이들과 마찬가지로 인간으로서의 온전한 권리를 지니므로 아이의 생명권이나 복지권 보장에 대해서는 법률이나 제도가 마련되어야 하고, 이에 있어서는 아이에 대한 책임과 의무를 서로 지켰다고 주장하는 우호적인 경우가 아니라 아이에 대한 책임과 의무를 모두가 다 거부하는 최악의 상태에서도 이러한 권리가 보장될 수 있도록 한다는 점이 고려되어야 한다는 주장에 대해서는 김상득(2008), “비배우자간 보조생식술의 윤리에 관한 연구”, 생명윤리정책연구 제2권 제3호, 이화여자대학교 생명의료법연구소, 285-286면 참조
- 11) 참고로, 정부에 의해 제출되었거나 국회의원에 의해 발의되었으나 채택되지 않은 몇몇 법안들에서 이러한 부분에 대한 규정이 포함되어 있었던 적이 있다. 체외수정 등에 관한 법률안(박재완의원 대표발의, 의안번호 174331, 2006년 4월 28일 발의) 제21조는 제공자와 수혜자 간의 체외수정 또는 인공수정으로 출생한 자의 법률상 지위에 대한 규정이었는 데, 제공자와 수혜자 간의 체외수정 또는 인공수정으로 출생한 자는 수혜자와 그 배우자의 혼인 중 출생자로 간주하고, 수혜자 또는 그 배우자는 제공자와 수혜자 간의 체외수정 또는 인공수정을 원인으로 하여 친생부인의 소를 제기할 수 없으며, 제공자는 제공자와 수혜자 간의 체외수정 또는 인공수정으로 인하여 출생한 자를 인지할 수 없을 뿐만 아니라, 제공자와 수혜자 간의 체외수정 또는 인공수정을 원인으로 하여 친생자관계부존 재확인인의 소를 제기할 수도 없도록 하는 내용이었다. 동 법률안 제22조는 대리출산으로 출생한 자의 법률상 지위에 대한 규정이었는 데, 대리출산으로 출생한 자는 대리출산을 의뢰한 부부의 혼인 중 출생자로 간주하고, 대리모는 대리출산으로 출생한 자를 인지할 수 없고, 대리출산을 원인으로 하여 친생자관계부존재확인인의 소를 제기할 수 없도록 하는 내용이었다. 그리고 의료보조생식에 관한 법률안(양승조의원 대표발의, 의안번호 175175, 2006년 10월 19일 발의) 제5조는 친족관계의 형성절차 등에 대한 규정이었는 데, 의료보조생식을 이용하는 부부는 기증자로부터 제공받은 정자나 난자를 이용하여 태어난 자의 부모가 될 것을 합의한 후 가정보원판사 앞에서 이를 서면으로 확인하여야만 할 뿐만 아니라 이러한 부부의 합의는 의료보조생식 시술 시까지 유효하여야 하고, 부부의 합의가 없는 경우에는 배우자가 아닌 자의 정자나 난자를 이용한 의료보조생식을 금지하는 내용이었다. 또한 제9조는 부모의 지위에 대한 것이었는데, 부부 중 일방이 기증자의 정자나 난자를 이용하여 제5조의 규정에 따른 절차에 따라 의료보조생식을 한 경우 난자를 기증 받은 부(婦)는 모(母), 정자를 기증받은 부(夫)는 부(父)의 지위를 갖는 것으로 본다라는 내용이었다. 이와 더불어 제8조는 기증자와 출생자 간의 관계에 대한 것이었는데, 기증자를 매개로 한 의료보조생식의 경우 기증자와 출생한 자 사이에는 어떠한 친자관계도 발생하지 않고, 기증자는 의료보조생식으로 태어난 자를 인지할 수 없다는 내용이었다. 생식세포 등에 관한 법률안(정부, 의안번호 177703, 2007년 11월 6일 제출) 제25조는 생식세포의 제공 및 그 제한에 대한 것이었는데, 생식세포를 제공받은 자는 생식세포를 제공받았다는 이유로 친생자관계를 부인할 수 없다는 내용이었다. 관련 법적 근거 마련 시 참고하면 좋을 것이라고 생각된다.
- 12) 연합뉴스 2014년 7월 28일 기사 ‘日병원 시아버지 정자·며느리 난자 체외수정 아기 118명, 스와 마터니티 클리닉 17년 통계 … 가족관계 혼란 논란’; 세계일보 2014년 7월 28일 기사 ‘시아버지 정자로 아기 출산한 여성 논란’; 조선일보 2014년 7월 28일 기사 ‘日 여성 79명, 무정자증 남편 대신 시아버지 정자로 임신해 아기 118명 출산 … 가족관계 논란’ 참조

오고 있다.¹³⁾ 물론 이러한 모든 경우들에 있어 부모가 된 자와 제3자뿐만 아니라 그 주변사람들까지도 아이가 이러한 방법을 통해 태어난 사실뿐만 아니라 자신의 유전적 생물학적 부모를 평생 모를 수 있기를 원할 수 있고 실제로 그러할 수도 있다. 하지만 상대적으로는 그렇지 않을 경우도 있음을 생각해보아야 한다. 실제로 일본에서는 제3자의 정자를 이용하여 태어난 100여명의 사람들이 심포지엄을 열어 유전적 아버지를 알 권리를 보장해줄 것을 요구하는 내용의 발표를 하여 화제가 되었던 일이 있었고,¹⁴⁾ 캐나다에서도 제3자의 정자를 이용하여 태어난 한 여성이 생식세포 기증 관련 정보를 일정 기간 이후에는 보관하지 않아도 되도록 하고 있는 법 때문에 자신이 유전적 아버지인 정자제공자에 대해 알 권리가 보장받고 있지 못하다는 이유로 소송을 제기한 일이 있었다.¹⁵⁾

아이의 출생에 생식세포 기증자나 대리모가 개입되는 상황이 윤리적 사회적 법적인 모든 측면에서 논쟁점들을 가지고 있으므로 이러한 방법의 사용과 관계되는 대부분의 사람들은 이러한 사실을 타인에게 알리고 싶어 하지 않을 것이다. 뿐만 아니라 태어나는 아이에게도, 아이가 이러한 사실을 알게 되는 경우에 받을 영향이 우려되어 비밀로 하고 싶어 할 것이다. 그러나 보다 현실적인 문제는, 아이의 출생에 제3자가 개입되었다는 사실이 아이에게 알려질 가능성이 충분하다고 판단되는 경우에 발생할 것이다. 왜냐하면 제3자로부터 생식세포를 제공받거나 대리모를 통

하지 않으면 아이를 얻을 수 없는 사람들은 이러한 공개 가능성에도 불구하고 자신들을 도와줄 수 있는 생식세포 제공자나 대리모를 찾고자 할 수 있기 때문이다. 이러한 방법만이 가능하고 대안이 없는 사람들의 입장에서는 쉽게 포기할 수 있는 일이 아닐 것으로 생각된다. 그러나 반대로 생식세포를 제공하거나 대리모를 하려는 사람들은 적어도 이러한 문제가 직접적으로 자신의 문제가 아니기에 반드시 자신이 생식세포를 제공하거나 대리모를 할 이유가 없으므로, 자신이 누구인지가 아이에게 알려질 가능성이 있음을 감내해야만 생식세포를 제공하거나 대신 임신출산을 해주는 일을 꺼려할 수 있다. 그렇다면 결국 이러한 상황은 제3자의 도움을 받아야만 아이를 얻을 수 있어 그렇게 하고자 하는 사람들을 더욱 힘들게 할 수 있다는 점이다. 실제로 영국에서는 생식세포 제공자가 개입된 보조생식술을 통해 태어난 아이가 18세 이상이 되면 자신의 복리를 위해 자신의 유전적 부모가 누구인지를 알 권리가 있다는 것을 근거로 기증자의 익명성을 보장하지 않기로 인간 수정 및 배아 발생에 관한 법률을 개정하여 2005년부터 시행해오고 있다. 이로 인해 태어난 아이가 생식세포 제공자의 신상 정보에 접근하여 파악할 수 있게 됨에 따라 자신이 드러날 것을 두려워하게 된 탓에 생식세포 제공자가 급격히 감소하였고, 결과적으로는 생식세포를 제공받아야 아이를 얻을 수 있는 사람들이 가장 부정적인 영향을 받고 있는 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 이러한 현상은 생

13) 경향신문 2011년 2월 14일 기사 '대리모가 되어 친손자 낳은 60대 할머니'; 나우뉴스 2010년 11월 10일 기사 '내가 엄마야, 할머니야? 헛갈리는 대리모'; YTN 2008년 3월 9일 기사 '병든 딸 위해 대리모 자청, 손자 낳은 할머니'; 매일경제 2010년 7월 7일 기사 '호날두, 대리모 입 봉하는 댓가로 185억 지급'; 중앙일보 2012년 3월 23일 기사 '섹시스타 리키 마틴 지금은...대리모 통해 쌍둥이 낳아'; 한국경제 2009년 6월 24일 기사 '사라 제시카 파커, 대리모 통해 딸 쌍둥이 출산' 참조

14) 미디어다음 2014년 5월 29일 기사 '정자 제공받아 태어난 일본인들 유전적 아버지 알 권리 보장하라, 병원 측 정보공개 거부 심포지엄 열고 법 제정 요구' 참조

15) CanWest MediaWorks 2012년 11월 28일 기사 'Woman denied info on donor father'; 캐나다 the star 2012년 11월 27일 기사 'B.C. court denies kids' right to know sperm donor identity' 참조

16) BBC 2006년 13월 8일 기사 'IVF donor sperm shortage revealed'; BBC 2006년 10월 6일 기사 'Figures from Scotland's IVF clinics'; HFEA report 2005.11, 'Who are the Donors?' 참조. 그러나 최근 영국에서 조사된 바에 의하면, 법 개정 후 5년 정도 지난 시점인 최근에는 생식세포 제공을 진정 타인을 돕는 일로 여기는 사람들을 중심으로 하여 다시금 생식세포 제공자 수가 약간씩 늘어나고 있다고 한다. 이에 대한 자세한 내용은 U. Shukla, B. Deval, M. Jansa Perez, H. Hamoda, M. Savvas, N. Narvekar(2013), "Sperm donor recruitment, attitudes and provider practices.5 years after the removal of donor anonymity", Human Reproduction, Vol.28, No.3 p.p.676-682 참조

식세포 제공자의 익명성을 보장하는 제도를 폐지하고 공개 가능하도록 하는 정책을 마련한 다른 나라들에서도 비슷하게 나타났던 바 있다.

제3자의 생식세포를 이용한 임신은 그러한 사실에 대해 비밀로 해주는 오랜 전통을 가지고 있었다고 해도 과언이 아니다. 실제로 유전자검사를 통해 유전적 관계를 확실하게 파악할 수 있는 과학적인 방법이 나타나기 전까지는, 생식세포 기증이라는 국제적 프로그램으로서 1973년에 설립된 “Centre d'étude et de conservation des oeufs et du sperme humains (CECOS)”가 처음 조직될 당시에 의사가 2명 이상의 정액을 사용함으로써 어떤 사람의 정자가 사용되었는지를 알 수 없도록 하여 부성(父性)을 고의적으로 혼란시켰던 일이 관행처럼 계속되어왔음을 보아도 알 수 있다.¹⁷⁾ 실제로 세계 최초 체외인공수정아기인 루이스 브라운이 태어난 영국에서 이러한 사례의 발생을 기화로 보조생식술에 대해 정부 차원에서 대처하고자 조사위원회인 위독위원회를 구성하여 보조생식술과 관련한 윤리적 법적 쟁점에 대해 보고서를 제출하도록 한 적이 있는데, 이 위원회도 생식세포 제공을 독려하고 가정의 프라이버시를 보호하여야 한다는 이유로 생식세포 제공자에 대한 익명성 보장의 원칙을 지지하였던 바 있다. 이러한 일들의 근저에는 생식세포 제공자나 대리모의 선의(善意)는 보호받을 수 있어야 하고 이들이 자신이 배운 선의로 인해 오히려 부담을 갖게 되는 상황이 발생하는 것이 적절하지 않을 수 있다는 생각이 자리하고 있었을 것이다. 이에 이들이 개입된 결과로 태어난 아이가 자신의 유전적 생물학

적 부모에 대해 알고자 하는 권리를 인정하는 일은 이러한 이유에서 매우 신중하게 판단해야 할 것이라는 입장¹⁸⁾에 대해서도 충분히 이해할 수 있다.

