

통합연구 제18권 2호(통권 45호)
성경적 관점에서 본 인간배아복제 연구

특집논문

4

인간 줄기 세포 연구의 현황과 기독교적 반응

The Present State of the Human Stem Cell Research
and a Christian Position on the Human Stem Cell Research

이승구(국제신학대학원대학교 교수)

1. 인간 배아 줄기 세포 연구의 현황
2. 인간 성체 줄기 세포 연구
 - 2-1. 성체 줄기 세포를 이용한
치료 사례들에 대한 보고들
 - 2-2. 성체 줄기 세포의 분화 전능성과
대규모 배양 가능성에 대한 보고들
3. 배아 줄기 세포 연구와 성체 줄기 세포
연구의 일반적 비교
4. 기독교적 관점에서의 비교

Abstract

The Present State of the Human Stem Cell Research and a Christian Position on the Human Stem Cell Research

Seung-Goo Lee, Ph. D.

Professor of Systematic Theology

Kukje Theological Seminary

In this paper I examined the present state of the embryonic stem cell research and the adult stem cell research. After 1998 when James A. Thomson of the University of Wisconsin has succeeded to isolate human embryonic stem cells many people try to develop the method to use embryonic stem cells to cure various diseases. There are lots of promises by the proponents of this search concerning their potential to treat disease. Until now, however, there is not an instance of curing human diseases by using embryonic stem cells. In contrast to this failure, there are many cases that people are recovered from their diseases by using the adult stem cell therapy. Indeed, the promise and even fulfillment of adult stem cells has dramatically increased in recent years. Even when we are taking a pure pragmatic approach, it is much better to concentrate on the adult stem cell research. Moreover from the Christian stance that accepts the sanctity of human life from the moment of conception, it is a "must" to stop the embryonic stem cell research, since that procedure requires the termination or destruction of the human embryo to obtain embryonic stem cells.

Key Words: Human Stem Cell, Embryonic Stem Cell, Adult Stem Cell, Stem Cell Research, Embryo Cloning using somatic cell nuclear transfer(SCNT), Christian Attitude for Stem Cell Research

Key words :인간 줄기 세포, 배아 줄기 세포. 성체 줄기 세포, 줄기 세포 연구, 핵치환술을 사용한 배아복제, 줄기 세포 연구에 대한 기독교적 입장

오늘날 전 세계적으로, 그리고 우리나라에서도 인간 줄기 세포에 대한 연구에 많은 이들의 관심이 집중되고 있다. 그런데 상당히 많은 경우에는 인간 줄기 세포 연구가 지금 어떤 단계에 와 있는지를 생각하지 않은 채, 더구나 그것이 윤리적으로 어떤 함의를 지니고 있는지를 생각하지 않은 채 이곳저곳에서 들려오는 소식에 따라 장미빛 희망만을 키우는 일이 많다. 이런 일은 그리스도인들 사이에서도 별 차이가 없는 경우가 많아서 우리의 우려를 더 낳게 한다. 인간 줄기 세포에 대한 논의를 하면서 제일 중요한 일의 하나라고 생각된 문제는 오늘날까지 진행된 줄기 세포 연구의 현황을 제대로 파악하는 일이다. 이런 일이 선행되어야 성체 줄기 세포 연구는 인류에게 별로공헌하지 못했거나 공헌할 것 같지 않으니 이제는 배아 줄기 세포 연구에 진력하자는 논의가 나오는 것을 효과적으로 반박할 수 있을 것이다. 따라서 이 글에서는 (1) 지금까지 진행된 줄기 세포 연구의 현황을 분석하여, 성체 줄기 세포 연구가 배아 줄기 세포 연구보다 인간의 난치병치료에 더 빨리, 그리고 더 유용하게 사용될 수 있다는 점을 드러내고자 한다. 그리고 이런 현실적 유용성을 밝힘으로써 (2) 배아도 인간이라고 보는 기독교적 관점에서는 근본적으로 배아 줄기 세포 연구가 허용될 수 없으므로, 이를 성체 줄기 세포 연구로 전환해야 한다는 주장을 지지하는 또 하나의 강하고도 좋은 근거를 제시해 보고자 한다.

인간의 몸은 220여종의 다른 세포들로 구성되어 있다고 여겨진다. 그 220여종의 각기 다른 세포들을 형성하게 되는 세포를 줄기 세포라고 한다. 그러므로 줄기 세포는 "각각의 다른 세포들로 분화할 수 있는 분화 가능성을 지닌 아직 분화되지 않은 세포"(undifferentiated cells which retain the potential to differentiate into other cell types)이다. 1998년에 위스콘신 대학교(The University of Wisconsin-Madison)와 존스 홉킨스 대학교(Johns Hopkins University)의 연구자들은 인간 배아들(embryos)로부터 배아 줄기 세포들(stem cells)을 추출하여 실험실에서 배양하는 실험을 처음으로 성공시킨 바 있다.¹⁾ 그 이후로 많은 사람들은 줄기 세포 연구에 몰두하고 있는데, 그 하나가 배아 줄기 세포 연구이고, 또 하나는 그 이전부터 사용되고 있었으나 오늘날 더 많이 연구되고 사용되고 있는 성체 줄기 세포 연구이다. 이 논문에서는 일차적으로, 앞서 말한 바와 같이, 이 각각의

1) James A. Thomson, et al., "Embryonic Stem cell Lines Derived from Human Blastocysts," Science 282 (November 6, 1998): 1145-1147. 또한 John Gearhart, "New Potential for Human Embryonic Stem Cells," Science 282 (November 6, 1998): 1061-1062, cited in Ray Bohlin, "The Controversy Over Stem Cell Research"(2001), accessed on July 10, 2005, available at: <http://www.cleffpublishing.com/articles/rb090101.htm>.

연구가 지금까지 과연 어떻게 진행되어 왔는지를 살펴보기로 한다.

1. 인간 배아 줄기 세포 연구의 현황

인간 배아 줄기 세포(human embryonic stem cell)는 인간의 수정란이나 복제된 인간 배아가 50-150개 정도의 세포로 분화한 초기 단계의 배아인 배반포 시기(blastocyst stage)의 내부 세포괴(inner cell mass)에서 얻은 줄기 세포이다. 수정된 초기 몇일 동안은 수정란의 모든 세포들이 소위 '분화 전능성'(totipotency)을 지니고 있다. 즉, 온전히 기능하는 유기체를 형성할 수 있는 능력이 있는 것이다. 그러나 이런 '분화 전능성'을 지닌 세포가 얼마간의 세포 분열을 거치게 되면 이 세포들이 분화되어 인간을 구성하는 어떤 세포로든지 분화될 수는 있지만 태아 발달을 위한 태반이나 지지 조직들을 형성할 수는 없게 된다. 이를 분화 만능성과 구별해서 'pluripotent cells'라고 부르기도 한다.²⁾

처음에는 불임 크리닉에서 시술하고 잔존하게 된 잉여 배아를 사용하여 배아 줄기 세포를 추출해 내는 작업을 하였으나, 오늘날은 그와 함께 체세포 핵치환술(somatic cell nuclear transfer, SCNT)에 의한 배아 복제를 하여 복제된 배아로부터 배아 줄기 세포를 추출해 내는데 더 많은 신경을 쓰고 있는 듯하다. 배아 줄기 세포 연구에서 중요한 몇 가지 역사적 발전 과정을 살펴 보기로 하자.

(1) 인간 배아 줄기 세포 연구는 1998년에 시작되었다고 할 수 있다. 제론사(Geron Cooperation)의 지원을 받은 위스콘신 대학교의 제임스 톰슨(James A. Thomson) 교수 팀이 1998년 11월 6일자 Science에 시험관에서 수정해낸 인간 배아로부터 배아 줄기 세포를 배양해 내는데 성공한 것을 발표한 일로부터 이 일 전체가 시작되었다고 해도 과언이 아니기 때문이다.³⁾ 그런데 그 일을 처음으로 수행한 제임스 톰슨 자신은 배아 줄기 세포를 생체에 사용할 때 암이 발생한다는 것을 잘 언급한 바 있다.⁴⁾ 이 문제는 배아 줄기 세포 연구에서 현재까지도 남아 있는

2) 이렇게 totipotency와 pluripotency를 구별하여 설명하는 예로 줄기 세포 연구 재단의 설명을 보라: <http://www.stemcellresearchfoundation.org/About/FAQ.htm#StemCells>.

3) <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/282/5391/1145>. J. A. Thomson, et al. "Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts," Science 282 (1998), 1145-1147, available at: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/282/5391/1145>.

4) http://www.nbcathcon.org/stem_cell_research.htm#Science-Weldon. John Gearhart, "Derivation of pluripotent stem cells from cultured human primordial germ cells" Derived hPG / hEG cells (human primordial germ cells / embryonic germ cells) from human fetal tissue (5-9 weeks gestation)," Proceedings of National Academy of Sciences, 95/23 (1998): 13726-13731, available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=24887>.

심각한 문제이다.⁵⁾

(2) 존스 홉킨스 대학교의 존 기어하트(John Gearhart)도 인간 태아 조직으로부터 배아 줄기 세포를 배양해 내는데 성공했다는 연구 결과가 1998년 11월 Proceedings of National Academy of Sciences에 실렸다.⁶⁾ 그도 인간 배아 줄기 세포는 안정되어 있지 않고, 변이 가능성이 크므로 암세포로 발전하기 쉽다는 것을 지적한 바 있다.

(3) 2004년 2월 12일에 황우석 교수팀은 10여명의 난자 공여자로부터 기증받은 242개의 난자를 사용해서 하나의 인간 복제 배아를 형성했다고 보고하였다.⁷⁾

(4) 당뇨병의 경우 동물 실험 결과 배아 줄기 세포를 당뇨병에 걸린 동물에게 주입했을 때 혈당 변화에 대한 반응으로 인슐린을 분비시켜서 증세를 호전시키지 않은 사례, 즉 당뇨병을 치료하는 데 필요한 '췌장 베타 세포들'이 아니라 오히려 암세포를 발생시킨 사례에 대한 보고가 2004년 3월에 있었다.⁸⁾

(5) 2004년 4월에 미국 노르웨스턴 대학교(Northwestern University)의 리처드 버트(Richard K. Burt) 박사와 그의 동료들은 쥐의 배아 줄기 세포를 골수 세포와 혈액 세포로 변환시켜 면역력을 결여한 다른 쥐에게 주입하여 면역 기능을 갖게 하였다는 보고를 하였다. 이는 배아 줄기 세포가 골수 세포와 피 세포로 분화될 수 있음을 보여 주는 것이고, 이 방법이 사람에게 적용될 수 있다면 백혈병이나 자가 면역 질병(autoimmune disease), 또는 다른 면역 이상 증세를 지닌 환자에게 유용하게 사용할 수 있을 것으로 전망했다.⁹⁾ 그러나 이것은 아직 동물 실험 단계에 있는 것이다.

(6) 스탠포드 대학교(Stanford University)의 테오 코피디스(Theo Kofidis)는 인간 배아로부터 추출하여 배양해 낸 심장 근육 세포들(heart muscle cells)을 쥐의 심장에 주입하여 별 거부 반응 없이 자라나고 쥐의 심장 세포와 조화롭게 자라나

5) Cf. "Frequently Asked Questions." International Society for Stem Cell Research. Accessed on July 6, 2005, available at: <http://www.isscr.org/science/faq.htm>.

6) <http://www.achievement.org/autodoc/page/gea0bio-1>.

7) Hwang et al., Science 303 (2004), 1669 Richard Mollard, "The First Report of Successful Human Nuclear Transfer for Stem Cells," accessed on June 6, 2005, available at: <http://www.isscr.org/public/successful.htm>.

8) S. Sipione et al., "Insulin expressing cells from differentiated embryonic stem cells are not beta cells," Diabetologia 47(3): 499-508, March 2004; abstract at: www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=14968299&dopt=Abstract, cited in Daniel MacConchie, "Adult Step Cell 3, Embryonic Stem cell-0," http://www.cbhd.org/resources/stemcells/mcconchie_2004-06-16.htm#note1.

9) <http://www.sciencedaily.com/releases/2004/04/040401081637.htm>.

는 것을 확인했다고 2004년 5월 13일에 발표했다.¹⁰⁾

(7) 위스콘신 대학교의 장서천(Su-chun Zhang) 박사를 비롯한 연구자들은 인간 배아 줄기 세포에서 신경 줄기 세포를 분화시키고, 그로부터 운동 신경계(motor neurons), 그리고 그로부터 척추 운동 신경 세포를 분화시키는데 성공하였다고 2005년 1월 30일자 Nature Biotechnology에서 보고하였다.¹¹⁾ 이런 연구는 효과적으로 진전되면 후에 루게릭 병이나 근육 영양 장애, 그리고 척추 손상 등과 같은 병을 치료하는 데 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 전망되고 있으나 아직은 그런 연구의 초기 단계에 있을 뿐이다. 그래서 이렇게 분화된 척추 운동 신경 세포가 과연 유기체 내에서 제대로 작용할 수 있을지를 알기 위해 다음 단계에서 병아리 배아 대해 신경 세포 연구와 실험을 하기로 했다고 한다.

(8) 2005년 2월 5일에 이안 윌머트(Ian Wilmut) 박사와 런던 대학교 킹스 컬리취(King's College, London University)의 과학자들은 영국 <인간 수태와 배아학 위원회(the Human Fertilisation and Embryology Authority)>로부터 의학적 연구를 목적으로 인간 배아를 형성하고 실험할 수 있다는 허락을 받았다는 보고가 있었다. 이는 2001년에 의학 연구 목적으로 한 인간 배아 연구를 허락한 영국에서의 두 번째 허락이라고 한다.¹²⁾ 그러나 이들이 인간 배아를 복제 하거나 그로부터 배아 줄기 세포를 추출해 내었다는 보고는 아직 없다.

(9) 호주에서 2005년 4월 13일에 기존의 인간 배아 줄기 세포로부터 3개의 배아 줄기 세포주를 얻는데 성공하였다는 보고가 있었다.¹³⁾

(10) 2005년 5월에 벌코브스키(A. Bukovsky), 스베틀리코바(M. Svetlikova), 그리고 코우들(M.R. Caudle) 등은 배아 줄기 세포로 인간 난자를 만드는 데 성공했다는 보고를 하였다.¹⁴⁾

이 난자는 핵치환술에 의해 다시 복제 배아를 만드는 데 사용되게 된 것이다. 이 이후 단계의 것은 인간 배아를 파괴하지 않는 것이라는 미명을 주기 위해 고안 되는 방식이다. 그러나 초기 단계에 이미 배아가 파괴된 것은 누구나가 아는 사실이다. 그러나 이는 배아 줄기세포가 그 어떤 세포로든지 분화될 수 있음을¹⁵⁾

10) http://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-05/ama-esc050704.php.

11) Cf. <http://www.news.wisc.edu/packages/stemcells/10648.html>.

12) <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/4245267.stm>.

13) <http://www.medicalnewstoday.com/medicalnews.php?newsid=22771>

14) A. Bukovsky, M. Svetlikova, and M. R. Caudle MR. "Oogenesis in Cultures Derived from Adult Human Ovaries," *Reprod Biol Endocrinol* 3/1 (2005 May 5):17, cited in John C. Martin, "Scientista Produce Human Eggs from Stem Cells," available at: http://fertilityneighborhood.com/content/in_the_news/archive_1212.aspx.

확인시켜 준 것이므로 많은 이들이 이 연구에 관심을 가지는 것이다.

(11) 한국의 황우석 박사 등이 2005년 5월 19일자 Science 지에 환자의 피부 세포의 핵을 기증된 난자의 핵을 제거한 탈핵 난자에 주입하여 이루어진 11개의 같은 복제 배아 줄기 세포주(11 generically matched human embryonic stem cell lines)를 생성시키는데 성공했다는 보고가 있었다. 이 연구가 2004년의 연구와 비교해서 다른 점은 2세에서 56세에 이르는 당뇨병 환자와 척추 손상 환자 자신의 세포를 사용하여 배아 복제를 하였다는 점과 세포 배양에 있어서 동물에게서 기원한 세포질 사용이 최소화되었다는 점이다. 이제는 거의 모든 사람이 잘 알게 된 바와 같이, 황우석 박사팀은 18명의 여성에게서 기증된 185개의 난자를 가지고 한 실험에서 31개가 실험실 시험관 안에서 배아로 생성되었고(나머지 154개의 배아는 실험 과정에서 폐기된 것이다.), 그 31개 배아에서 11 배아 줄기 세포주를 얻게 된 것이다. 이에 대해 흔히 처음 기증된 185개 난자 가운데서 11개이므로 17 난자당 1개의 배아 줄기 세포주를 확보했다고 언급되지만 (더 나아가서 30세 이하의 여성에게서 기증된 난자만 따지면 14개 난자 당 1개의 배아 줄기 세포주를 얻은 것이라고 언급되기도 하지만¹⁶⁾), 실질적으로는 이 모든 배아를 다 파괴하고서 11 배아 줄기 세포주를 얻게 된 것이다.

(12) 영국 뉴카슬 대학교(Newcastle University)의 알리슨 머독(Alison Murdoch) 교수와 연구팀은 11명의 여성들로부터 기증된 난자를 이용해서 인간 배아를 형성했다고 2005년 5월 20일에 보고했다.¹⁷⁾ 그렇게 복제된 인간 배아 4중에서 3은 실험실에서 3일 동안 살아 있으면서 분화되었었고, 하나는 5일 동안 그렸다고 한다.