하지만 아이가 자신의 유전적 생물학적 부모에 대해 알고자 하는 것이 만약 자신이 누구인가에 대한 근본적인 물음에 대해 답을 얻고 스스로 정체성 혼란을 극복하여 안정을 찾기 위한 것이라 한다면, 이러한 이들의 입장도 고려될 수 있어야 한다.¹⁹⁾ 의식주에 전혀 문제가 없더라도 내가 누구인가에 대한 끊임없는 물음에 힘들어하게 된다면 결코 행복한 삶이라고 하기 어려운 것이기 때문이다. 이에 자신의 유전적 생물학적 부모에 대한 아이의 알 권리 보장의 문제도 진지하게 논의되어야만 할 것이다. 오히려 이러한 아이의 알 권리를 보장해주는 것이 이러한 방법을 통해 아이를 낳는 일에 개입하는 모든 사람들이 이에 대해 알고 이해하는 과정을 충분히 거칠 수 있도록 할 것이고 자신들의 결정에 보다 신중을 기할 수 있도록 하는 데에 도움이 될 수도 있어 긍정적인 효과를 발생시킬 수 있지 않을까 하는 측면도 있다. 그러나 안타깝게도 현재 보조생식술에 대한 보다 구체적이고 직접적인 규정을 담고 있는 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」에는 유전적 생물학적 부모에 대한 아이의 알 권리와 관련한 내용은 포함되어 있지 않다. 만약 향후 이러한 아이의 알 권리를 보장해주고자 한다면, 이러한 권리 자체를 보장하는 결과적인 측면만이 아니라 이러한 권리 보장으로 인해 상대적으로 부정적인 영향을 받을 수 있는 부분들을 절차적 방법을 통해 없애거나 줄일 수 있도록 하는 데에 보다 집중하여야 할 것이다.²⁰⁾

17) Ilke Turkmendag, Robert Dingwall, Therese Murphy, “The Removal Of Donor Anonymity In The UK: The Silencing Of Claims By Would-Be Parents”, International Journal of Law, Policy and the Family, p.p.283-310, December, 2008, Oxford University Press

18) 송재일(2012), “사실혼관계의 해소를 조건으로 한 인공수정의 법률관계”, 가족법연구 제26권 1호, 한국가족법학회, 48면 참조. 참고로 아이에게 유전적 질환이 있는 경우와 같이 의학적으로 필요한 경우에는 생식세포 제공자를 알 수 있도록 하여야 하고 이를 위해 생식세포 제공자의 인적사항을 등록해둘 필요가 있다는 견해에 대해서는 윤진수(2008), “보조생식기술의 가족법적 쟁점에 대한 근래의 동향”, 법학 49권 2호, 서울대학교 법학연구소, 78-79면; 박민제(2008), “보조생식의료의 법규제와 친자관계에 관한 연구”, 법학연구 제48권 제2호, 부산대학교 법학연구소, 21-22면 참조

19) 이러한 아이의 권리를 정보권으로 보고 이러한 정보권의 인정 근거가 헌법에 의하여 개인에게 보장되는 인간으로서의 존엄과 가치 및 행복추구권에 있는 것으로 보고 있는 견해에 대해서는 김민중(2002), “생명공학의 발달에 따른 민사법적 과제: 인위적 인간생식 기술을 중심으로”, 민사법학 21호, 한국민사법학회, 27-28면 참조

4. 마치며

최근 상당수의 국내 드라마에서 난임인 부부가 등장하고 있다. 이들 부부는 난임이라는 사실로 인해 매우 힘들어하는 것으로 비춰진다. 그런데 이들이 왜 힘들어하는지를 잘 생각해 보면 이들에게 자녀가 없다는 사실 또는 앞으로 임신출산을 할 수 없다는 것 때문이고, 난임이라는 사실로 인해 본인들이 스스로나 타인들에 의해 받게 되거나 스스로나 타인들에게 주게 될 스트레스 때문인 것이지, 이로 인해 태어날 수 없는 아이에 대한 고려는 없어 보인다. 아이를 낳는 일이 단지 아이가 있음으로 인해 자신과 주변 사람들이 행복한 삶을 살기 위해서라는 목적에 연관되어 있을 뿐, 진정 행복한 삶을 사는 아이와 함께 자신과 주변 사람들까지도 행복한 삶을 살기 위해서라는 목적까지는 생각이 닿지 않는 탓일 것이다.

누군가가 인생은 탄생과 죽음 사이의 선택이라고 했는가? 이는 모든 인간은 인생을 살아가면서 매 순간 선택이라는 것을 하여야 할 만큼 수많은 선택의 기로에 직면하면서 살아간다는 사실만을 말하고자 했던 것이 아니라, 인간이 선택의 자유를 누릴 수 있는 만큼 자신이 선택한 바에 대해서는 그로 인한 어떤 결과에 대해서도 스스로 책임을 져야 한다는 것까지를 말하고자 했던 것이라고 이해되고 있다. 아이가 태어나고 살아간다는 사실이 누군가가 함께 기뻐할 수 있는

사실이여야 한다는 것도 중요하지만 누구보다도 아이는 스스로 행복할 수 있게 태어나 살아갈 수 있어야 한다. 선택, 이것은 절대로 보조생식술을 통해 태어나는 아이가 하는 것이 아니다. 사실 그 어떤 아이도 자신의 탄생에 대해서는 선택이라는 것을 할 수 없다. 그렇다면 선택을 하는 사람들이 그 선택에 따른 모든 문제에 대한 책임을 져야 하지 않을까? 비단 아이의 출생이라는 선택에 직접적으로 개입했던 부모가 되고자 한 사람들과 생식세포를 제공해주거나 임신출산을 대신해주는 방식으로 간접적으로 개입했던 제3자들 뿐만 아니라, 이들을 둘러싸고 이들과 함께 사회를 살아가는 우리 모두가 이러한 선택을 하거나 선택에 영향을 주지 않았을까?

현재 우리나라에서는 보조생식술의 이용이 이미 보편화된 상태에 이르렀다고 해도 과언이 아니다. 하지만 부모가 되고자 하는 사람들이나 보조생식술에 개입하는 제3자의 입장이 주로 중요하게 고려되었을 뿐, 실제로는 보조생식술로 인해 가장 직접적으로 영향을 받을 당사자인 아이의 입장은 정작 깊이가 있게 고려되지 못하고 있다. 이 글에서는 미처 다 다루지 못하였으나, 아이의 복리와 관련해서는 앞서 언급된 내용 외에도 착상전유전자진단과 배아이식술 등과 관련하여 아이의 건강과 관련된 쟁점,²¹⁾ 생식세포 제공자나 대리모로 개입하는 사람들의 범주, 특히 이들이 부모가 되고자 하는 이들의 근친인 경우와 관련하여

20) 참고로, 앞서 살펴본 법안들에 이러한 부분에 대한 규정도 포함되어 있었다. 체외수정 등에 관한 법률안 제20조는 기록의 열람 등에 대한 규정이었었는데, 체외수정관리본부의 장은 체외수정기술로 출생한 만 20세 이상의 출생자가 요구하는 경우 생식세포의 제공 및 체외수정에 관한 기록의 열람을 허용하거나 사본을 교부하도록 하는 내용이었다. 그리고 생식세포 등에 관한 법률안 제29조는 기록의 열람 등에 대한 규정이었었는데, 기증된 생식세포로 태어난 아이가 성인이 된 후 기증자에 대한 자료의 열람을 요청하는 경우에는 생식세포의 기증자가 공개에 동의한 정보에 한정하여 보건복지부장관이 그 자료를 아이가 열람하게 하거나 아이에게 사본을 발급할 수 있도록 하는 내용이었다. 반면 의료보조생식에 관한 법률안 제12조는 의료보조생식관리센터에 대한 규정이었었는데, 의료보조생식센터는 기증자의 익명성을 보장하는 것을 원칙으로 하되, 의료보조생식으로 태어난 자에게 중대하고 명백한 이익이 있을 경우에는 이에 관한 기록을 법원에 제출할 수 있도록 하는 내용이었다. 관련 법적 근거 마련 시 참고하면 좋을 것이라고 생각된다.

21) 얼마 전 미국 하버드대 연구팀에서 근디스트로피 등 수천종의 질병을 유발하는 염색체나 유전자의 이상을 90% 이상의 정확도로 판단하여 한 번에 발견하는 방법을 개발했다고 발표했다(메디파나 뉴스 2014년 1월 3일 기사 '수정전 난자 파괴 않고 유전자이상 한번에 진단, 부모 요구하는 아기 낳는 디자이너 베이비 현실화 우려' 참조). 이렇듯 착상전유전자진단의 경우 유전질환이 우려되는 배아가 이식되는 경우를 사전에 막아줄 수 있어 아이의 건강에 긍정적인 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 측면이 있는 반면, 지나친 경우 부모가 원하는 유전성을 가진 아이를 낳고자 하는때까지 이를 수 있는 문제점이 있다. 배아이식의 경우 임신 성공률을 높이기 위해서는 다배아이식이 적절할 수 있으나 그만큼 다태임신의 발생 가능성이 높아져 아이뿐만 아니라 임신부의 건강에까지 부정적인 영향을 줄 수 있다.

가족관계에 대한 아이의 혼란과 관련된 쟁점²²⁾ 등이 있다.

물론 모든 사람들이 아이의 복리가 중요하다는 것을 인정하지만, 부모가 되고자 하는 사람들이나 생식세포 제공자나 대리모로서 개입하는 제3자의 입장이거나 이들의 권리를 감안하면 실제로는 상호 대립되는 부분도 있기 때문에 아이의 복리를 위해 보조생식술 관련 사항에 대한 합의를 이루어내는 것은 현실적으로 매우 어려운 일일 수밖에 없다.²³⁾ 그러나 아이 역시, 보조생식술 이용의 당사자이므로 아이의 입장에 대한 진지한 고려와 충분한 배려가 필요하다는 것은

당연함에도 불구하고, 이렇듯 현실적인 어려움이 있다는 것은 곧 아이의 입장이 적절히 고려되지 않을 수도 있음을 의미하는 것일 수도 있지 않을까 하여 우려된다. 행복을 위해 아이를 낳는 것이라면 태어난 아이부터가 행복해야 하는 것이 당연하고, 이를 위해서는 아이의 복리에 대한 보호가 전제되어야만 할 것이다. 그러므로 이제는 우리나라에서도 아이의 복리를 보호하기 위한 법적 근거와 제도가 마련될 수 있기를, 그리고 이에 앞서 보조생식술과 아이의 복리 간의 관계에 대한 사회적 차원에서의 논의가 보다 활발하고 폭넓게 이루어질 수 있기를 기대한다. 🍀

22) 근친으로부터 생식세포를 제공받거나 근친이 대리모를 해주는 경우에 대해 미국 생식의학회에서는 이들 간의 혈연관계로 인해 가족관계가 우호적일 수 있어 아이의 복리에 도움이 될 것이라는 점에서는 긍정적인 측면이 있으나 한편으로는 오히려 가족관계가 복잡해져 아이의 복리에 문제가 발생할 수 있을 것이라는 우려가 있음을 지적하고 있다. 그러므로 이러한 경우 상담과 동의 절차를 잘 거칠 뿐만 아니라 법적인 부분에 대해서까지 확인함으로써 추후 발생 가능한 문제에 최대한 대비하는 것이 중요하다고 설명하고 있다. 이에 대한 보다 자세한 사항은 The Ethics Committee of the American Society for Reproductive Medicine(2012), "Using family members as gamete donors or surrogates" 참조

23) 이에 아이의 복리를 최대한 보장하고자 하는 경우를 상정하여 판단해보는 일과 최소한 보장되어야 하는 아이의 복리를 중심으로 판단해보는 일, 그리고 합리적인 수준에서 아이의 복리를 보장하고자 하는 경우를 전제로 판단해보는 일을 통해 이러한 판단의 가치와 근거뿐만 아니라 현실적인 문제점과 대안에 대한 생각까지도 헤벌 수 있는 것이 중요할 것으로 생각된다. 이에 대한 보다 자세한 사항은 Guido Pennings(1999), "Measuring the welfare of the child : in search of the appropriate evaluation principle", Human Reproduction vol.14 no.5, p.p.1146-1150 참조

생명윤리포럼

Bioethics Forum

제3권 제4호(2014년 12월)

융합기술의 발전과 현재

융합기술의 두 기원에 관한 소고 • 79

하대청

국가생명윤리정책연구원 교육지원팀장

나노기술의 의료적 이용: 희망과 문제들 • 84

이진규

서울대학교 화학부 교수

의생명정보학: IT와 BT, HT의 만남 • 89

신수용

서울아산병원 의생명정보학과 교수

첨단 뉴로테크놀로지 - 뇌 기계 인터페이스 기술 • 93

전성찬

광주과학기술원 정보통신공학부 교수



KoNIBP
재단 국가생명윤리정책연구원
KOREA NATIONAL INSTITUTE FOR BIETHICS POLICY

융합기술의 두 기원에 관한 소고

하대청

국가생명윤리정책연구원 교육지원팀장

생명윤리를 어떻게 정의하는가에 따라 그 역할 규정도 다를 수 있지만, 대체로 새로운 기술발전이 던져주는 윤리적 도전을 숙고하고 해명하는 것을 그 역할에 포함시키는 데에는 큰 이견이 없을 듯하다. 생명윤리가 직면하는 새로운 윤리적 도전을 논의할 때 그동안 20세기 후반에 급격히 성장한 생명과학기술(biotechnology)이 대표적인 기술로 언급되어 왔지만, 최근에는 이머징 테크놀로지(emerging technologies)나 융합기술(converging technologies)이 자주 회자되고 있다. 올해 프랑스 파리에서 열린 유네스코 국제생명윤리위원회/정부간생명윤리위원회(IBC/IGBC) 연석회의에서도 융합기술의 윤리적 측면의 세계적 성찰이라는 제목의 세션으로 논의되기도 했다.

미지의 영역을 개척하면서 새롭게 부상하는 기술들을 일컫는 이머징 테크놀로지는 다양한 기술들을 아우르지만, 최근 들어 가장 유력한 것으로 “융합기술(converging technology)”을 꼽는 이들이 많아졌다. 융합을 미래의 생산력과 창의성의 기반으로 보는 학문적·정책적 관점과 맞물려 이 융합기술은 국내에서도 크게 주목받고 있지만, 그 정의는 여전히 확고한 편은 아닌 것으로 보인다. 모든 종류의 과학기술 사이의 협력적 연구를 뜻하는 것으로 사용되기도 하지만(이인식 외, 2011), 이 글에서는 융합기술을 새롭게 정의하기 보다는 그 기원에 해당하는 두 보고서를 살

펴보면서 융합기술의 정의가 갖는 의미를 탐색해보고자 한다. 이는 융합기술을 이미 견고하게 확립된 기술적 용어나 현실이라기보다는 특정한 사회적 맥락 속에서 정의되고 의미가 부여되는 개념으로 보려는 시도이다. 이를 위해 이 글은 융합기술이라는 용어를 처음 정의한 미국의 보고서와 그 기술을 달리 정의한 유럽의 보고서를 함께 비교해보면서 그 특징을 살펴보고자 한다. 이런 비교는 단지 융합기술의 의미를 명확히 해줄 뿐만 아니라 기술과 사회의 관계에 대한 또 다른 함의를 제공해줄 수 있을 것이다.

융합기술의 기원 - NBIC

융합기술이란 용어가 등장해 공적으로 주목을 받게 된 계기로 흔히 2002년 미국에서 발간된 한 보고서를 언급한다. “융합(convergence)”이라는 용어는 이미 컴퓨터, 방송, 통신, 출판 등이 결합하는 디지털 융합(디지털 컨버전스, digital convergence)처럼 널리 사용되고 있었지만, “융합기술(converging technologies)”을 별도로 정식화한 것은 이 때부터였다. 미국 국립과학재단(National Science Foundation)과 상무성(Department of Commerce)의 지원을 받아 로코(Mihail Roco) 박사와 베인브리지(William Sims Bainbridge) 박사 등은 「인간 능력 향상을 위한 융합

기술: 나노기술, 바이오기술, 정보기술과 인지과학 (Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive Sciences),」이라는 제목의 보고서를 냈다(Roco & Bainbridge, 2003).

50여 명의 전문가들이 5개의 주제별로 나누어 연구하고 토론한 결과물인 이 보고서는 나노기술이 급속히 발전하면서 과거에는 상이한 영역이었던 4개의 과학기술들이 서로 통합되면서 시너지 효과를 이뤄낼 것으로 보았다. 이 보고서는 이 4개의 과학기술로, 나노과학과 나노기술(Nanotechnology), 유전공학을 포함한 바이오기술과 생의학(Biotechnology), 첨단 컴퓨팅과 커뮤니케이션을 포함한 정보기술 (Information technology), 인지신경과학을 포함한 인지과학(Cognitive science)을 선정하고 이들이 빠른 속도로 발전하면서 서로 융합하는 것을 “융합기술”이라 불렀다. 무엇보다 나노기술이 나노 크기에서 물질을 조작할 수 있는 수단을 제공하면서 이 기술들의 구성단위라고 할 수 있는 원자, 유전자, 전자, 신경세포들이 통합적으로 통제될 수 있게 되었다는 것이 이런 인식의 가장 큰 근거였다. 이 보고서는 융합기술을, 4개의 구성기술들의 이니셜을 빌어 “NBIC(Nano-Bio-Info-Cogno)” 융합이라고 부르고, 2개의 기술들이 결합하는 양자간 융합도 가능하지만 삼자간 혹은 사자간의 융합도 가능하다고 하며 이런 구상을 “NBIC 사면체”로 간단히 형상화했다(〈그림1〉 참조).

나노물질로 만든 표적항암제처럼 나노기술과 생의학이 결합하는 나노의학(Nano-Bio), 생의학과 정보기술이 결합되는 의생명정보학(Bio-info), 생의학, 정보기술, 인지신경과학이 결합된 뇌-기계 인터페이스나 웨어러블(wearable) 컴퓨터(Bio-info-Cogno) 등은 이런 양자간 혹은 삼자간 융합의 예들이다. 이 보고서에서 저자들은 이런 다양한 융합기술이 인간의 인지와 의사소통능력, 학습과 교육, 건강과 물리적 능력, 경제적 생산성과 국가안보 등에서 여러 혜택을 가

〈그림 1〉 NBIC 4면체(출처: Roco & Bainbridge, 2003)

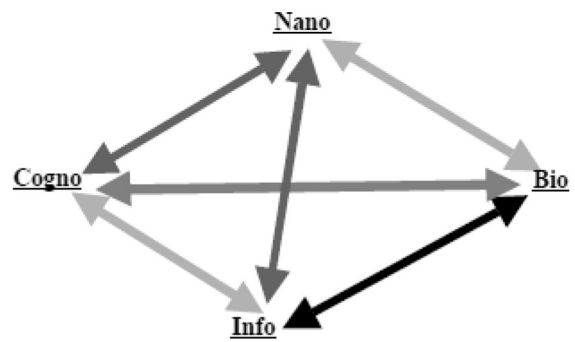


Figure 1. NBIC tetrahedron.

저울 수 있다고 주장했다. 하지만 보고서 책임자였던 로코박사가 국립 나노기술 이니셔티브(National Nanotechnology Initiative, NNI)를 이끌고 있던 인물이었다고 융합기술을 가능하게 하는 핵심기술로 나노기술이 상정되어 있어서, 이런 비전들은 나노기술에 대한 관심과 지원을 끌어내기 위한 전략이었다는 비판도 있었다(Andler et al, 2008).

이 보고서에서 크게 눈에 띄는 점은 보고서 제목에서 확인할 수 있듯이, 융합기술을 통해 인간능력의 향상(improvement) 혹은 증강(enhancement)이 가능하다는 점을 강조하고 있다는 것이다. 인간의 감각, 인지, 지능, 육체적 능력, 건강과 수명 등은 더 이상 자연적 본성에 따른 피할 수 없는 한계가 아니다. 보고서 저자들에 따르면, 뇌-기계 인터페이스, 인공지능, 유전자치료 등의 융합기술의 도움을 받아 이 자연적 본성은 얼마든지 변화 내지 강화될 수 있으며 이런 기술들은 평범한 사람들뿐만 아니라 군인의 전투능력 향상을 가져오면서 국가안보에도 기여할 수 있다. 이렇게 NBIC 융합기술 보고서는 “인간 증강(human enhancement)”을 기술발전의 중요한 모티브로 부각시켰으며 이를 군사적 목적과 연계시켰다. 인간증강을 기술적 목표와 비전으로 삼는 이런 시각은 이후 이에 대한 윤리적 논쟁과 포스트휴먼(posthuman) 또는 트랜스휴먼(transhuman)에 대한 철학적 연구 등을 낳았다.¹⁾

1) 이런 증강기술 사용을 옹호하는 철학적 입장에 대한 대표적 반박은 셸(2010)을 참조. 셸의 입장에 대한 반론은 신상규(2013)를 참조.

다른 한편으로 이 보고서는 기술과 사회의 관계에서 지배적인 기술결정론(technological determinism)과 유사한 시각을 보여주고 있다(Khushf, 2007; Schmidt, 2007). 윤리적 이슈와 사회적 수요에 대해 언급을 하고는 있지만, 기본적으로 저자들은 융합기술의 실현을 필연적이고 자율적인 과정 혹은 기술적 진보의 역사적 결과로 보고 있다. 저자는 우선 지식과 기술의 통합을 “새로운 르네상스 시대” 처럼 역사적 전환기로 규정하고 적절히 대응하지 못하면 기회를 잃거나 위험에 빠질 수 있다고 본다. 보고서 책임저자 중 한명인 베인브리지가 낸 다른 논문은 이런 시각을 잘 예증하고 있다. 그에 따르면 우리 앞에 두 가지 가능한 미래가 있다. 종교적 근본주의들로 갈기갈기 찢겨진 채 과학적 진보가 정체되는 시나리오, 아니면 모든 과학과 기술의 통합이 종교를 대신하고 전통적인 인간조건을 초월하게 해주는 시나리오(Bainbridge, 2007: 198). 이런 이분법적 예측이 너무 단순해 보이기도 하지만 무엇보다 저자는 융합기술의 발전을 종교적 맹목의 굴레에서 벗어나는 근대과학처럼 서술하고 있다. 종교에 대항한 근대과학의 성공이 역사의 진보였던 것처럼 융합기술의 발전 또한 그런 것이며 이 기술을 통한 인간증강도 마찬가지인 것이다. 융합기술의 발전이 과연 그런 종류의 진보에 해당하는지, 또 누구의 입장에서 그런 진보에 해당될 것인지, 더 나아가 진보라고 말하는 것이 과연 어떤 것인지 등에 관해 함께 검토하고 논의하기도 전에, 이미 그런 것으로 간주되고 있으며 이런 기술진보에 대한 신념과 낙관주의는 NBIC 보고서 전체를 관통하고 있다.²⁾

융합기술의 또 다른 기원 - CTEKS

2002년 미국의 NBIC 보고서 이후 유럽연합, 캐나다, 일본 등도 융합기술에 관한 연구를 독자적으로 진행하고 관련 보고서를 발간했다. 특히, 유럽의 접근방식은 미국과는 여러 면에서 차이가 있었다. 2003년 유

럽연합 집행위원회는 20여 명의 과학자, 철학자, 사회학자, 과학기술학자, 법학자, 미래학자 등으로 전문가 그룹을 구성했고 이들은 연구와 토론 끝에 결국 2004년 「융합기술— 유럽사회의 미래 만들기(Converging Technologies — Shaping the Future of European Society)」 이름의 보고서를 제출했다(HLEG, 2004).

이 보고서가 나오기 전 유럽연합 집행위원회는 4가지 기술에 초점을 맞춘 미국의 NBIC 융합과 구분되도록, 유럽의 융합기술 접근을 “유럽 지식사회를 위한 융합기술(Converging Technologies for the European Knowledge Society, CTEKS)”이라고 명명했다. 이런 명칭은 융합기술을 유럽이라는 특정한 맥락에서 요구되는 사회적 수요들에 응하는 방식과 형태로 발전시킨다는 뜻을 포함하고 있었다. 전문가 그룹이 낸 보고서의 제목(“융합기술— 유럽사회의 미래 만들기”)에서도 이런 뜻은 어느 정도 짐작할 수 있다. 인간 능력의 증강이나 개선을 주요 목표로 내건 미국의 NBIC 보고서와 달리, 유럽의 CTEKS 보고서는 유럽사회의 미래를 어떻게 만들 것인지 그리고 융합기술은 이 미래의 형성에 어떻게 기여할 수 있는지를 핵심의제로 삼고 있는 것이다.

융합기술의 발전을 자율적이고 필연적인 기술진보의 도정 위에 올려놓고 그 혜택이 사회의 여러 영역에서 어떻게 실현될 것인지 예측하려 했던 NBIC 보고서와 달리, CTEKS 보고서는 처음부터 융합기술의 전개를 유럽이라는 특수하고 국지적인 맥락에 위치시켜 놓았다. 유럽이 직면하고 있거나 직면하게 될 문제는 무엇인지, 또한 유럽은 어떤 목표와 가치를 지향하는지 등을 검토하고 이런 상황이 유럽에게 어떤 의제를 과제로 던져주고 있는지 살펴보았다. 그리고 이런 의제들에 적절히 대응하는 데 융합기술이 어떤 기여를 할 수 있을 것인지, 어떤 연구프로그램이 앞으로 필요할 것인지 분석하고자 했다. 따라서 CTEKS 보고서는 융합기술의 구체적 형태나 미래 시나리오의 예는 거의 없는데, 이는 사전에 정해진 것이 아니라 앞으로 우리가 결정해야 할 것이라고 보았다. 그래서 보고서

2) 이 때문에 이 보고서에서 질병과 장애는 기술적 도움으로 제거하거나 극복해야 할 대상으로만 그려지고 있다.