(13) 줄기 세포 연구를 위한 국제 학회(International Society for Stem Cell Research)에서는 2005년 6월 23일에서 25일에 샌프란시스코에서 열렸던 제3차 세계 대회에서의 논의를 요약하면서 줄기 세포 연구자들이 지금까지 명확히 알 수 없어서 지금 연구가 진행되고 있는 분야를 대개 다음과 같이 정리하고 있다: (a) 줄기 세포가 분화되는 과정에 대한 연구, 줄기 세포가 각각의 다른 세포로 분화되는 각각의 독특한 방식에 대한 연구, 어떤 일정한 프로그램에 따라 분화되는 것인지, 분화되어 자라는 데 일정한 유전자가 작용하는 지에 대한 연구, (b) 30년 이상

15) National Institutes of Health, U.S. Department of Health and Human Services, Stem Cell Basics. Available at: <http://stemcells.nih.gov/info/basics/basics4.asp>. Accessed on May 11, 2005.

16) 이에 대해서는 워싱턴 포스트지의 2005년 5월 20일자 바이스 기자의 기사를 보라(Weiss, Washington Post, 5/20).

17) <http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/4563607.stm>. Cf. Reproductive and BioMedicine Online.

연구해온 쥐의 줄기 세포와 인간 줄기 세포를 비교해 볼 때 그들이 배양액에서 자라는 과정의 차이와 일정한 조건 하에서 배양되었을 때 나타내는 행동의 차이가 있는 것으로 보고 되고 있다는 점, (c) 미국 외의 연구자들이 보이는 인간 배아 줄기 세포 형성 방법과 그로부터 특정한 세포로 분화되는 과정에 대한 관심.¹⁸⁾

(14) 대부분의 학자들은 배아 줄기 세포는 일반적으로 불안정하고(unstable) 염색체 이상(chromosomal abnormalities)을 나타내기 쉽다는 것을 인정한다.¹⁹⁾ 또한 2004년까지는 배아 줄기 세포를 사용하여 인간의 병을 치료한 사례가 하나도 보고 되고 있지 않다.²⁰⁾

2. 인간 성체 줄기 세포 연구

인간 성체 줄기 세포 연구는 다른 사람의 골수를 이식하여 병을 치료하기 시작한 1960년대부터 시작된 일이다. 특히 캐나다의 어니스트 맥컬럭(Ernest A. McCulloch)과 제임스 킬(James E. Till)의 연구 이후에 줄기 세포에 대한 연구가 활성화되었다. 골수에 있는 조혈모 세포 같은 것이 대표적인 성체 줄기 세포이다. 조혈모 세포(hemopoietic stem cell)는 매일 성인의 몸에서 2천억 개의 적혈구를 만들어 낸다. 이와 같은 성체 줄기 세포는 (1) 태줄 혈액(臍帶血, umbilical cord blood)으로부터, (2) 태반(placenta)에 남아 있는 피로부터, 심지어 (3) 양수(amniotic fluid)로부터도,²¹⁾ 그리고 성체 줄기 세포를 얻을 수 있는 성체 조직(adult tissues)인 (4) 골수(bone marrow)로부터, (5) 피부, 특히 진피(epidermis or dermis)로부터, (6) 혈관(blood vessels), (7) 간(liver), (8) 뇌(brain),²²⁾ (9) 치아 수

18) http://isscr.org/public/meeting_summary.htm. 또한 특히 성체 줄기 세포에 대한 관심으로는 성체 줄기 세포가 다양한 조직(tissues) 안에서 반응하는 어떤 싸인이 있는가 하는 것과 실험실 안에서 성체 줄기 세포를 배양하는 것에 대한 관심들이 공유되었다고 한다.

19) http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Science-Weldon.

20) 이는 일반적인 정보이지만, 특히 이를 언급하는 Tadeusz Pacholczyk의 다음 글을 보라: "Stem Cell Research, Cloning and Human Embryos- 2004," available at: http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Stem%20Cell%20Cloning. 또한 다음도 보라: http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Science-Weldon.

21) 이에 대해서는 Tadeusz Pacholczyk의 다음 글을 참조하라: "Stem Cell Research, Cloning and Human Embryos- 2004," available at: http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Stem%20Cell%20Cloning.

22) 1990년대 이후에는 과학자들이 뇌는 뇌를 구성하는 세 가지 주된 종류의 뇌 세포 모두(즉, 신경 세포가 아닌 astrocytes 그리고 oligodendrocytes, 그리고 neurons, or nerve cells)를 만들어 내는 성체 줄기 세포를 가지고 있다는 것을 인정하게 되었다고 한다.

Cf. <http://stemcells.nih.gov/info/basics/basics4.asp>.

질(髓質) (dental pulp),²³⁾ (10) 소화 기관의 상피 조직, (11) 망막(retina), (12) 골격근(skeletal muscle),²⁴⁾ 그리고 심지어는 (13) 지방 흡입술(liposuction)로 얻은 피하 지방 세포,²⁵⁾ 그리고 (14) 코의 후각 세포 점액질(olfactory mucosa)로부터도 얻어질 수 있다.²⁶⁾

2-1. 성체 줄기 세포를 이용한 치료 사례들에 대한 보고들

지금까지 성체 줄기 세포를 사용한 치료가 100종 이상의 병에 적용될 수 있는 것으로 보고 되고 있다. 지난 40년 동안 골수 이식을 통해 백혈병을 많이 치료해 왔었다. 또한 1988년 이후에는 제대혈을 사용해서 소아 백혈병을 비롯해서 어린 아기들에게서 발생할 수 있는 병을 치료하는 일이 일반화되었다. 또한 2001년에는 흑인들 사이의 유전병의 하나인 '낮 모양 적혈구 빈혈증(sickle cell anemia)'에도 성체 줄기 세포 치료법이 효과 있었다는 보고도 나왔다.²⁷⁾ 일반적으로 많이 사용되던 백혈병 치료에서 후에 화학 요법을 하면 암 뿐만 아니라 장상 세포, 특히 골수 안에 있는 성체 줄기 세포도 파괴하는 결과가 초래되고 있으므로, 미리 골수로부터 성체 줄기 세포를 분리해 놓았다가 화학 요법을 한 후에 환자의 몸에 그렇게 미리 분리시킨 성체 줄기 세포를 주입할 수 있다면 효과가 더 좋으리라는 예상과 보고가 나오고 있다.²⁸⁾ 이런 방법은 자신의 백혈구 세포들이 소화 기관을 공격하는 자가 면역 질환(autoimmune disease)의 하나인 크론씨 병(Crohn's)이나 다중 경화 또는 루푸스(lupus)를 치료할 때 최후로 사용되는 치료 기법으로써 2001

23) S. Gronthos, et al., "Stem cell properties of human dental pulp stem cells." *Journal of Dental Research* 81 (2002): 531-535, cited in "Embryonic vs. Adult Stem Cell Research." *The Christian Medical Association*, July 2004. .

24) Pacholczyk, "Stem Cell Research, Cloning and Human Embryos- 2004,"

http://www.nbcathcon.org/stem_cell_research.htm#Stem%20Cell%20Cloning.

또한 다음도 보라: A. Asakura, et al., "Myogenic specification of side population cells in skeletal muscle," *Journal of Cell Biology* 159 (2002): 123134, cited in "Embryonic vs. Adult Stem Cell Research." *The Christian Medical Association*, July 2004.

25) P. A. Zuk, et al, "Multilineage cells from human adipose tissue: implications for cell-based therapies." *Tissue Engineering* 7 (2001): 211-228, cited in "Embryonic vs. Adult Stem Cell Research." *The Christian Medical Association*, July 2004.

26) 이상의 정보는 일반적인 것이나 특히 다음에 잘 요약되어져 있다. 다음 자료를 잘 참조하라: http://en.wikipedia.org/wiki/Stem_cell.

27) 2001년 12월 15일자 호주의 News Weekly에 실린 기사:

http://www.newsweekly.com.au/articles/2001dec15_stem.html

28) 이에 대해서는 http://en.wikipedia.org/wiki/Stem_cell의 "Current Treatments" 부분을 보라.