에는 융합기술의 예 보다는 오히려 유럽의 지향, 목표와 가치, 의제설정 과정, 절차와 계획에 대한 내용이 대부분이다. 보고서에서 분명히 밝히고 있듯이 융합기술은 항상 어떤 의제설정 요소와 관련 있다. 그 기술이 지향하는 미래상, 선호하는 가치, 희망하는 인간상, 기술과 사회의 관계 등등. CTEK 보고서 저자들은 이런 점을 고려하면 융합기술 발전을 위한 의제와 연구 프로그램은 시민의 참여 속에 충분한 숙의를 거쳐 결정되어야 한다고 본다. 사회의 미래상, 가치, 인간상은 어느 누가 독단적으로 결정할 수 있는 것이 아니라 공동체 구성원이 결정해야 하는 문제라고 보기 때문이다.³⁾ 이런 면에서 볼 때 CTEK 보고서는 기술결정론 보다는 기술과 사회의 공진화(co-evolution)의 시각에 가깝다(Ferrari, 2008). 기술은 이미 기술의 내적 논리에 따라 결정되어 있다기보다는 공동체 구성원의 숙의를 통해 다르게 그려나갈 수 있는 것으로 보고 있는 것이다.

이런 시각은 곳곳에서 발견되는데, 가장 먼저 보고서는 CTEKS 연구 우선순위를 정하기 위해 넓은 범위의 모임(WiCC-initiative)을 구성해 운영할 것을 제안하고 있다. 이 모임에서 초기엔 연구자들이 주제 등을 정하지만 나중에는 다양한 종류의 이해당사자와 일반시민들도 참여해 우선적인 연구의제와 프로그램을 정하도록 한다. 이렇게 ‘넓은 범위의’ 모임을 통해 비로소 유럽의 미래를 위한 융합기술 연구 프로그램이 결정될 수 있다고 보는 것이다. 또한 기술에 대한 시각도 다른데, 예를 들어 기술에 대한 저항은 무지하거나 비합리적인 것으로 간주되지 않는다. NBIC 보고서의 저자들은 융합기술의 약속을 우려하는 목소리에 대해 기술적 진보를 거스르는 종교적 신념처럼 일종의 장애물로 여겼다면, CTEKS 보고서는 “사회적 선택 과정”의 자연스럽고 긍정적인 일부로 보는 것이다. 사회와 양립하는 방식으로 기술의 의제를 선택해야 한다면 그 과정에서 지지와 저항과 반대 등은 자연스

런 과정인 것이다. 이렇게 사회와 기술 발전을 상호 침투할 수 있는 것으로 생각하기 때문에 사회적 가치가 허용하지 않는 기술들은 배제될 수 있다. 이런 맥락에서 이 보고서는 NBIC 보고서에 그토록 강조한 인간증강과 국가안보 부분을 의도적으로 무시하고 있다. 군사적 목적으로 융합기술을 사용하는 것은 유럽이 지향하는 미래 가치와 양립하지 않는다고 보았기 때문이다.

우리의 기원은?

지금까지 살펴본 바와 같이, 융합기술은 한 가지 의미로 존재하는 것이 아니다. 융합기술의 의미와 내용은 확정적으로 정해져 있다기보다는 NBIC 보고서와 CTEKS 보고서가 대조적으로 보여주는 것처럼 전혀 다른 융합기술이 그려질 수 있다. 각자가 처한 입장과 지향하는 미래에 따라 융합기술의 기원을 NBIC 보고서 혹은 CTEK 보고서로 정할 수 있는 것이다. 우리의 경우도 마찬가지로 융합기술의 기원을 NBIC 보고서로 잡느냐 아니면 CTEKS 보고서를 잡는가에 따라 앞으로 우리가 살아가게 될 세계의 모습은 달라질 수 있다. 그리고 이것은 우리가 어떤 세계에 살고 싶은지를 우리 스스로 결정한다는 의미이기도 할 것이다.

[참고문헌]

- 마이클 셸델. 2010. 강명신과 김선욱 역. 『생명의 윤리를 말하다』 동녘.
- 이인식 외. 2011. 『기술의 대융합』 고즈윈.
- 신상규. 2013. ‘트랜스휴머니즘, 세상에서 가장 위험한 생각?’ 이화인문과학원 편. 『인간과 포스트휴머니즘』 이화여자대학교출판부.

3) CTEK 보고서는 융합기술도 다르게 정의하고 있다. 융합기술은 공통의 목적을 달성하기 위해 서로를 가능하게 해주는(enabling) 기술들과 과학지식 시스템이다. 다른 것들을 가능하게 해주는 지식과 기술이기 때문에 NBIC보고서가 말한 4가지 기술 이외에도 다양한 기술들과 심지어 사회과학과 인문학도 포함될 수 있다.

- Roco, Mihail C. et al. 2002. Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/program_converging_tech_sch050127.pdf 검색일. 2014.12.01.
- HLEG(High Level Expert Group on the new Technology Wave), 2004. Converging technology-shaping the future of european societies. http://www.ntnu.no/2020/final_report_en.pdf 검색일. 2014.12.01.
- Andler, Daniel et al. 2008. Converging technologies and their impact on the social sciences and humanities. Final report of the CONTECS project. <http://www.contecs.frahofer.de>. 검색일. 2014.12.01.
- Ferrai, Arianna. 2008. Is it all about human nature? Ethical challenges of converging technologies beyond a polarized debate. *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 21(1): 1-24.
- Bainbridge. William Sims 2007. Converging technologies and human destiny. *Journal of Medicine and philosophy* 32:197-216.
- Khushf, George. 2007. The ethics of NBIC convergence. *Journal of Medicine and philosophy* 32:185-196. 🌐

나노기술의 의료적 이용: 희망과 문제들

이진규

서울대학교 화학부 교수

1. 나노기술이란?

(1) 나노(Nano)의 의미

‘나노’라는 단어는 우리가 길이나 무게, 또는 부피 등의 단위를 말할 때 사용하는 킬로미터(Km), 센티미터(cm), 밀리그램(mg), 마이크로 리터(μ L)와 같이 십진법의 단위로 사용하는 킬로(K, 10³), 센티(c, 10⁻²), 밀리(m, 10⁻³), 또는 마이크로(μ , 10⁻⁶)와 같이 단위를 나타내는 접두사로 마이크로론의 1/1000에 해당하는 10⁻⁹을 의미하며 난장이를 뜻하는 그리스어 nanos에서 유래되었다고 한다. 원자의 크기를 정의하는 방법이 여러 가지이기 때문에 명확하게 표현하기 힘들지만 원자들은 종류에 따라 크기가 다르고 나노미터보다도 더 작은 약 30~300 pm(피코미터, 10⁻¹²m) 정도의 크기를 가진다. 따라서 3차원적으로 볼 때 적어도 한 변의 길이가 나노미터 크기에 이르는 물질인 나노물질의 경우 그 속에는 수~수백 개의 원자를 포함하는 상태가 된다.

나노기술이란 이러한 원자들 또는 원자들이 모여 이루어진 분자들을 원하는 순서대로 배열하여 나노미터 크기를 가지는 새로운 성질의 나노물질을 만들어 내는 기술을 의미한다.

(2) 나노물질이 왜 특별한가?

나노물질이 기존에 알고 있던 커다란(bulk) 고체 덩어리 상태의 물질들과 달리 특별한 성질을 가지게 되는 것은 이들이 단위부피당 표면적이 크다는 점에서 기인된다. 예를 들어 정육면체 주사위 모양을 가지는 물질을 생각할 때, 2×2×2인 형태로 원자 8개가 모여 있으면 모든 원자들은 바깥표면을 접하게 되고, 3×3×3인 형태로 원자 27개가 모여 있으면 1개의 원자는 한 가운데에 있어서 외부에 노출되지 않고 26개가 표면을 접하게 되고, 4×4×4인 형태로 원자 64개가 모여 있으면 내부의 8개의 원자는 외부에 노출되지 않고 56개가 표면을 접하게 된다. 이때 표면에 노출되는 원자의 비율을 계산해 보면 각각 100, 96.3, 87.5%로 크기가 커질수록 점점 표면에 존재하는 원자의 비율이 감소하게 됨을 알 수 있다. 이처럼 물질은 입자의 크기가 작아질수록 표면 원자가 차지하는 비율이 높아지는데 표면을 구성하는 원자들은 내부에 위치한 원자들만큼 충분히 결합을 이루면서 안정해 지지 못하기 때문에 에너지가 높은 상태가 되고, 표면에서도 꼭지점 부분, 모서리 부분, 또는 평면 부분 등 위치에 따라 서로 다른 에너지 상태에 놓이게 된다. 따라서 나노물질들은 벌크(bulk) 상태의 물질들과 동일한 화학조성을 가지더라도 여러 가지의 상태의 보다 높은 새로운 원자당 에너지를 가지고 있는 셈이다. 이러한 효과에 의해서 나노물질들은 일반적으로 녹는 점이 벌크 상태보다 훨씬 낮아지고, 전기적, 광학적,

자기적 성질들 또한 변하게 되어 여러 가지 신기한 성질들과 현상들을 보이기 때문에 이를 이용하는 무한히 많은 수의 새로운 응용성을 기대하게 되는 것이다.

2. 나노기술의 개발과 응용

(1) 국가적인 나노기술발전 정책

우리나라는 2001년부터 제1기 “나노기술종합발전계획(’01~’10)”을 수립하여 정부의 정책수립, 꾸준한 투자와 지원에 의해 연구개발, 인력양성, 인프라

구축 등 다양한 사업들이 추진되어 오고 있으며, 2005년 제2기(’06~’15)를 거쳐 2013년 제3기(’11~’20) 발전계획이 추진 중이다. 그 결과 2001년 25% 수준에 불과한 선진국 대비 나노기술 수준을 5년 후인 2005년에는 66%를 달성했고, 2020년 기술수준 90%를 목표로 하고 있다. 참고로 2013년도 부처별 나노기술 투자현황을 보면 다음의 <표 1>과 같이 총 5,245억이었고, 2014년도는 8.4% 증가된 5,684억이 계획되어 있다. 나노기술분야 투자의 기술별 분포 순위는 나노소재(39%), 나노공정·장비·측정(22%), 나노소자(18%), 나노바이오(12%), 에너지·환경(9%) 순으로 나타난다.

<표 1> 2013년도 부처별 나노기술 투자실적

| 구 분 | R&D | 인프라 | 인력양성 | 합계 |
|------------|---------|--------|--------|---------|
| ■ 미래창조과학부 | 167,308 | 4,300 | 1,670 | 173,278 |
| ■ 교육부 | 16,766 | - | 31,896 | 48,662 |
| ■ 농림축산식품부 | 2,440 | - | - | 2,440 |
| ■ 산업통상자원부 | 42,998 | 6,388 | 800 | 50,186 |
| ■ 보건복지부 | 1,000 | - | - | 1,000 |
| ■ 환경부 | 14,349 | - | - | 14,349 |
| ■ 고용노동부 | 411 | - | - | 411 |
| ■ 식품의약품안전처 | 1,695 | - | - | 1,695 |
| ■ 방위사업청 | 2,855 | - | - | 2,855 |
| ■ 중소기업청 | 52,315 | - | - | 52,315 |
| ■ 출연연구기관 | 167,013 | 10,279 | - | 177,292 |
| 합 계 | 469,150 | 20,967 | 34,366 | 524,483 |

(출처: 2014년도 나노기술발전시행계획)

(2) 나노바이오 기술의 동향

나노바이오 기술은 나노물질을 적용하여 생명현상을 규명하고 바이오 및 의료 분야에 활용함으로써 질병 조기 진단 및 치료, 건강한 먹거리 생산에 기여할 수 있는 기술에 해당하며 다음과 같이 세분화할 수 있다.