년에는 미국 시카고의 노프웨스턴 메모리얼 병원(Northwestern Memorial Hospital)에서 크론씨 병을 가진 22세 된 여성 환자에게 자기 성체 줄기 세포를 사용하는 시술을 한 뒤 2개월 정도 뒤에 상태가 호전되었다는 보고도 나왔다.²⁹⁾ 또한 2001년에는 골수 줄기 세포가 혈관을 따라 손상된 조직(tissues)에 가서 그 조직과 같은 종류의 세포로 증식할 수 있는 능력이 있다는 것도 보고 되었다.³⁰⁾

2001년 7월에 독일 로스투크(Rostock)에서는 자신의 골수에서 채취한 성체 줄기 세포를 주입하여 심장을 치료하여 증세를 호전시킨 사례가 보고 되기도 하였다.³¹⁾

특히 2002년 이후 성체 줄기 세포에 대한 연구 성과는 매우 놀랍다. 2002년에는 파킨슨 씨 병을 5년 이상 앓아온 데니스 터너(Dennis Turner)씨 자신의 뇌에서 추출한 성체 줄기 세포를 이용해서 치료하였을 때 80% 증상의 호전을 보았다는 보고가 미국 상원 청문회에서 있었고 이런 임상 실험이 더 대규모적으로 사용될 계획이 있다고 한다.³²⁾ 이는 파킨슨 씨 병을 가진 동물들의 실험 결과가 뇌종양을 발생시킨 것과는 큰 대조가 되는 것이다.

또한 2002년에 성체 줄기 세포를 사용해서 실명한 여인의 눈을 치료해서 볼 수 있게도 하였고,³³⁾ 2004년 11월 호 *Investigative Ophthalmology and Visual Science*에는 쥐 실험을 통해 성체 줄기 세포를 사용해서 시력을 회복시킬 수 있다는 보고가 나타나기도 하였다.³⁴⁾ 2003년에는 급성 신부전(acute renal failure)에도 효과가 있었다는 쥐에 대한 실험 결과에 대한 보고가 있었다.³⁵⁾ 또한 2003년 3월에는 그 해 2월에 못을 박는 기계(nail-gun)로 심장에 못이 박혀서 심장 마비를 겪은 후 심장 기능이 점차 쇠퇴되어 심장 기능이 25%된 16세의 소년 드미트리 보니빌(Dimitri Bonnville)에게 자신의 혈액에서 채취하여 분리시킨 성체 줄기 세포를 관상 동맥에 주입한 결과 심장 기능이 35%로 증가하였다는 보고가,³⁶⁾ 그리고

29) Reuters; August 11, 2001 as quoted in the Pro-Life Infonet 8/12/01 #2503, as quoted in <http://www.righttoliferoch.org/wadulstern.htm>.

30) H. M. Blau, T. R. Brazelton, and J. M. Weiman, "The Evolving Concept of a Stem Cell: Entity or Function," *Cell* 105 (June 29, 2001), 829-841, cited in Bohlin (2001).

31) www.nationalpost.com/commentary/story.html?f=/stories/20010728/63_0911.html, cited in <http://www.righttoliferoch.org/wadulstern.htm>.

32) www.wchstv.com/newsroom/healthyforlife/1901.shtml.을 보라.

33) <http://www.telegraph.co.uk/health/main.jhtml?view=DETAILS&grid=P8&targetRule=10&xml=/health/2005/04/29/hstem29.xml>.

34) Cf. http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Vision.

35) Marina Morigi et al., "Mesenchymal Stem Cells are Renotropic, Helping to Repair the Kidney and Improve Function in Acute Renal Failure," *Journal of American Society of Nephrology* 15 (July 2004): 1794-1804, abstract at <http://www.jasn.org/cgi/content/full/15/7/1794>.

36) Wesley J. Smith, "Adult Stem Cells Offer Practical Hope for Patients," *National Review*, March

6월에는 40%로 증가하였다는 보고가 있었다.

또한 2004년 3월 2일자로 소아 당뇨병환자의 경우에 성체 줄기 세포를 사용하여 치료한 결과 더 이상 인슐린 주사를 맞지 않아도 된다는 사실에 대한 보고가 나왔다.³⁷⁾ 그리고 2004년에는 한국 서울 태줄 은행의 한 훈 박사팀과 조선대 산부인과 송창훈 교수팀, 서울대 수의대 강경선 교수팀은 20년 가까이 하반신 마비상태로 지낸 황미순(37) 씨에게 10월 12일에 태줄 혈액 줄기세포를 주입한 지 40여일이 지난 당시에 척추가 재생되고 있다고 11월 25일에 밝혔다.³⁸⁾ 이와 비슷하게 2001년 교통 사고로 목이 부러지는 사고를 당하여 가슴 이하를 사용할 수 없던 로라도밍구에(Laura Dominguez)에게 그녀의 코의 후각 세포를 사용한 성체 줄기 세포를 손상당한 척추 부분에 주입한 결과 수술 후 몇 달 후에 발을 움직일 수 있게 되었고, 이제는 버팀대를 사용해서 걸을 수 있게 되었다는 증언이 2004년에 있었던 미국 줄기 세포 연구 청문회에서 있었다.³⁹⁾ 또한 2004년 12월에는 독일 기센에서 2년 전 낙상하여 두 개골을 손상당한 7세난 소녀의 손상된 두개골을 그 아이의 골반 뼈 일부와 그 아이의 엉덩이 지방에서 추출한 성체 줄기 세포를 이용해서 그 아이의 두개골이 온전하게 되게 했다는 보고가 Journal of ranio-Maxillofacial Surgery 2004년 12월 호에 실렸다.⁴⁰⁾

또한 쥐의 골수에서 채취한 성체 줄기 세포를 귀에서 발견할 수 있는 청각 신경 세포로 변환시켜서 들을 수 없던 이들을 들을 수 있게 하는 실험에 성공하였다는 인디애나 의대에서의 연구에 대한 보고도 2005년 3월 18일에 Proceedings of the National Academy of Sciences의 온라인 판과 3월 29일자 저널에 실렸다.⁴¹⁾

그리고 2005년 4월에는 3개월 전에 교토 대학병원의 시니치 마츠모토(Shinichi Matsumoto)와 그의 동료 의사들이 56세 된 어머니에게서 추출한 인슐린을 생성시키는 췌장소도 세포(islet cells)를 27세 된 딸의 간에 주입하여 딸의 당

15 2003, available at:

http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Practical%20Hope

37) <http://www.stemcellresearch.org/facts/factsheet-04-03-02.htm>

38) <http://times.hankooki.com/lpage/200411/kt2004112617575710440.htm>

http://www.cordblood.com/cord_blood_news/stem_cell_news/a_paralyzed.asp

<http://www.news24.com/News24/Technology/News/0,,2-13-1443-1627932,00.html>

<http://www.connected.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2004/11/30/wcells30.xml>;

http://www.seoulcord.co.kr/bin/news_view.asp?branch=2&num=195&part=&searchkey=

39) 이에 대해서는 Tadeusz Pacholczyk의 다음 글을 참조하라:

"Stem Cell Research, Cloning and Human Embryos- 2004," available at:

http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Stem%20Cell%20Cloning.

40) <http://www.msnbc.msn.com/id/6727466/>

41) http://www.medicine.indiana.edu/news_releases/viewRelease.php4?art=300.

노병을 치료했다는 보고가 나왔다.⁴²⁾ 이런 실험은 동물 실험 결과에서는 더 많은 사례가 보고된 것과 연관되는 것이다.⁴³⁾ 이는 아직도 동물 실험을 하려고 하는 상태이며, 더구나 현재로서는 동물 실험의 경우에 있어서도 당뇨병을 치유하기는커녕 암을 발생시키고 있는 배아 줄기세포를 이용한 당뇨병 치료 방법 개발과는 매우 큰 대조를 이루는 것이라고 여겨진다.

그리고 성체 줄기 세포를 이용한 치료가 크라베씨(Krabbe's) 병에도 효과가 있었다는 보고가 있고,⁴⁴⁾ 이에 대한 최근 보고가 2005년 5월 19일자 New England Journal of Medicine에 실렸다.⁴⁵⁾

또한 2005년 5월 23일자 BBC News에 의하면 런던의 해머 쓰미뜨 병원(Hammersmith Hospital)의 간 이식 전문 외과 과장(head of liver surgery)인 네기 하비브(Nagy Habib) 교수를 비롯한 연구자들은 환자 자신의 골수에서 추출한 성체 줄기 세포를 사용해서 손상된 부위에 새로운 세포 조직을 생성시킴으로써 간경화증을 앓고 있는 환자 자신의 몸의 자기 치료 기제를 강화시킴으로 치료하는 연구를 시작했다고 한다.⁴⁶⁾

또한 2005년 5월 18일에는 일본 카와고에(Kawagoe)의 사이타마 메디칼 센터(Saitama Medical Center)에서 61세의 심장 마비 환자에게 그의 골수에서 얻은 줄기 세포를 심실에 주입하여 6월 30일에는 외부에 달았던 인공 심장도 제거하여 회복시켜서 퇴원하였다는 보고가 있다. 수네이 교(Shunei Kyo) 박사와사토시 고조(Satoshi Gojo) 박사를 비롯한 의료팀은 2005년 2월 3일에 심장 마비로 입원했던 환자가 나이와 여러 이유 때문에 심장 수술이 불가능하자 성체 줄기 세포를 사용한 치료를 성공시킨 것이다.⁴⁷⁾

지금 현재 미국 NIH(National Institute of Health)에 성체 줄기 세포를 이용한 임상 실험이 290건 등록 되어 임상 연구를 하고 있는 것으로 나타나고 있다.⁴⁸⁾

42) <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/4459523.stm>

43) 예를 들어서 다음을 보라: S. Oh et al., "Adult bone marrow-derived cells transdifferentiating into insulin-producing cells for the treatment of type I diabetes," Laboratory Investigation, published online 22 March 2004, abstract at www.nature.com/cgi-taf/dynapage.taf?file=/labinvest/journal/v84/n5/abs/3700074a.html, cited in Daniel MacConchie, "Adult Step Cell 3, Embryonic Stem cell-0,"

http://www.cbhd.org/resources/stemcells/mcconchie_2004-06-16.htm#note1.

44) 다른 이의 성체 줄기 세포로 치료한 Gina Rugari의 경우에 대한 보고로 Tadeusz Pacholczyk, "Stem Cell Research, Cloning and Human Embryos- 2004," available at: http://www.nebcathcon.org/stem_cell_research.htm#Stem%20Cell%20Cloning.

45) <http://www.medicalnewstoday.com/medicalnews.php?newsid=24897#>

46) <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/4573453.stm>.

47) <http://www.heartzine.com/news/257-Success-of-Stem-Cell-Therapy-in-Heart-Attack-Patient.html>.

이에 비해 배아 줄기 세포를 이용한 연구를 신청한 일은 한 건도 없는 것으로 나타난다.

2-2. 성체 줄기 세포의 분화 전능성과 대규모 배양 가능성에 대한 보고들

일반적으로 성체 줄기 세포는 그 수가 작고, 따라서 이를 분리하여 추출해 내기도 어렵다고 하고, 또 실험실에서 증식시키기도 어렵다(adult stem cells are extremely difficult to isolate and then to multiply in a lab dish)고들 했었다.⁴⁹⁾ 그러나 2002년 1월 26일자 New Scientist 지(誌)는 미네소타 대학교(University of Minnesota)의 캐더린 벌페일리(Catherine Verfaillie) 교수 팀의 연구 성과를 소개하면서 그들이 성인의 골수로부터 인간 몸을 구성하는 220개 다른 종류의 세포로 분화될 수 있는 줄기 세포들을 발견했다고 보도했다. "성체 줄기 세포에서 분화된 이 다기능성을 지닌 세포들(these multipotent adult progenitor cells or MAPCs)"은 배아 줄기 세포들과 같은 유연성과 잠재성을 지니고 있다는 것이다. 이 연구팀은 골수 샘플을 제공한 약 100명 중 70명으로부터 이런 줄기 세포(MAPCs)를 추출할 수 있었다고 한다.⁵⁰⁾

또한 2002년 6월 20일자 온라인판 Nature에 실은 한 논문에서 벌페일리 교수와 그 팀은 간엽 줄기 세포(mesenchymal stem cells: MSCs)⁵¹⁾ 배아 줄기 세포와 같이 분화 능력(pluripotency)을 가지고 있음을 발견하고 이를 발표했다.⁵²⁾

48) <http://www.clinicaltrials.gov/ct/search;jsessionid=165BDABD68F4ED426D4A0F808A7AE009?term=adult+stem+cell&submit=Search>.

49) 이런 주장의 대표적인 예로 다음을 보라: Ernle Young, "Stem Cell Research: Its Therapeutic Possibilities and Ethical Cotroversies," Monash University Medical Foundation Inaugural Eric Glasgow Memorial Lecture, April 4, 2003, available at:

http://www.nssc.edu.au/file_downloads/Dr_Ernie_Young_Lecture.pdf, 3.이하의 논의에 비추어 볼 때 2003년 4월에 행한 강연에서도 이렇게 말했다는 것이 매우 의아스럽다.

50) Sylvia Pagan Westphal, "Is this the cell that could revolutionise medicine?," 2002-JAN-26, New Scientist (<http://www.newscientist.com>) Online at: <http://www.eurekalert.org/>

51) 이는 "bone marrow stromal cells"라고 언급되기도 한다.

Cf. <http://stemcells.nih.gov/info/basics/basics4.asp>.

52) Y. Jiang, et al., "Pluripotency of Mesenchymal Stem Cells derived from Adult Bone Marrow." Nature, advance online publication, June 20, 2002, DOI: 10.1038/nature00870. 이에 대한 설명 기사로 다음을 보라: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2002-06/uom-eta061802.php.

배아 줄기 세포의 능력에 대해서도 totipotency라는 용어 보다 pluripotency라는 용어를 사용하는 예도 많다. NIH에서 나온 <http://stemcells.nih.gov/info/basics/basics5.asp>. 이에 비해서 fatal germ cells는 totipotency를 가지고 있다고 한다. 예를 들어서, Ernle Young, "Stem Cell Research: Its Therapeutic Possibilities and Ethical Cotroversies," Monash University Medical Foundation

성체 줄기 세포도 적절한 상황에서 배양되기만 하면 배아 줄기 세포와 같이 계속해서 다양한 세포와 조직으로 분화될 수 있다는 것이다.⁵³⁾ 즉, 어떤 성체 줄기 세포는 그저 다기능성(multipotency)만 가진 것이 아니라 다양한 세포로 분화될 수 있는 pluripotency를 가졌다는 것이다.

또한 2002년 8월호 Tissue Engineering에 실렸던 한 논문에서 로스 투보(Ross Tubo) 박사는 이런 '다기능성을 지닌 세포들'(MAPCs)과 흔히 뼈, 연골, 지방, 근육 등으로만 분화될 수 있으며 면역 거부 반응을 일으키지 않는 것으로 알려진 간엽 줄기 세포(MSCs)는 사실은 거의 같은 것이라는 연구 보고를 발표하였다.⁵⁴⁾ 이는 간엽 줄기 세포(MSCs)도 배아 줄기 세포와 같은 분화 능력을 가지고 있다는 것을 입증하는 것이다.

그런가 하면 2003년에는 쥐의 골수에서 채취한 성체 줄기 세포가 중뇌의 도파민과 같은 뉴런들(dopamine like neurons)을 생성시키는 것을 보여준 경우가 보고되었다. 벨페일리(Verfaillie) 교수팀은 Proceedings of the National Academy of Sciences에 발표한 한 논문에서 이는 성체 줄기세포가 배아 줄기 세포와 같은 능력을 가지고 있음을 보여 주며, 파킨슨 씨 병과 같은 병을 치료할 수 있는 능력이 있음을 입증한다고 했다.⁵⁵⁾

또한 2004년 10월에는 필라델피아의 토마스 제퍼슨 대학교(Thomas Jefferson University) 의과 대학의 발달 생물학자인 로레인 라코비티(Loraine Lacovitti) 박사와 그녀의 동료들은 실험실에서 인간의 골수 성체 줄기 세포를 도파민을 생성해 내는 신경 세포인 뇌세포로 분화시키는 데 성공하였다는 보고도 하였다.⁵⁶⁾

더 나아가서 2005년 Developmental Dynamics에 실린 한 논문에서 호주 그리피쓰 대학교(Griffith University)의 세포 치료와 분자 치료 연구소(Institute for

Inaugural Eric Glasgow Memorial Lecture, April 4, 2003, available at: http://www.nsc.edu.au/file_downloads/Dr_Ernie_Young_Lecture.pdf, p. 2.

53) Matthew Harper, "Stem Cells' Double Breakthrough," Forbes.com, 6/20/2002, at: <http://www.forbes.com/technology/sciences/2002/06/20/0620stemcells.html>.

54) Sylvia Pagan Westphal, "Greater potential of adult stem cells revealed," New Scientist, 2004-MAY-17, at: <http://www.newscientist.com/>

55) <http://www.sciencedaily.com/releases/2003/08/030819073513.htm> . 그녀는 2004년 미국 대통령 생명 윤리 자문 위원회의 줄기 세포 연구 모니터링에 실린 글에서도 같은 주장을 하였다. Catherine Verfaillie, "Multipotent Adult Progenitor Cells: An Update," Monitoring Stem Cell Research, President's Council on Bioethics, January 2004; Appendix J, cited in "Embryonic vs. Adult Stem Cell Research." The Christian Medical Association, July 2004.

56) <http://www.sciencedaily.com/releases/2004/10/041025120923.htm> .