- 나노진단 기술: 나노기술을 이용하여 특정 바이오물질을 검지하거나, 병을 진단하는 기술
- 지능형 나노치료제(Smart Nanodrug): 나노 기

술을 이용하여 병을 치료하는 기술

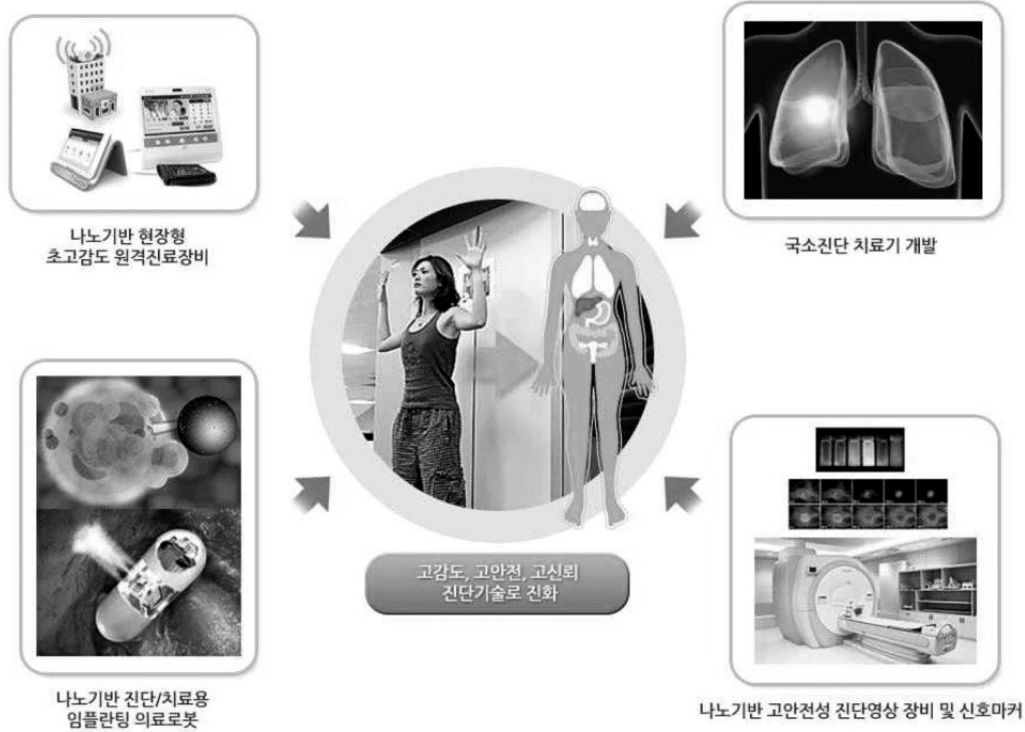
- 생체분자 나노분석/제어: 바이오 단분자의 이미징 등, 바이오 분자 제어 및 분석을 위한 현재 기술의 한계성을 극복하게 해주는 기술
- 나노기반 농수산 고도화 기술(Nano Agriculture): 바이오 나노기술을 적용하여 고품질 농산물·수산물·식품을 생산하는 기술
- 나노 웰빙 제품 생산 기술: 나노기술을 응용하여 기능이 획기적으로 개선된 화장품, 생활용품 관련 기술

3. 나노바이오기술의 유망산업

야로 기대되고 있는 분야들에 대해 간략하게 자료를 정리하면 다음과 같다.

이들 나노바이오기술 중에서 향후 유망한 산업분

(1) 의료기기 산업



〈출처: 제2기 국가나노기술지도 총괄보고서, 2014〉

도시화와 인구밀집화로 인하여 현대사회는 전염성 및 감염성 질병의 대규모 유행 가능성이 높아지고, 삶의 질을 위협하는 다양한 질병군에 대한 적극적인 대처가 요구되며, 고령화로 인하여 안전하고 건강한 삶에 대한 관심이 증대되고 있다. 이처럼 현대사회에서 질병의 조기진단 및 안전한 치료에 대한 요구가 증대되면서 진단시 부작용이 없으며, 신속 간단하게 진

단이 가능할 뿐만 아니라, 원격진료가 가능하고 즉각적인 치료가 동반될 수 있도록 하는 방향으로 의료기술의 진화가 일어날 것으로 예상되어 다음과 같은 제품들이 나노바이오 기술을 기반으로 하여 개발될 것으로 기대되고 있으며 활발한 연구가 계속 진행되고 있다.

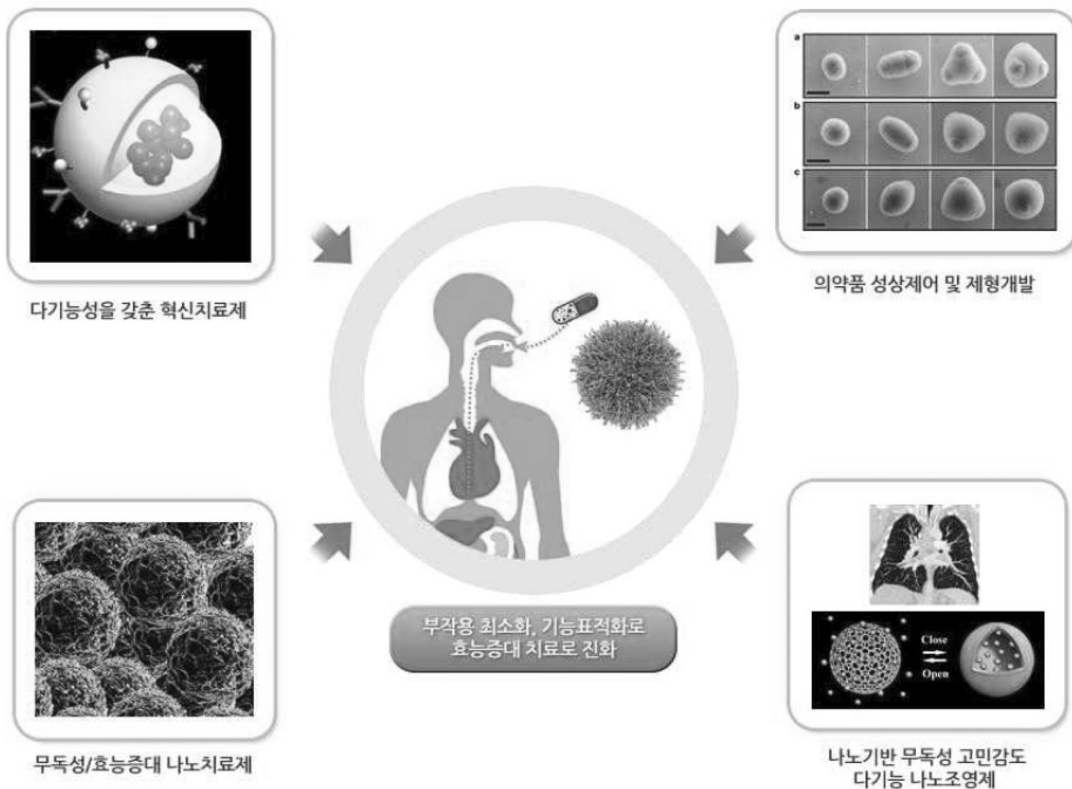
| 제품 | 혁신방향 | 기술개발 트렌드 | 나노기술 적용 영역 | 나노기술에 대한 요구사항 |
|-----------|-----------|-----------|------------------|--|
| 저방사능 진단기 | 비방사능 사용 | 광학 | 비가시광선 영역 나노물질 | 생체투과가능한 광학특성을 가진 나노물질 개발 |
| | | 체외진단용 마커 | 초민감 체외진단용 신호발생소재 | 자가신호증폭이 가능한 나노물질 |
| 원격진단기 | 진단장비의 소형화 | 초고감도 POCT | 나노바이오센서/칩 | 초고감도가 가능한 신호발생 나노물질 |
| | | 스마트 진단 | 다중바이오 진단기 | 다중측정이 가능한 코딩신호와 센서신호가 구별되는 나노소재 |
| 국소진단 치료기 | 동시 진단치료 | 다기능화 | 다기능 나노소재 | 동시 진단치료 가능 소재 외부에너지 교환 가능 소재 |
| | | 기능분석 및 제어 | 정밀분석 및 제어 | 다기능 구현을 통한 진단 치료 기기 |
| 임플란팅 의료로봇 | 다기능화 | 생체적합표면 | 생체모사나노표면 | 생체내에서 면역기능에 영향을 주지 않는 생체 적합 표면/소재 |
| | | 이미징/약물전달 | 약물전달 나노소재 | 생체내에서 적절한 시기에 함유된 약물을 방출할 수 있는 나노소재 탑재 |

〈출처: 제2기 국가나노기술지도 총괄보고서, 2014〉

(2) 의약품 산업

약물의 독성과 부작용이 최소화 된 인체 친화적

의약품에 대한 요구가 꾸준히 증대되어, 표적지향성 나노의약품과 생물의약품 개발 등을 통하여 약물 독성을 감소시키고 효능을 극대화한 새로운 의약품의



〈출처: 제2기 국가나노기술지도 총괄보고서, 2014〉

개발이 예상된다.

또한 소득수준의 향상, 고령화, 삶의 질 향상 등의 요구가 증대되어 개인 맞춤형 제품선택에 따라 고기능성 고부가가치 의약품 및 화장품 수요의 지속적인 증가가 예상된다. 따라서 기능성 나노바이오소재의

적용을 통해 노화 억제, 미백, 주름 제거 등 화장품의 기능성이 현격히 강화되면서도 부작용이 적고 감성적이며 인체 친화적인 화장품의 지속적으로 개발될 것이고, 나노제형화 등을 통한 차별화된 개량신약 및 화장품이 개발될 것으로 예상된다.

| 제품 | 혁신방향 | 기술개발 트렌드 | 나노기술 적용 영역 | 나노기술에 대한 요구사항 |
|----------|------------|----------------------------|-----------------------------|--|
| 표적지향 치료제 | 인체친화 | 부작용/독성 저감 및 효능 극대화 | 표적지향 약물 | 질환별 표적지향 약물전달용 나노소재 |
| | | | 약물 기능 개선 | 약물의 체내 거동 역학 조절용 기능성 나노소재 |
| 개량신약 | 신약 제품화 | 생물의약품 제품화 | 생물의약품의 안정화 포물레이션 | 의약품을 안정하게 봉입하거나 conjugate를 형성하는 나노소재 의약품을 타게팅 효율을 높인 나노소재 |
| | | | 의약품 제품화 | 기존의약품의 개량 나노의약품 |
| 생체모사 의약 | 새로운 기전의 치료 | 질병 조직 작용기전에서 분자적 작용기전으로 전환 | 조직, 기관, 세포 내에서 원하는 치료 효과 발현 | DNA 백신 등의 나노제형화 및 새로운 치료물질 약물전달 선택제어 나노소재 |
| | | | 고기능성 나노전달체 | 인체친화적인 나노소재를 적용한 기능성 화장품의 성능 구현 |
| 기능성 화장품 | 고기능 | 부작용 없는 기능 강화 | 나노소재 안전성개선 | 나노소재의 물성 개선을 통한 화장품의 효능 개선 및 안전성 확보 |
| | | | 조영제 소재 | 생체안전성이 확보된 복합소재 |
| 조영제 | 무독성 | 신나노물질 개발 | 나노조영제 코팅 | 생체안전성 및 생체내 안정성이 확보된 코팅제재 및 기술 |
| | | 무독성 물질 코팅 | 다기능 소재 균일도 | 물질 특성 (자성 등) 및 크기가 균일한 나노물질 |
| | 고민감도 | 물질합성 | 균일도, 안정성 | 고정화된 생체물질의 양 및 특성의 제어 |
| | | 생체 기능성 | | |

(출처: 제2기 국가나노기술지도 총괄보고서, 2014)

4. 나노물질의 위해성과 안전성 평가 및 관리

그러나 앞에서 나노물질의 특징으로 강조된 입자의 크기가 작아질수록 표면 원자가 차지하는 비율이 높아지고 표면을 구성하는 원자들은 내부에 위치한 원자들만큼 충분히 결합을 이루면서 안정해지지 못하기 때문에 에너지가 높은 상태가 되는 현상은 항상 좋은 점으로만 작용하는 것은 아니다. 늘어난 표면적으로 인해 용해도가 급증하면서 독성을 더 크게 할 수도 있고, 높은 에너지 상태의 표면 원자들로 인해 예측하지 못한 반응성 등도 일어날 수 있다. 또한 아주 작은 크기로 인해 세포내로 쉽게 침투할 수 있는 특징은 치료제 개발 등에 장점으로 기대되지만 동시에 비

특이적으로 정상세포 등에 침투하여 문제를 일으킬 수도 있게 된다. 따라서 이러한 나노물질의 위해성에 대해 정확히 평가하는 방법 개발과 함께 상품화되는 나노물질의 안전성을 평가하기 위한 기준 설정과 인증시스템을 구축하여 안심하고 사용할 수 있는 나노제품이 시장에 출시되도록 법제화 및 나노안전관리 체계구축을 위한 과학적 근거를 제공하는 다음과 같은 기술의 개발이 동시에 요구되고 있다.

- 나노물질 안전 DB 구축 기술
- 나노물질 특성측정, 독성평가 및 나노제품에서의 노출평가 기술
- 나노제품의 전주기 평가 기술
- 나노소재 안전성 예측기술

의생명정보학: IT와 BT, HT의 만남

신수용

서울아산병원 의생명정보학과 교수

1. 융합 기술의 대두

최근에 전 세계적으로 다양한 학문 또는 기술 분야들 사이의 벽을 허물고 서로 결합하여 시너지를 얻고자 하는 융합 기술(Converging Technology)이 큰 주목을 받고 있다. 대표적인 예로 이제는 고인이 된 스티브 잡스가 언급한 인문학과 IT의 융합, IT를 헬스 분야(Health Technology, HT)에 적용하는 디지털 헬스(Digital Health), IT와 BT의 결합인 생물정보학(Bioinformatics), IT를 금융 분야에 도입한 핀테크(Fintech) 등을 들 수 있다. 융합 기술을 통해 한 가지 기술 또는 학문 분야만을 고집하지 않고 다른 분야와의 융합을 통해, 기존에 해결하기 어려웠던 문제를 좀 더 쉽게 해결하거나 기존에 없었던 새로운 기술, 학문 분야 혹은 사업 모델을 만들어 내고 있다. 그런데, 여기서 주목할 것은 여러 분야들이 융합되고 있지만 상당수가 IT를 기반으로 한 융합 기술에 대한 관심이 높다는 것이다. 이는 IT의 H/W 및 S/W 기술이 최근 급격하게 발전을 한 것이 큰 요인이라고 보인다.

HT만 보더라도 앞에서 예를 든 디지털 헬스처럼

IT를 환자 진료 및 건강관리에 적용하고자 하는 상업적 시도가 전 세계적으로 아주 활발하다. 예를 들면, 삼성은 SAMI(Samsung Architecture for Multimodal Interactions)라고 하는 모바일 헬스케어 플랫폼¹⁾을 발표하였고, 애플은 Health²⁾라는 앱과 디지털 헬스 플랫폼인 Healthkit³⁾을 공개하였다. 그 외에도 굴지의 국내외 IT 대기업들은 대부분 차세대 사업 분야로 HT를 선정하여 사업화를 추진하고 있다. 또한, 생물학 연구결과를 IT를 이용하여 의료에 활용하기 위한 노력도 아주 활발하다. 지난 십여 년간 생물학 분야의 고효율 기술(High Throughput Technology)이 발전하였고, 특히 인간유전체프로젝트(Human Genome Project) 이후 유전체 분석 기법이 급격히 발전하였다. 이런 고효율 기술을 통해 방대한 양의 생물학 자료가 생성되어, 해당 데이터들의 관리 및 처리, 분석을 위해서 IT기술의 필요성이 부각되었기 때문이다. 그 결과 생물학(BT)과 정보학(Informatics)을 결합한 생물정보학 분야가 각광을 받고 있고, 23andMe⁴⁾로 대표되는 개인유전체검사 기업들이 등장하기 시작하였다.

1) http://www.samsung.com/us/globalinnovation/innovation_areas/

2) <https://www.apple.com/kr/ios/whats-new/health/>

3) <https://developer.apple.com/healthkit/>

4) <http://www.23andme.com>

2. 의생명정보학이란?

의생명정보학은 아직 국내에서 많이 알려진 분야는 아니지만, IT, BT, HT가 결합한 대표적인 융합 학문으로, 현재 그 중요성이 갈수록 커지고 있는 분야이다. 의생명정보학은 기존에는 의료(Medical)와 IT를 기반으로 하는 정보학(Informatics)을 결합한 의료정보학(Medical Informatics)이라는 명칭으로 많이 통용되었다. 의료정보학은 1950년대 컴퓨터가 처음 만들어지던 시절부터 개척되기 시작하여, 컴퓨터를 활용하여 의료 및 보건 분야에 적용하는 기술을 지속적으로 개발해 왔다. 해당 기술의 발전으로 인해 이제는 컴퓨터 없이 환자를 진료할 수 없는 상황에 이르렀다.

그런데, 앞에서 언급한 것처럼 유전체 분석 기술의 비약적인 발전에 의해 질병의 생물학적 원리들이 밝혀지기 시작하여, 분자 및 세포 수준에서 질병을 진단하고 치료할 수 있게 되었다. 이러한 BT의 성과를 포괄하기 위해서, 최근에는 'Bio'를 명칭에 추가하여 의생명정보학(Biomedical Informatics)이라고 많이 일컬어진다. 국제적으로도 의료정보학보다는 의생명정보학이라는 명칭으로 점차 변경되고 있고, 이미 몇몇 학교들은 전공명을 변경하기도 하였으며, 주요 저널들도 의생명정보학이라는 명칭으로 바꾸고 있다.⁵⁾

미국의료정보학회는 이런 의생명정보학을 크게 5가지의 세부 분야로 구분하고 있다.⁶⁾ 전통적으로 꾸준히 연구, 개발했던 환자중심의 정보학적 응용을 목적으로 하는 임상정보학(clinical informatics) 분야, 응용의 대상을 개인이 아닌 환자 집단(공공보건)으로 확장한 공공보건정보학(Public Health Informatics) 분야, BT의 발전에 힘입어, 기초의학(생물학) 연구결과와 임상 적용을 주로 연구하는 중개생물정보학(Translational Bioinformatics) 분야, 의료 데이터 분석을 위한 기반 기술을 개발하는 임상연구정보학

(Clinical Research Informatics) 분야, 최근 환자가 아닌 건강한 사람들을 대상으로 하는 건강관리 분야가 부각되고, 환자가 아닌 소비자라는 개념이 부각되면서 소비자 권익 향상을 위해 새롭게 형성되고 있는 소비자건강정보학(Consumer Health Informatics) 분야 등이다. 여기에서 알 수 있는 것처럼, 의생명정보학은 기초 연구의 임상 적용부터, 환자 진료를 위한 임상실무, 의생명학 연구, 보건의료 등 모든 응용 분야를 포함하고 있다. 쉽게 말해서, 의생명정보학은 보건의료 분야의 문제해결과 의사결정을 위해 다양한 데이터, 정보, 지식의 저장과 분석 및 활용을 위해서 IT를 활용하는 학문이라고 할 수 있다.

3. 의생명정보학의 응용 분야

의생명정보학의 응용 분야는 아주 다양하며, 갈수록 확장되고 있다. 몇 가지 대표적인 예를 들면 다음과 같다. 오늘날 대부분의 사람들은 스마트폰을 손에 들고 다니면서 여러 가지 일들을 하고 있고, 회사 혹은 집마다 컴퓨터를 두고 사용하고 있다. 의료기관도 마찬가지로, 진료 효율화 및 환자 안전을 위해서 IT를 적극적으로 도입하여, 전자 의무기록 시스템(Electronic Medical Record, EMR), 처방전달시스템(Order Communication System, OCS), 의료영상정보시스템(Picture Archiving and Communication System, PACS) 등의 IT 시스템을 개발하여 활용하고 있다. 이런 시스템을 통해 대량의 자료가 생성되면서 이를 분석하기 위한 경영정보시스템, 데이터웨어하우스 등의 도입도 대형병원을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 국내의 경우는 거의 모든 의료기관들이 컴퓨터를 활용해서 환자 진료 기록을 관리하고 있고,⁷⁾ 외국도 도입률이 급격히 늘어나고 있다.⁸⁾ 심지어 대형

5) 대한의료정보학회, 보건의료정보학 제3권, 현문사, 2014

6) AMIA Mission: <http://www.amia.org/about-amia/mission-and-history>

7) D. Yoon, B.-C. Chang, S. W. Kang, H. Bae, & R. W. Park, Adoption of electronic health records in Korean tertiary teaching and general hospitals, International Journal of Medical Informatics, 81(3): 196-203, 2012.

8) C.-J. Hsiao & E. Hing, Use and Characteristics of Electronic Health Record Systems Among Office-based Physician Practices:

병원들은 이제 PC 대신에 점차 모바일 장치로 업무를 수행하기 시작하고 있는 상황이다. 이러한 의료기관 내부의 의료정보시스템 개발을 위해서는 HT를 이해하고 있는 IT 전문가와 HT에 적합한 IT가 필요해진다. 그러한 인재를 육성하고 필요한 기술을 연구, 개발하는 학문 분야가 바로 의생명정보학이다.

병원 외부로 눈을 돌리면, 최근 이슈가 되고 있는 유헬스(u-health)가 대표적인 응용 분야이다. 유헬스는 유비쿼터스(ubiquitous) 헬스의 약자로, 유비쿼터스(ubiquitous)란 “언제 어디서나 존재한다”라는 의미를 갖는 라틴어에서 유래되었다. 즉, 시간과 장소에 상관없이 질병 진단 및 관리, 건강관리를 할 수 있게 하는 헬스 서비스를 의미하는데, 여기서 ‘언제 어디서나’를 가능하게 해 주는 기반 기술이 바로 의생명정보학의 연구 개발 분야이다. 예전에는 PC기반의 서비스를 주로 개발하다가, 스마트 디바이스(스마트폰, 태블릿 등)와 웨어러블(wearable) 센서의 도입으로 인해서 모바일 헬스(mobile health)로 확장되고 있다.⁹⁾

여기서 주목할 것은 웨어러블 센서를 통해서 병원 이 아닌 일상생활에서의 운동량, 생활 패턴과 개인이 노출된 환경 정보 등이 수집이 되어 축적이 되고, 해당 정보들에 의료기관의 의료정보시스템에 저장된 방대한 환자 진료 정보가 결합되어 분석을 할 수 있게 된다면, 개인별 맞춤 건강관리가 가능해지게 된다는 점이다. 특히 여기에 개인유전체 정보가 포함될 경우 진정한 개인맞춤형 의학(Personalized Medicine)도 현실화될 수 있다. 기존의 의학이 전체 인구 집단과 질병 이후 대응에 초점을 둔 것과는 달리, 개인맞춤형 의학은 개인의 유전적 요인, 생물학적 요인, 환경적 요인을 전부 고려하여, 질병의 예방, 예측, 건강관리부터 질병 진단, 개인별 치료 및 약물선택 등을 가능하게 한다. 이를 위해서는 다양하고 방대한 양의 의학

및 생물학 데이터를 수집, 저장, 분석할 수 있는 기술을 개발하여야 하고, 실제 적용 시나리오를 개발하여야 한다. 이 경우 BT, IT, HT에 대한 지식이 모두 필요하기 때문에, 의생명정보학의 응용 분야는 병원 내부의 시스템 개발에서, 모바일 헬스를 넘어서 개인 맞춤형 의학의 실현까지로 확대되고 있다.

4. 의생명정보학의 향후 전망

인구의 증가와 고령화가 진행되고, 생활수준이 향상되어 고품질 의료서비스에 대한 수요가 증가하면서 HT 시장은 지속적으로 큰 속도로 성장을 하고 있다. 최근 한국보건산업진흥원이 발간한 “디지털 헬스케어 플랫폼과 주요기업 동향” 보고서¹⁰⁾에 의하면, 헬스케어 시장은 2015년 5조 달러에서 2020년 7조 달러 가량으로 2조 달러 가량 증가할 것으로 예상되는 아주 큰 시장이다. 특히 점차적으로 질병을 치료하는 전통적 관점에서 질병을 예방하고 건강을 관리하는 것으로 의료의 역할이 변모하면서, 향후에는 관리와 예방 부분의 시장 비중이 커질 것으로 예측되었다. 앞에서 언급한 것처럼, 그러한 변화를 가능하게 해 주는 기술을 연구, 개발하는 학문이 의생명정보학이다.

특히 빅데이터가 각광을 받으면서 의생명정보학은 더욱 주목을 받고 있다. 다양한 빅데이터 기술들이 개발되고 있는데, 개발된 기술들의 대표적인 응용 분야로 헬스케어가 손꼽히고 있기 때문이다. 미국에서는 의료 부문에 빅데이터를 활용한다면 약 8%의 정부 예산이 절감될 것으로 전망되었으며,¹¹⁾ 영국 정부도 빅데이터의 활용으로 2012년에서 2017년 사이에만 병원/의료 분야에 약 144억 파운드의 경제유발효과가 발생할 것으로 전망했다.¹²⁾ IBM에서도 Watson이

United States, 2001-2013, NCHS Data Brief, Centers for Disease Control and Prevention, USA.

9) 신수용, 이재호, 모바일헬스: 유헬스의 새로운 돌파구, Telecommunications Review, 23(3): 288-296, 2013.

10) 한국보건산업진흥원, 디지털 헬스케어 플랫폼과 주요 기업 동향, KHIDI Brief Vol. 140, 2014

11) McKinsey Global Institute, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity, 2011

12) Center for Economic and Business Research (CEBR), Data Equity: Unlocking the value of Big Data, 2012

라는 새로운 시스템을 개발하면서 첫 번째로 응용한 분야가 의료 분야이다. 현재 미국의 여러 유명 병원들이 해당 시스템을 도입하여, 암 치료 기법을 개발하거나 환자 진료 데이터를 분석하고 있다.¹³⁾

5. 의생명정보학의 해결 과제

다만, 의생명정보학은 민감한 개인정보인 환자의 진료 기록과 유전 정보를 분석하기 때문에, 개인정보 보호 문제가 항상 난제로 부각된다. 따라서 의생명정보학 세부분야인 임상연구정보학의 가장 큰 연구주제 중 하나가 개인정보 보호이다. 개인정보 보호를 위한 법 또는 정책 개발에 참여하는 것은 물론이고, 환자 개인정보 보호를 위한 기술 개발도 수행하고 있다. 예를 들어, 국내의 경우에는 개인정보보호법과 생명윤리 및 안전에 관한 법률에서 명시하는 것처럼, 개인식별정보¹⁴⁾를 전부 제거하고, 추후 재식별(re-identification) 기술¹⁵⁾을 적용하더라도 환자의 개인정보가 복구되지 않도록 하는 익명화 기술을 개발하는 것이 필요하다. 다만 빅데이터를 처리하게 되면 파편화된 정보들의 조합을 통해 어느 정도 개인 식별이 가능할 수도 있다. 특히 유전정보를 취급하는 경우에는 현재 기술로도 어느 정도 개인의 식별이 가능하다.¹⁶⁾ 따라서 익명화 기술 개발과 더불어, 개별 연구자들의 윤리 의식을 높여서 익명화된 자료에서 개인을 식별하려고 하는 시도를 하지 않도록 하는 것도 중요한 문제이다.