Cellular and Molecular Therapies)의 부소장인 알란 맥케이-심(Alan Mackay-Sim) 교수도 후각 세포 점액질에서 추출해낸 성체 줄기 세포도 적절한 화학적 환경 가운데서는 배아 줄기 세포와 같은 분화 능력을 보인다는 것을 밝혔다.⁵⁷⁾ 또한 독일 라이프찌히 대학교(University of Leipzig)의 조셉 캐스(Josef Käs) 교수와 조헨 곱(Jochen Guck) 박사는 성인의 혈액으로부터 배아 줄기 세포와 같은 정도의 분화 능력을 지닌 줄기 세포를 추출하여 분리시키는 과정을 발전시켰다고 2005년 4월 12일(화)에 영국 워릭 대학교(Warwick University)에서 열린 물리학 연구소의 2005년 학회에서 발표했다.⁵⁸⁾

그리고 2005년 5월 6일자 Cell 지에 낸 한 논문에서 MIT 생물학 교수이기도 한 화이트헤드 인스티튜트(Whitehead Institute)의 루돌프 제니쉬(Rudolf Jaenisch)는 성체 줄기 세포를 빠르고 유효하게 분화시키는 방법을 발견했다고 보고 했다.⁵⁹⁾ 이 연구실에서는 쥐를 사용한 실험을 통해서 Oct4라고 불리는 유전자가 작용하는 동안에는 세포가 자신과 같은 줄기 세포로 분화하고 (근육세포, 심장 세포 등)의 구체적인 조직(tissue)로 분화하지 않음을 발견한 것이다. Oct4는 배아 단계에 있는 세포에서만 작용하고, 그 이후에는 작용하지 않는 유전자인데, 이를 성체 세포에서 다시 작용하도록(reactivate) 해 본 것이다. 그리하여 쥐에 Oct4가 다시 작용하도록 하면 암이 발병하고, Oct4가 작용하지 않도록 하면 그 증세가 사라지는 것을 발견한 것이다. 피부 세포를 가지고 이를 잘 활용하며 화상으로 고통하는 환자를 고치는 데 유용하게 사용할 수 있을 것으로 예상된다. 2002년에 쥐의 피부에서 추출한 줄기 세포를 쥐의 배아에 주입시키면 여러 다른 세포 조직으로 분화될 수 있다는 동물 실험에 근거한 보도가 있었다(New Scientist, 16 March 2002, p. 12). 이런 실험에 대해서 다른 성체 줄기 세포 연구에서와 같이 다른 세포들과 융합하는 문제를 비판하는 이들이 있었는데, 인간의 골수에서 추출한 성체 줄기 세포를 사용하여 실험실에서 신경 조직을 분화시킨 연구 결과가 발표되었다(New Scientist, 2 July, 2005).⁶⁰⁾ 이와 같이 성체 줄기 세포도 배아 줄기 세포와 상당히 비슷한 분화 능력을 가지고 있다는 연구 성과가 최근에 계속 보고 되고 있다.

또한 성체 줄기 세포의 증식 가능성에 대한 보고도 있다. 미국 세포 생물학

57) 호주 퀸스랜드 브리스베인에서 발간되는 2005년 3월 22일자 The Courier-Mail을 인용하고 있는 다음 자료를 참조하라: http://en.wikipedia.org/wiki/Stem_cell.

58) <http://physics.iop.org/IOP/Press/PR2105.html>.

59) <http://www.medicalnewstoday.com/medicalnews.php?newsid=23934>.

60) <http://www.newscientist.com/channel/sex/mg18625064.900>.

회(the American Society for Cell Biology) 학회지인 Molecular Biology of the Cell 2005년 7월 1일자에서 피츠버그 대학교 의과대학(the University of Pittsburgh School of Medicine) 조교수인 브리쥬 디지(Bridget Deasy) 등 여러 필자들은 근육에서 추출해낸 성체 줄기 세포가 배아 줄기 세포와 같이 200회 이상 증식(200 population doublings)할 수 있음을 입증하여 성체 줄기세포는 배아 줄기 세포만큼 증식시키기 어렵다는 논의를 불식시켰다.⁶¹⁾

3. 배아 줄기 세포 연구와 성체 줄기 세포 연구의 일반적 비교

이상에서 우리는 주로 인간 배아 줄기 세포 연구와 성체 줄기 세포 연구에 대해 지금까지 어떤 연구가 어느 정도까지 진행되어 왔는지를 살펴보았다. 때로는 필요한 동물 실험의 결과도 포함하여 언급하였지만, 주로 인간 배아 줄기 세포 연구와 인간 성체 줄기세포 연구를 중심으로 언급한 이유는 동물 배아 줄기 세포 연구는 엄격한 제한 하에서 동물을 보호하는 의도와 취지에서라면 그런 연구가 있을 수 있다고 생각하기 때문이었다. 그러나 인간 줄기 세포 연구는 동물 줄기 세포 연구와는 다른 문제이다. 왜냐하면 인간 배아 줄기 세포를 추출하기 위해서는 인간 배아로부터 줄기 세포를 추출해야 하는데, 이는 그 인간 배아를 파괴하는 결과를 낳기 때문이다. 그러므로 인간 배아 파괴라는 윤리적 문제를 지니는 인간 배아 줄기 세포 연구로부터 성체 줄기 세포로 연구로의 전환이 꼭 필요하다는 것은 이미 여러 사람들이 강조한 바 있다. 그러므로 (1) 성체 줄기 세포 연구와 이를 사용한 병의 치료는 배아 줄기 세포를 사용하는 경우에 나타나는 윤리적 문제를 벗어날 수 있다는 가장 강한 잇점을 지니고 있다. 그러나 성체 줄기 세포 연구는 이외에도 다음과 같은 여러 가지 유익을 지니고 있음이 드러난다.

(2) 성체 줄기 세포를 사용하여 인간의 병을 치료할 때는 면역 거부 반응을 피할 수 있다는 것이 대부분의 연구자들의 공통된 지적이다.⁶²⁾ 그런데 배아 줄기 세포는 동물 실험에 경우에는 2004년에도 면역 거부 반응이 있지 않다는 보고가 있었지만, 인간 배아 복제와 관련해서는 우려가 있고 면역 거부 반응이 있을 수 있으나(아직 실험한 예가 없으므로) 면역 거부 반응이 있을지가 확정되지 않았다는 진술이 나오고 있다.⁶³⁾ 최근인 2005년 5월에야 황우석 교수 등에 의한 실험에서

61) http://www.stemcellresearchfoundation.org/WhatsNew/June_2005.htm#8 또한 <http://www.medicalnewstoday.com/medicalnews.php?newsid=26538>도 보라.

62) 가장 일반적인 진술로 <http://stemcells.nih.gov/info/basics/basics5.asp>를 보라.

63) Ibid.: "Embryonic stem cells from a donor introduced into a patient could cause transplant rejection. However, whether the recipient would reject donor embryonic stem cells has not been

인간에 대한 면역 거부 반응을 분명히 하는 쪽으로 연구를 하여 가고 있다. 그전까지는 물론 이론적으로는 배아 줄기 세포를 사용하면 면역 거부 반응을 해결할 수 있다는 생각을 하였지만, 실제로는 배아 줄기 세포를 배양하는 배양액에 동물 세포와 동물 세포질이 사용되었었기 때문에 문제가 있었다(immunological incompatibility). 2003년 11월에만 해도 존스 홉킨스 대학교에 모인 위원들이 그때까지 미국에서 확보된 인간 배아 줄기 세포들은 모두 쥐의 세포도 같이 사용하면서 배양한 것이므로 인간을 쥐의 바이러스에 감염시킬 위험이 있다고 결론 내렸었다.⁶⁴⁾ 이런 상황은 황 교수 등에 의한 2005년 5월 실험 이전까지 계속된 상황이었다. 황박사 팀의 이 연구에서는 세포 배양에 있어서 동물에게서 기원한 세포질 사용을 최소화하였다고 한다. 동물에게서 기원한 세포질이 전혀 사용되지 않게 된다면, 그리고 후에 이루어질 실제 인체 대상 실험에서 면역 거부 반응이 나타나지 않는다면, 이 점에서는 배아 줄기 세포 연구와 성체 줄기 세포 연구가 같은 위치에 있는 것이 된다.

또한 (3) 성체 줄기 세포는 손상된 세포가 있는 곳에서 그 세포에로의 분화와 재생이 잘 이루어지고 있는 것으로 확인되고 있다. 이에 비해서 배아 줄기 세포를 사용할 때 '분화 전능성'을 지닌 배아 줄기 세포를 우리가 원하는 세포 조직으로 분화시키는 시도는 계속되고 있으나, 배아 줄기 세포를 우리가 원하는 세포 조직으로 분화시킬 수 있는 방법에 대한 확실한 방법이 아직 확보되어 있지 않다.⁶⁵⁾ 예를 들어서, 서울대 수의학과와 강경선 교수는 배아 줄기 세포를 사용한 방법의 문제점을 언급하면서 "필요한부분의 장기나 조직으로 생겨나게 하는 통제할 기술이 아직 없으며(뇌의 신경세포에 문제가 생겨 줄기세포를 이식했는데 거기서 손이나 눈 등 인체의 다른 부분이 생겨날 수 있다), 또 종양이 될 수 있다."고 말한 바 있다.⁶⁶⁾ 어떤 이들은 2001년도에 이를 알아내기 위해서는 우리는 앞으로도 20년 이상을 기다려야 할 것이라고 예측하기도 하였었다.⁶⁷⁾ 또한 근자에 아주 의대 뇌

determined in human experiments."