또한, 원격진료와 관련되어 여러 가지 이슈들이 발생하고 있고, 사회적으로 합의가 잘 되지 않고 있다. 이는 기술 개발과 산업화의 측면만 너무 강조하여 생긴 부작용이라고 할 수 있을 것이다. 이러한 논란을 다시 겪지 않으려면, 산업화의 측면과 더불어서 개발

기술이 전체 보건의료 질 및 국민 편익 향상에 얼마나 기여하는지, 또한 개인정보 보호 등의 문제점은 없는지 등 여러 가지 측면을 같이 고려하는 것이 필요하다. 다행히도 의생명정보학은 기술 개발을 통한 산업화에만 초점을 두고 있지 않고, 공공보건정보학, 소비자 건강정보학 등의 세부 분야로 저런 다양한 측면을 연구하고 있다.

이러한 문제점들은 의생명정보학 자체적으로 해결책을 찾기 위해서 노력하는 것도 필요하지만, 법학, 윤리학, 사회학, 경제학 등의 다른 분야와의 융합 또는 협업을 통해서 보다 나은 해결책을 찾는 과정도 수반되어야 할 것이다.

6. 맺음말

지금까지 의생명정보학에 대해서 간략하게 살펴 보았다. 의생명정보학은 IT를 중심으로 BT와 HT가 융합한 대표적인 융합 분야로, 인구 고령화 등으로 인한 의료 서비스 요구의 확대에 의해 그 중요성이 갈수록 커지고 있다. 의생명정보학 연구를 통해 의료 분야의 발전은 더욱 가속화될 것이고, 다양한 기술과 서비스를 창출해 낼 수 있다. 유전체 분석을 통한 개인별 사전 질병 예측 및 치료법 적용부터 시작하여, 신약 개발도 가능할 것이며, 웨어러블 장비를 이용한 건강 관리, 병원의 의료정보시스템 고도화를 통한 디지털 병원 개발 등 응용 분야는 무궁무진하다.

다만 국내의 경우 세계적으로 우수한 IT 역량을 가지고 있지만, HT, BT와의 융합이 필요한 분야의 특성으로 인해 진입장벽이 높아 외국에 비해 활성화 되어 있지 않다. 정부의 관련 법, 제도 정비를 통한 지원을 시작으로 하여 산, 학, 연, 병 모두의 협력과 노력이 필요한 시점이다. 🌐

13) 최윤섭, 이미 시작된 미래: 헬스케어 이노베이션, pp. 143-163, 클라우드 나인, 2014

14) 개개인을 식별할 수 있는 최소한의 정보

15) 개인식별정보가 제거된 익명자료에 공개되어 있는 다양한 정보를 조합하여 개인 식별이 가능하도록 하는 기술. 익명화 기술을 평가하기 위해서 많이 사용됨.

16) 조은희, 유전체학 시대의 개인 정보 보호, 생명윤리포럼 제3권 제2호, 2014

첨단 뉴로테크놀로지 - 뇌 기계 인터페이스 기술

전성찬

광주과학기술원 정보통신공학부 교수

1. 서론

1929년 독일의 한스에 의해 개발된 뇌전도(EEG)와 1968년 MIT의 Cohen 교수에 의해 주도된 뇌자도(MEG) 기술은 역동적으로 빠르게 변화하는 뇌기능을 시간적 고해상도 데이터 측정의 길을 열어주어, 뇌 기능의 기전을 연구하는 신경과학(뇌과학) 발전에 크게 이바지 하고 있다. 최근에는 비약적으로 발전한 IT기술과 신경과학을 통섭하는 신경공학(뇌공학)에 대한 관심이 연구자들뿐만 아니라 일반인들에게도 고조되고 있다. 특히, 기업에서는 소비자의 뇌 생체 신호를 통한 제품의 선호도 조사를 각종 제품 생산 및 판매에 이용하는 뉴로마케팅이 활성화 되고 있으며, MIT Technology Review와 New York Times, Business 2.0 등에서는 뇌공학 분야 중 뇌-기계(컴퓨터) 인터페이스(brain-computer/machine interface: BCI/BMI)

기술을 21세기 8대 신기술 중의 하나로 선정하였다. 뇌-기계 인터페이스 기술은 몸을 움직이지 않고 뇌 생체 신호(생각, 의도 등등)를 통해 기계나 컴퓨터 등을 제어하는 기술로, 이는 1970년대 UCLA의 연구팀¹⁾에 의해 처음 언급되었고, 그간 공상과학영화의 소재거리로서뿐 아니라 실제 다양한 뇌훈련 프로그램 및 뇌 게임, 감금(locked-in) 환자의 의사소통 수단 활용 등으로 연구 되어 지고 있다.²⁾³⁾ 이미 뇌-기계 인터페이스 기술을 활용한 환자용 워드프로세서가 상업적으로 시판되고 있으며,⁴⁾ 최근 원숭이 실험뿐 아니라 잠금 환자들 대상의 실험을 통해서도 생각만으로 기계(컴퓨터)를 조종했다거나 로봇팔을 움직이는 시연들이⁵⁾⁶⁾ 발표되면서 더욱 그 관심이 높아져 가고 있다. 본 기고글에서는 환자들에게는 새로운 의사소통 수단 및 재활 치료 수단이 되며, 일반인에게는 엔터테인먼트 또는 교육용으로 활용될 수 있는 뇌-기계 인터페이스

1) J.J. Vidal, "Towards direct brain-computer communication", Annu. Rev. Biophys. Bioeng., vol. 2, pp. 157-180, 1973.

2) Marcel van Gerven et al, "The brain-computer interface cycle", J. Neural Eng., Vol. 6 041001, 2009 doi: 10.1088/1741-2560/6/4/041001

3) Reza Fazel, "Recent Advances in Brain-Computer Interface Systems: 10 State of the Art in BCI Research: BCI Award 2010", InTech, Feb., 2011.

4) <http://www.intendix.com/>

5) M.D. Serruya, N.G. Hatsopoulos, L. Paninski, M.R. Fellows, J.P. Donoghue, "Instant neural control of a movement signal", Nature, Vol. 416 pp.141-142, Mar., 2002.

6) J.M. Carmena, M.A. Lebedev, R.E. Crist, J.E. O'Doherty, D.M. Santucci, et al., "Learning to Control a Brain-Machine Interface for Reaching and Grasping by Primates", PLoS Biol 1(2): e42. doi:10.1371/journal.pbio.0000042, 2003.

스 기술에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

2. 본론

1) 뇌-기계 인터페이스 시스템

뇌-기계 인터페이스 시스템은 기본적으로 뇌 활동성을 시·공간적으로 영상화 하고, 이를 처리(신호의 잡음 제거, 채널 선택, 주파수 및 시간 영역 선택 등의 전처리 과정)하여, 유용한 정보를 추출하여 어플리케이션에 그 정보를 활용하는 형태로 구성된다. 뇌 활동 영상화는 뇌전도, 뇌자도, 기능적 자기공명영상촬영(fMRI) 및 근적외선분광기법(NIRS) 등 다양하게 사용되고 있으며, 이렇게 측정된 뇌 활동영상으로부터 수학적, 공학적 방법들을 통해 의미 있는 특징들을 추출하게 된다. 다음으로 추출된 정보를 기존에 제작한 분류기를 사용하여 분류하거나 직접적으로 사용하여 파악하고자 하는 정보를 판별하는 정보화 단계를 거쳐 게임, 재활, 치료 등의 목적으로 사용하게 된다.

2) 생체 신호 측정 방법

이러한 뇌-기계 인터페이스 시스템의 측정 방법에 따라 침습식 (두개강내뇌파 ECoG, 국소장전위 LFP, 마이크로전극 ME, 마이크로전극배열 MEA) 혹은 비침습식(뇌전도 EEG, 뇌자도 MEG, 양전자단층촬영 PET, 근적외선분광 NIRS, 기능적자기공명영상 fMRI) 방식이 있으며, 두 방식은 각기 장단점을 가지고 있다. 침습 방식은 두피를 뚫고 뇌 피질 혹은 뇌 안에서 직접 신호를 측정하기 때문에 센서의 생체적합성이 중요한 사항이 된다. 이는 신호의 질과 시간/공간 해

상도가 뛰어나다는 장점이 있기는 하지만, 센서의 생체적합성 및 장기간 이식되어도 문제가 되지 않는 디자인과 재질 그리고 신경조직을 상하지 않으면서 저전력과 무선으로 동작 할 수 있는 전극에 대한 연구가 요구 된다. 이에 반해, 비 침습식은 잡음 문제가 있어 신호의 질이 떨어지지만, 인체에 무해하고 준비과정이 복잡하지 않기 때문에 선호 되고 있다. 현재 세계적으로는 여러 뇌 생체 신호 측정 방법 중 뇌전도(EEG) 기반 뇌-기계 인터페이스 연구가 가장 활발하다. 이는 뇌전도가 상대적으로 값이 싸고 시간 분해능이 뛰어나며 시스템이 작아 이동이 용이하기 때문인 듯하다. 최근에는 간단하고 편리한 디자인⁷⁾⁸⁾과 무선 전송 기능을 추가한 소형 뇌전도 제품들이 시장에 나오고 있어, 다른 고비용 기기에 비해 저렴한 비용으로도 연구 수행이 가능해 지고 있다.

3) 활용 - 의사소통

1999년 독일의 튀빙겐 대학의 TTD(Though Translation Device)를 이용해 ALS 환자가 0.5 char/min의 속도로 장문의 메시지를 작성했다는 보고⁸⁾가 있는 이후, SMR 방식을 사용한 글자쓰기 실험에서 환자를 대상으로 1 char/min에서부터⁹⁾ 독일 그룹의 Hex-O-Spell 시스템의 최대 7.5 char/min¹⁰⁾까지 뇌 타자기로서의 뇌-기계 인터페이스 기술은 눈에 띄는 발전이 있었다. 뇌 타자기에서 가장 활발하게 연구가 이루어지고 있는 P300기반 방식에서는 최대의 정보전달율(ITR)을 얻기 위해 보통 열과 행으로 되어 있는 형태의 화면에서 시각적인 깜빡임을 이용하여 자극을 주는 방식을 많이 사용한다. 그런 연유로 P300기반의 시스템은 그 특성상 다른 패러다임에 비하여 굉장히 높은 ITR 성능을 보이며 트위터 작성으

7) <http://www.emotiv.com/>

8) N. Birbaumer et al., "A spelling device for the paralyzed", Nature, Vol. 398, pp.297-298, Mar., 1999.

9) K.-R. Müller and B. Blankertz, "Toward noninvasive brain-computer interfaces", IEEE Signal Process. Mag. Vol. 23, pp. 125-128, 2006.

10) J. Williamson et al., "Designing for uncertain, asymmetric control: interaction design for brain-computer interfaces", Int. J. Hum. Comput. Stud. Vol. 67, pp. 827-841, 2009.

로¹¹⁾ 한때 뉴스거리를 제공했던 g.tek사의 Intendix P300기반 뇌 타자기는 5-10 char/min 성능을 보여준다.⁴⁾ 이러한 뇌-기계 인터페이스 시스템들은 뇌 타자기로써의 기능뿐만 아니라 마우스 커서의 컨트롤,¹²⁾¹³⁾ 웹서핑¹⁴⁾¹⁵⁾ 등에서도 사용되고 있다.