64) http://seattletimes.nwsource.com/html/nationworld/2001788115_stemcells11.html.

65) (inability to direct the differentiation of cells into desired tissues). 1999년 5월 11일에 이점을 지적한 논의로 Daniel MacConchie, "Testimony before MBAC Meeting," accessed on June 6, 2005, available at http://www.cbhd.org/resources/stemcells/mcconchie_1999-05-11.htm를 보라. 그런데 배아 줄기 세포에 대한 최근의 국제 회의에서도 계속 이 문제가 논의되고 있다. Cf. http://isscr.org/public/meeting_summary.htm. 또한 다음 글에 나타난 같은 점에 대한 지적도 보라. http://www.cbhd.org/resources/stemcells/kilner_2004-11-05.htm.

66) "제대혈 권위자가 보는 인간배아줄기세포-강경선 박사 인터뷰", available at:

http://club.cyworld.nate.com/club/main/club_main.asp?club_id=50289202#.

67) David Hamilton and Antonio Regaldo, "Biotech Industry - Unfettered, but Possibly Unfulfilled,"

질환 연구센터 소장인 김승업 교수는 "배아줄기세포로부터 여러 장기나 조직을 만들어내는 기술을 완성하기까지는 적어도 10년이 걸릴 것이다"라고 하였다.⁶⁸⁾

그러나 성체 줄기 세포는 이미 원하는 세포로 분화시켜 만족할만한 치유를 내고 있다. 여기서 서울 대학교 의과대학의 황상익 선생의 말을 인용하면 좋을 것이다: "배아줄기세포는 미분화세포의 지나친 증식으로 암 발생 문제가 큰 데 반해 성체줄기세포는 그러한 문제점이 거의 없다. 즉 안전성에서 뛰어나다. 또한 배아 줄기세포는 원하는 세포 이외에 다른 세포로 잘못 분화할 가능성이 많지만, 성체 줄기세포는 조직 특이적 분화를 하므로 효율 면에서도 훨씬 앞선다."⁶⁹⁾

그런데 그런 점에서 유효한 것으로 인정되는 성체 줄기 세포 연구는 (4) 그 분화 전능성의 정도에서나 분화 능력에서나 배양 능력에 있어서 배아 줄기 세포 연구보다 효율이 떨어진다는 논의가 상당히 많이 있어 왔다.⁷⁰⁾ 그러나 본 논문에서 살펴 본 바는 사실은 그렇지 않음을 시사해준다. 오늘날에는 그 다기능성에서나 분화 능력, 그리고 증식 능력에 있어서 성체 줄기 세포는 배아 줄기 세포 보다 못하지 않다는 연구 성과들이 점증적으로 보고 되고 있다.

더구나 (5) 실제로 병을 치료하는 효능성에 있어서는 이 논문에서 살펴 본 사례들이 이미 많은 사람들이 성체 줄기 세포의 연구 결과가 배아 줄기 세포 연구 보다 우월하다고 여러 학자들과 운동가들이 이전에 말했던 바를 더 명확히 확인 시켜 준다고 할 수 있다. 이미 성체 줄기 세포 연구의 우위성을 언급한 예들을 인용해 보면 다음과 같다: 캐나다의 <온타리오의 생명을 위한 연대> (Alliance for Life Ontario)의 제키 제프스(Jakki Jeffs)는 다음과 같이 말한 바 있다: "성체 줄기 세포 연구는 적법하고 도덕적이고 윤리적인 대안적 연구를 제공해 준다. 성체 줄

Wall Street Journal, August 13, 2001, p. B1, cited in Bohlin(2001).

68) 김승업, "연구가 경쟁력이다" (특별 기고), 일간 보사 의학신문, 2005년 6월 9일, http://bosa.co.kr/special/view.asp?board_pk=10188&page=1&what_board=1.

69) "황상익, "인간 배아 복제의 문제점들 대안은 있다," available at: http://club.cyworld.nate.com/club/main/club_main.asp?club_id=50289202#. 배아 줄기 세포의 안정성이 없음에 대한 또 다른 지적으로 영국 과학 진흥 협회(the British Association for the Advancement of Science)의 현 회장이며 불임 문제 전문가인 로버트 윈스턴 경(Sir Robert Winston)이 2005년 9월 5일(월)에 북아일랜드 더블린에서 행한 협회의 회장 연설에서 한 언급을 보라. Cf. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4213566.stm>.

70) 가장 일반적으로는 다음을 보라: National Institutes of Health, "Stem Cell Basics," July 19, 2004. 또한 다음도 보라: "Berg leads advocacy for stem cell research." <http://www.ascb.org/news/vol22no6/policy.htm>. 또한 다음도 보라. http://www.religioustolerance.org/res_stem12.htm: "it has been generally believed that the cells produced have limited potential. They can only produce a few of the 220 types of cells in the human body."

기 세포 연구는 이미 사람들의 치료적 유익을 위해 이미 많은 경우에 성공적으로 사용되어 왔다.⁷¹⁾ 또한 2001년도 생명을 위한 캐나다 의사들의 모임은 2001년에 이미 다음과 같이 말하였다: "과학적 문헌들은 성체 줄기 세포는 배아 줄기 세포를 가지고 희망만 하고 있을 뿐인 목표들을 이미 이루었으며, 따라서 인간 배아를 파괴하는 것은 더 이상 정당화될 수 없다는 것을 웅변적으로 증거하고 있다."⁷²⁾ 아마도 미국 공화당의 웰덴 의원이 2004년에 작성한 보고서에 나온 다음과 같은 비교를 위한 표는 이런 대조를 잘 보여 주는 것으로 사용될 수 있을 것이다.⁷³⁾

Adult Stem Cell Therapies	Embryonic Stem Cell Therapies
Human Therapies	Human Therapies
Parkinson's	0
Cartilage defects	
Blindness	
Systemic lupus	
Multiple sclerosis	
Rheumatoid arthritis	
Severe combined immunodeficiency disease	
Cancers such as leukemias, solid tumors, neuroblastoma, non-Hodgkin's lymphoma, and renal cell carcinoma	
Sickle cell anemia	
Spinal cord injury, modest	

71) "Jakki Jeffs, "An alternative exists to embryonic stem cell research," Toronto Star, 2001-JUL-6: "Adult stem cell research provides a legitimate, moral and ethical alternative area of research. Adult stem cell research has already been used successfully for therapeutic benefit in human beings..."

72) "Stem Cell Research," Canadian Physicians for Life, at: <http://www.physiciansforlife.ca/>: "The scientific literature overwhelmingly demonstrates that adult stem cells are already fulfilling the goals only hoped for with embryonic stem cells, making the destruction of human embryos unjustifiable."

73) http://www.nbcathcon.org/stem_cell_research.htm#Science-Weldon.

improvement	
Liver disease	
Animal Therapies	Animal Therapies
Brain damage	Parkinson's in rats: 50% of rats had modest improvement, but 20% died of brain tumors. Spinal Cord Injury: some functional recovery
Diabetes	
Parkinson's	
Cancer	
Cerebral Palsey	
Retinal damage	
Heart damage	
Liver disease	
Multiple Sclerosis	
Sickle cell anemia	
Spinal cord injury	
Lou Gehrig's disease	

특히 2002년 이후에는 수많은 성체 줄기 세포 연구와 그 임상 실험이 그 이전 성체 줄기 세포에 대해서 배아 줄기 세포보다 못하다고 보던 견해를 일소하고 있음은 생명 공학계와 생명 공학을 위한 작업을 하는 이들이 상당히 인정하고 있는 것이다. 예를 들어서, 수정 때부터는 인간 생명으로 보는 것을 상당히 비판하는 종교적 관용을 위한 홈페이지에서도 2002년 이후 성체 줄기 세포의 연구의 성과가 대단하여 이전과 같이 배아 줄기 세포 연구보다 그 잠재력이 떨어진다고 할 수 없음을 인정하면서 진술하고 있을 정도이다.⁷⁴⁾ 그러므로 배아 줄기 세포와 성체 줄기 세포의 기능적 차이는 오늘날 그리 크지 않다고 하는 것이 인정되고 있을 뿐만 아니라, 실제적으로 오늘의 기술적 능력을 두고 볼 때에는 병을 고칠 수 있는 능력에 있어서는 성체 줄기 세포의 기능이 더 효과적이라고 할 수 있다.