4) 활용 - 신체 기능 대체

영화 “씨로게이트”의 도입부에 원숭이가 자신의 팔 대신 생각만으로 로봇팔을 조종하여 바나나를 먹는 영상이 부분적으로 사용되면서, 뇌-기계 인터페이스 기술의 신체 기능 대체 활용 가능성이 크게 주목 받고 있다. Pittsburg 대학의 Anderson 교수¹⁶⁾의 보고에 따르면 유럽에서만도 30만명의 사람들이 척수 손상 중에 있고 매년 11,000명의 환자들이 발생한다고 한다. 척수손상의 위치에 따라 움직일 수 없는 신체 부위가 다르겠지만, 물건을 집거나 걷는 동작이 이들에게는 실생활에서 가장 불편함이 느껴지는 부분인

것 같다. 수술을 통해 끊어진 신경을 복원하는 수단이 있기는 하지만, 대부분의 경우에 있어서 이러한 수술이 쉽지가 않고 아예 가능 하지 않은 경우들도 있다. 따라서 대체 방법으로 사용가능한 근육위치에서 신호를 받아 움직이고자 하는 부분의 근육에 자극을 주고, 원하는 동작을 수행하는 기능적 전기 자극(FES: functional electrical stimulation) 방식이 사용될 수 있다. 하지만 아예 C5위치에서 척수 손상이 온 환자들은 어깨나 팔꿈치 같은 부분의 근육조차 사용할 수 없기에 뇌에서부터 신호를 받아야 한다. 오스트리아의 Pfurtscheller 팀은 뇌-기계 인터페이스 기술을 적용한 FES 연구에서 척수손상 환자에게 손을 쥐는 동작을 수행하게 하였으며,¹⁷⁾ 몇 년간의 훈련과정을 거쳐 이 환자는 대화를 하는 도중에도 자의적으로 동작을 수행 할 수 있는 수준까지 이르렀다. 최근 이와 유사한 연구 결과들¹⁸⁾¹⁹⁾의 보고는 신체 일부를 대체할 수 있는 방안으로써의 BMI-FES 시스템의 사용가능성을 높여 주고 있다. 이 밖에도 로봇팔²⁰⁾을 사용

-
- 11) <http://www.gtec.at/News-Events/Newsletter/Newsletter-September-2010-Volume-29/articles/TWITTER-and-Brain-Computer-Interface-BCI>
- 12) L.J. Trejo, R. Rosipal, B. Matthews, “Brain-computer interfaces for 1-D and 2-D cursor control: designs using volitional control of the EEG spectrum or steady-state visual evoked potentials”, IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. Vol. 14(2), pp. 225-229, 2006.
- 13) Y. Li, J. Long, T. Yu, Z. Yu, C. Wang, H. Zhang, C. Guan, “An EEG-based BCI system for 2-D cursor control by combining Mu/Beta rhythm and P300 potential”, IEEE Trans Biomed Eng. Vol. 57(10), pp. 2495-2505, 2010.
- 14) A. A. Karim et al., “Neural internet: web surfing with brain potentials for the completely paralyzed”, Neurorehabil. Neural Repair, Vol. 20, pp. 508-515, 2006.
- 15) M. Bensch et al., “Nessi: an EEG controlled web browser for severely paralyzed patients”, Comput. Intell. Neurosci., Vol. 5, 2007, doi:10.1155/2007/71863.
- 16) K.D. Anderson, “Targeting recovery: priorities of the spinal cord-injured population”, J. Neurotrauma, Vol. 21, pp. 1371-1383, 2004.
- 17) G. Pfurtscheller et al. “Thought-control of functional electrical stimulation to restore hand grasp in a patient with tetraplegia”, Neurosci. Lett. Vol. 351, pp. 33-36, 2003.
- 18) G. R. Müller-Putz et al., “EEG-based neuroprosthesis control: a step towards clinical practice”, Neurosci. Lett. Vol. 382, pp. 169-174, 2005.
- 19) R. Leeb et al. “On the road to a neuroprosthetic hand: a novel hand grasp orthosis based on functional electrical stimulation”, Proc. of the 32nd Annual Int. Conf. of the IEEE Eng. in Med. and Biol. Society, Buenos Aires., 2010.
- 20) Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory (2010, August 4). Thought-controlled prosthetic limb system to be tested on human subjects. ScienceDaily. Retrieved March 11, 2011, <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/08/100804081227.htm>

하거나 로봇²¹⁾ 자체를 조종하는 것 혹은 휠체어²²⁾를 조종하기 위한 수단으로도 뇌-기계 인터페이스 기술이 사용되는데, 특히 Brown 대학의 Donoghue 팀은 Cyberlink라는 미국 내 회사를 설립하고 사람을 대상으로 침습적 뇌-기계 인터페이스를 연구하는 Brain Gate 프로젝트를 수행하고 있다.²³⁾

5) 활용 - 재활치료

뇌졸중 등의 사고를 통해 얻게 되는 심각한 장애 중의 하나는 신체를 자유자재로 움직이기가 힘들다는 것이다. 이는 환자들의 삶의 질에 있어서 상당히 치명적인데, 보조기구가 있다 하더라도 대부분의 환자들이 보조기구의 도움보다는 어느 정도 제한적이더라도 자신의 신체를 직접 움직이는 것을 더 선호 한다는 측면에서 재활치료는 꼭 필요한 의료방식이다. 하지만 신체장애를 극복하고 재활을 하려는 여러 노력과 방법들이 있지만, 재활을 통해 신체 움직임 기능을 회복하는 것은 그리 쉽지는 않다. 따라서 신경과학 및 뇌의 가소성을 이용하려는 움직임들이 있는데, 앞서 기술한 FES 방식을 통해 손가락, 손목 혹은 어깨의 지속적인 움직임의 연습과 더불어 해당 근육에 전기적인 자극이, 환자의 재활에 큰 도움이 된다²⁴⁾는 연구가 발표되면서, 뇌-기계 인터페이스 시스템을 사용한 FES 재활치료에도 관심이 모아지고 있다.²⁵⁾

6) 현황 - 국내외 연구

미국에서는 DARRPA 프로젝트의 일환인 Silent Talk²⁶⁾ 프로젝트가 국방부 주도로 이루어지고 있으며, 기타 연구소 및 대학에서는 침습적 뇌-기계 인터페이스 연구가 활발히 이루어지고 있다. Brown 대학의 Donoghue 교수는 사람을 대상으로 Brain Gate 프로젝트를 진행하며, 침습분야에서 뛰어난 성과를 발표하고 있고 Utah 대학의 Normann 교수팀은 수백 개의 뉴런과 통신할 수 있는 Utah 전극을 개발함으로써 장기적으로 생체적합성 문제가 해결된 전극을 개발하고 있다. 비 침습분야에서는 Wadsworth 센터의 연구팀이 환자들을 대상으로 한 3차원 커서 컨트롤까지 성공하였으며, 뇌-기계 인터페이스 기술의 테스트 플랫폼이 되는 BCI2000을 개발하였다.

유럽은 비교적 침습적 뇌-기계 인터페이스 연구보다는 비 침습법이 많이 연구되고 있는데, 유럽 내 대 단위 프로젝트인 TOBI²⁷⁾를 통해 실생활에서 사용할 수 있는 보조기구로서 뇌-기계 인터페이스 시스템 개발을 목적으로 유럽 국가들과 협력을 하고 있다. 유럽 내에서 특히 주목할 팀은 베를린 BCI팀과 오스트리아의 Graz 대학의 연구팀들인데 베를린 팀은 기계 학습법을 적용한 다양한 신호처리 알고리즘 개발을 선도하고 있으며, Graz 대학의 연구팀은 ERD/ERS 현상의 깊은 이해를 통해 상상 움직임 패러다임에 대한 의미 있는 연구결과들을 발표하며 다양한 패러다임 및 어플리케이션 개발을 선도 하고 있다.

중국은 P300 기반 뇌-기계 인터페이스 시스템 개발을 칭화 대학팀이 선도하고 있으며, Shanghai 연구

21) C.J. Bell et al., "Control of a humanoid robot by a noninvasive brain-computer interface in humans", J. Neural Eng., Vol. 5, pp. 214-220, 2008.

22) R. Leeb et al., "Self-Paced (Asynchronous) BCI Control of a Wheelchair in Virtual Environments: A Case Study with a Tetraplegic", Computational Intelligence and Neuroscience, Vol. 2007, Article ID 79642, doi:10.1155/2007/79642, 2007.

23) <http://www.braingate.com/>

24) Y. Hara, "Neurorehabilitation with new functional electrical stimulation for hemiparetic upper extremity in stroke patients", J. Nippon Med. Sch., Vol. 75, pp. 4-14, 2008.

25) Fei Meng et al., "BCI-FES training system design and implementation for rehabilitation of stroke patients", IEEE Int. Joint Conf. on Neural Networks, pp.4103-4106, 2008, doi: 10.1109/IJCNN.2008.4634388.

26) DARPA Silent Talk project, http://wn.com/darpa_silent_talk

27) <http://www.tobi-project.org/>

소와 Shanghai Jiao-Tong 대학 등이 관련 연구를 하고 있다. 일본에서는 ATR, NTT, RIKEN BSI와 같은 연구소들 중심으로 뇌-기계 인터페이스 연구를 수행 중에 있으며, 유럽과 마찬가지로 침습식보다는 비 침습식에 대한 연구가 주를 이룬다. 특히, 로봇강국이라는 토대위에 뇌-기계 인터페이스 기술을 로봇 제어에 접목시키려는 연구가 수행 중이다. 지난 2009년에는 최초의 휴머노이드 로봇으로 알려진 혼다의 아시모를 ATR 연구소와 공동으로 연구하여, 4-클래스 상상 움직임 패러다임을 통해 사용자의 생각을 읽는 시연을 하기도 하였다.²⁸⁾ 그 외에 Singapore의 I2R사 Guan 박사가 이끄는 연구팀도 주목할 만한 연구 결과를 발표하고 있다.

국내 뇌-기계 인터페이스 연구는 미국이나 유럽 등지에 비하여 아직 초기 단계에 있으며, 2003년 전자통신연구원(ETRI)의 연구²⁹⁾를 기점으로 연구 동향 파악 및 관련 기술 리뷰 논문³⁰⁾이 있었다. 그러나 최근 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 미래 유망 10대 기술 1위에 뇌-기계 인터페이스 기술을 선정하였고, 한림대학교에서 비 침습식 기술을 이용한 Super Dog, 말하는 개 맥스를 소개하면서³¹⁾ 뇌파 뇌-기계 인터페이스 연구에 대한 관심이 고조가 되고 있다.

7) 현황 - 시장

Brown 대학 및 Utah 대학의 전극을 납품하는 Cyberkinetics나 Neural Signals, Multi Channel Systems 등의 침습용 장비를 다루는 업체들이 있고, 그밖에는 각종 비 침습식의 뇌파 측정 기기들을 제공하는 회사들이 대부분이다. 이들 뇌파측정 장비 업체들 중에는 자체 연구를 통하거나 연구소로부터 기술

이전 등을 통해 뇌-기계 인터페이스 시스템으로써 환자들에 대한 솔루션을 제공하고 있는데, 대표적으로 오스트리아 Graz 대학 출신의 연구원이 설립한 g.tek은 관련 연구 학회 및 세계적인 IT 박람회인 CEBIT 전시회등에 지속적으로 참여하여 연구자와 시장사이의 관계를 좁히고 있다. 뇌-기계 인터페이스 기술에 주되게 사용되는 뇌파 장비 분야에서는 최근 건식 전극이나 증폭기가 전극에 바로 같이 달려있는 능동형 전극(Active electrode)에 대한 개발이 진행되어, g.tek, Biosemi, Brain Product 회사들이 다양한 제품들을 선보이고 있다. 국내 뇌파 관련 업체 및 시장은 크지는 않으나 대표적으로 Laxtha가 자체 개발한 뇌파 측정 장비와 다양한 바이오피드백 소프트웨어(주)뉴로메디를 통해 판매하고 있으며, 몇몇 업체들이 외국산 뇌파장비를 수입하여 국내 연구소 및 병원 등에 지원을 하고 있다.

3. 결론

미지의 영역이었던 뇌는 최근 발달된 뇌전도, 뇌자도 등의 측정 장비와 기술의 도움에 힘입어 조금씩 그 이해의 영역이 넓혀져 가고 있으며, 공상과학만화 속의 이야기였던 생각만으로 기계를 제어하는 기술인 뇌-기계 인터페이스 기술은 조금씩 현실이 되어 가고 있다. 뇌-기계 인터페이스 기술은 중증 잠금 환자 등의 의사소통, 신체 기능 대체를 위한 FES, 전기 자극과 접목된 재활 치료 등의 의료적 응용뿐 아니라 뉴로마케팅, 뇌 게임, 각종 무인제어장치 등에 활용되고 있다. 특히, 건강사회구현 및 IT 접목 신의료산업 창출 등 의료 기술에 미치는 영향력은 매우 클 것으로 여겨진다. 🌐

28) <http://www.gizmag.com/honda-asimo-brain-machine-interface-mind-control/11379/>

29) 류창수, "뇌파 기반 휴먼 인터페이스 기술에 관한 연구", 전자통신연구원, 2003.

30) 안민규, 전성찬, "뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 원리 및 기술 동향", 정보과학회지(No. 4), 2011.

31) 신형철, "뇌-기계접속 장치 개발", 한림대학교, 2009.