4. 기독교적 관점에서의 비교

마지막으로 기독교적 관점에서 우리는 이 문제에 대해서 과연 어떤 입장을 취

74) http://www.religioustolerance.org/res_stem12.htm. 그 가운데 한 제목을 다음과 같이 말하고 있는 것을 보라: "Adult stem cells may offer greater potential than originally believed."

하여야 하는가 하는 문제를 생각해 보기로 하자. 개인에게서의 생명의 기원 문제에 대한 기독교적 관점은 인간 생명의 시작이 수정 때부터라는 전통적 기독교회의 주장에 가장 잘 나타나고 있다.

(1) 이를 위한 가장 중요한 논의는 '기독교론적 논의'이다. 예수께서 인성을 취하신 시점을 과연 언제로부터라고 해야 하느냐고 물을 때, 우리는 마리아가 성령의 능력으로 남자와 전혀 상관 없이 수태하게 되었을 때라고 대답하지 않을 수 없다. 마리아의 몸에 하난님의 놀라운 작용에 의해서 수정란이 형성되었을 때부터가 예수의 인성이 시작되는 것이지, 그렇게 형성된 수정란이 마리아의 자궁에 착상할 때부터라고 하든지, 약 14일 후에 원시선이 나타나게 되었을 때라고 하든지, 심장이 형성되고 예수 나뭇의 폐쇄 혈관계가 형성될 때라고 하든지, 뇌파가 관찰될 때라고 하든지 등등의 생각은 다 잘못된 것이다. 여기서 우리는 예수의 인성의 연속성을 강하게 주장해야 할 것이다. 하나님께서 초자연적으로 형성하신 그 수정란부터 배아기, 태아기, 그리고 아기로 태어날 때까지 모두 연속적인 과정인 것이다. 예수의 인성에 관한 이 논의는 그대로 우리네 사람들에게 적용된다. 신성의 측면에서 말하자면 (우리는 신성을 가지고 있지 않으므로) 우리는 예수와는 전혀 다른 존재이지만, 예수의 인성에 관한 한 그의 인성은 우리와 같은 인성이다. 전통적 교의적 용어로 표현하자면, 예수의 인성은 '참된 인성'(very humanity)이다. 그러므로 그의 인성이 배아로부터 연속적인 과정을 지니고 있듯이 우리의 인성도 그와 같은 연속적인 과정을 지니는 것이다.

(2) 이런 관점에서 보았을 때 몇몇 성경 구절들에서 우리가 어머니의 태 속에서 조성될 때부터 주께서 우리를 아셨고, 주께서 우리를 조성하셨다고 말하는 것이 아주 자연스럽게 이해된다(시 139:13-16; 욥 10:8-12; 욥 31:15). 그리고 그런 구절에 비추어 보면 태속에서 조성되는 존재는 그 초기부터 하나님에 의해서 바로 인간으로 여겨지는 것이다. 그러므로 우리는 인간은 가장 초기 단계인 수정란과 배아로부터 인간으로 여겨지고, 그렇게 불려지면, 그렇게 판단되고 있다고 해야 한다. 그런 존재를 하나님은 그렇게 조성하시기 전부터 알고 그들을 특정한 일로 부르시기도 하신다고 성경은 말한다(렘 1:5; 엡1:3ff.). 이는 하나님의 관념 가운데 우리가 이미 있음을 말하는 것이다. 그러나 그런 존재가 실제로 있기 시작하는 것은 수정란으로부터이다.

그런데 (3) 복제 배아는 수정란이 자라서 된 배아와 의학적으로 같은 지위를 지니고 있다. 첫째로, 수정란이 자라난 배아도 46의 염색체를 가지고 있고, 복제된 배아도 46개의 염색체를 가지고 있다. 둘째로, 수정란과 배아를 자궁 내막에 착상시켜 일정한 기간을 지나면 아기로 태어나게 된다. 그런데 복제된 배아도 (물론

인간의 경우에는 아직은 이 일이 성공한 일은 없지만, 동물 복제의 경우에 비추어 보면 원리적으로는) 아기로 태어 날 수 있다. 그러므로 우리는 수정 과정을 통해 형성된 보통 배아나 체세포 복제 방식을 통해 형성된 복제 배아가 일단 의학적으로는 같은 지위에 있다고 확인할 수 있다.

그리고 우리는 이에서 더 나아가서 (4) 복제 배아도 보통 배아와 같은 윤리적 지위를 지니고 있다고 논의해야 한다. 의학적으로 같은 지위에 있는 것을 아직은 복제 배아가 실제적 인간으로 태어난 일이 없다는 근거에서 차별할 수 없는 것이다. 이 점에 동의하지 않는 사람들은 (a) 실제 인간이 복제 방식으로 태어난 후에야 우리는 그들의 윤리적 지위를 동일시할 수 있다고 하거나, (b) 실제 그런 일이 발생해도 보통 생육법으로 태어난 아기와 복제 방식으로 태어난 아기를 차별해야 한다고 해야 하는데, (a)의 경우는 후에 발생할 문제를 당장은 거부하려는 것일 뿐이고, (b)의 경우는 명백한 차별이다. 그러므로 우리는 수정의 방식으로 형성된 배아와 체세포 복제 방식으로 형성된 복제 배아의 윤리적 지위가 같다고 논의할 수 밖에 없다.

이런 기독교의 기본적 주장에 근거하면, (5) 인간에 대한 모든 복제는 그것이 배아 복제이든지, 소위 말하는 치료적 복제이든지 모두 기독교적 관점에서는 '인간'을 복제하는 것이 된다. 그러므로 모든 복제는 "재생산적(reproductive)"이라는 존 킬너(John F. Kilner)와 로버트 조오지(Robert P. George)의 말에 우리는 동의하지 않을 수 없다.⁷⁵⁾ 인간 배아 복제의 경우에는 일단 체세포 핵이식 방법에 의해서 인간 배아를 존재케 하고, 배아 줄기 세포 추출을 위해서 그렇게 형성된 인간 배아를 죽이는 것이 되기 때문에 우리는 배아 복제 방식에 근거해서 배아 줄기 세포를 추출하는 것에 동의할 수 없다.

더구나 오늘날 인간 배아에 대해 인간으로서의 존중을 하지 않는 일은 만연화 되어서 어떤 이는 인간 배아가 지금 동물 성체보다 더 못한 취급을 받고 있다고 지적할 정도이다.⁷⁶⁾ 생명 공학 기술의 진전 과정에서 나타난 이와 같은 상황은 얼마나 아이러니컬한 상황인가?

75) John F. Kilner and Robert P. George, "human Cloning: What's at Stake," http://www.cbhd.org/resources/cloning/kilner_george_2004-10-08.htm: "no cloning is, properly speaking, "therapeutic." Cloning in the cause of biomedical experimentation is of no benefit to the subject of cloning, namely, the cloned embryo. On the contrary, that embryo is killed for the putative benefit of others."

76) Deane-Drummond, "The Ethics of Nature," Blackwell, 2004, p. 126: "adult animals seem to have more protection than early human embryos"

그렇다면 이 모든 것에 근거한 우리의 결론은 과연 무엇인가? 인간의 생명은 46개의 유전자가 있게 되는 수정란으로부터라는 기독교적 입장에서는 잉여 배아이든지, 핵치환술을 사용해 복제된 배아의 경우이든지 그 어떤 배아를 사용한 배아 줄기 세포 연구에 찬성할 수 없다. 더구나 현재 기술적 상황을 볼 때 인간의 여러 난치병을 효과적으로 빨리 치료하기 위해서라도 성체 줄기 세포 연구에 치중해야 한다는 점을 말하지 않을 수 없다. 기독교적인 관점을 상정하지 않은 순전히 실용적인 고려에 있어서도 성체 줄기 세포를 이용하여 병을 치료하는 방법을 찾는 것이 더 빠르고, 효과적이다. 더구나 인간 배아부터가 인간 생명이라는 기독교적 입장에서는 배아 줄기 세포 연구를 성체 줄기 세포 연구로 전환해야 한다고 주장하는 것은 아주 분명한 당위(ought)가 아닐 수 없다.

이승구 교수

총신대(B. A.), 서울대학교 대학원(M. Ed.), 합동신학원(M. Div.), 영국 St. Andrews 대학교에서 공부하고(M. Phil. and Ph. D), 미국 Yale 대학교 신학부에서 연구원으로 있다가 귀국하여 지금은 국제신학대학원대학교 조직신학 교수로 섬기고 있다. 언약교회에서 설교 봉사를 하며, 기윤실, 기학연, 한국 성경신학회, 한국 복음주의신학회, 한국 개혁신학회의 여러 일을 돕고 있다. <인간 복제, 그 위험한 도전> (서울: SFC, 2003); <기독교 세계관이란 무엇인가?> (2003, 개정판, 서울: SFC, 2005) 등 10권의 저서와 25권의 역서를 내었다.