

황우석 교수 연구의혹 관련 조사 결과 보고서

**Final Report on Professor Woo Suk Hwang's
Research Allegations**

2006. 1. 10.



서울대학교 조사위원회

Seoul National University Investigation Committee

제 출 문

서울대학교 총장 귀하

본 보고서를 ‘황우석 교수 연구의혹 관련 조사위원회 활동’의 최종보고서로 제출합니다.

2006년 1월 10일

위 원 장 :	서울대학교 의과대학	정명희 교수
간 사 :	서울대학교 약학대학	오우택 교수
위 원 :	서울대학교 치과대학	김홍희 교수
	서울대학교 법과대학	박은정 교수
	한양대학교 의과대학	이용성 교수
	서울대학교 농업생명과학대학	이인원 교수
	연세대학교 이과대학	정인권 교수
	서울대학교 연구부처장	정진호 교수

<목 차>

I. 위원회 구성 및 목적	1
1. 구성	1
2. 배경 및 조사 범위	1
3. 위원회 설립 이전의 주요 사건	2
4. 위원회의 면담 활동	2
II. 2005년 사이언스 논문의 진위	4
1. 데이터 조작 및 경위	4
2. 논문 원고 작성 과정 및 경위	15
3. 공저자의 역할	16
III. 2004년 사이언스 논문의 진위	18
1. 데이터 조작 및 경위	18
2. 논문 원고 작성 과정 및 경위	26
IV. 난자 사용 개수 및 난자 채취과정의 문제점	29
1. 조사방법 및 경과	29
2. 황교수팀에 제공된 난자 수 및 출처	29
3. 2005년 사이언스 논문 연구에 제공·사용된 난자 관련	30
4. 2004년 사이언스 논문 연구에 제공·사용된 난자 관련	32
V. 체세포복제줄기세포 관련 기술력 평가	36
1. 기술 단계 구분	36
2. 기술별 세부사항	36
VI. 복제개 스너피 진위	41
1. 조사 목적	41
2. 조사 방법	41
3. DNA 지문 분석 결과 및 해석	41
4. 미토콘드리아 DNA 분석 결과	44
5. 스너피 진위에 대한 조사위원회의 결론	46

I. 위원회 구성 및 목적

1. 구성

위원장: 정명희 교수 (서울대학교 의과대학)
간 사: 오우택 교수 (서울대학교 약학대학)
위 원: 김홍희 교수 (서울대학교 치과대학)
박은정 교수 (서울대학교 법과대학)
이용성 교수 (한양대학교 의과대학)
이인원 교수 (서울대학교 농업생명과학대학)
정인권 교수 (연세대학교 이과대학)
정진호 교수 (서울대학교 연구부처장)

2. 배경 및 조사 범위

황우석 교수와 그의 연구원들(이하 황교수팀이라 칭함)은 맞춤형 인간 배아 복제 줄기세포에 관한 연구를 2005년 5월 사이언스 (308권 1777~1783쪽)에 발표하였다. 그러나 2005년 12월부터 국내외 독자들에 의하여 논문에 여러 가지 오류가 발견되기 시작하였고 실험결과의 진위에 강한 의혹이 제기되기 시작하였다.

진위에 대한 의혹은 언론에서도 강도 높게 다루어지면서 일반인에게도 지대한 관심의 대상이 되었다. 서울대학교는 그 진상을 규명하기 위한 황우석교수 연구의혹관련 조사위원회(이하 조사위)를 2005년 12월 15일(목)에 구성하였고 2006년 1월 9일 (월)까지 아래의 사항들에 대한 사실을 규명하고자 활동을 하여 왔다.

조사범위:

1. 2005년 사이언스 논문의 진위 규명

2. 2004년 사이언스 논문의 진위 규명
3. 난자사용 갯수 및 채취과정의 문제점
4. 체세포 복제 줄기세포 관련 기술력 평가
5. 복제개 스너피 진위 규명

3. 위원회 설립 이전의 주요 사건

- 2005년 11월 12일 : 미국 피츠버그대 새튼 박사, 황교수와 결별 선언
- 2005년 11월 21일 : 미즈메디 병원 노성일 이사장, 난자제공자에게 보상금을 주었다고 시인
- 2005년 11월 22일 : MBC PD 수첩, “황우석 신화의 난자 매매 의혹” 방영
- 2005년 11월 24일 : 황우석 교수, 기자회견에서 연구원 난자 사용 시인
- 2005년 12월 1일 : MBC 뉴스데스크, 5개의 줄기세포 검증결과를 보도하고 재검증 요구
- 2005년 12월 4일 : YTN, PD 수첩의 취재윤리 위반에 대한 비판 방영
- 2005년 12월 5일 : 생물학연구정보센터 (BRIC) 등에 사이언스 논문의 데이터에 대한 진위 의혹이 제기된 후 급속 확산
- 2005년 12월 8일 : 서울대 생명과학 분야 교수 30명, 정운찬 총장에게 논문 진실성 의혹에 대한 진상조사 촉구 건의문 전달
- 2005년 12월 9일 : 안규리 교수, 서울대학교 자체 조사 요청
- 2005년 12월 11일 : 황우석 교수, 서울대에 자신의 논문 재검증 요청
- 2005년 12월 12일 : 노정혜 연구처장, 서울대 조사위원회 구성 방침과 향후 계획 발표
- 2005년 12월 15일 : 황우석 교수 사이언스 논문 연구관련 서울대학교 조사위원회 발족

4. 위원회의 면담 활동

조사위는 2005년 12월 15일 이후 2006년 1월 9일 까지 총 26일에 걸쳐 조사

를 진행하였으며, 수의과대학 38명, 의과대학 4명, 농업생명과학대학 1명 등 서울대 소속 연구자 총 43명에 대해 면담조사를 하였다. 그리고 한양대 4명, 미즈메디병원 3명, 한나산부인과병원 2명, 피츠버그대학 1명, 국립과학수사연구소 1명 등 11명의 외부기관 소속 연구자를 면담조사하였다. 미국에 있는 피츠버그대학 소속 3명의 연구자와는 이메일과 전화로 인터뷰를 하였다. MBC 관계자 1명도 면담하였다. 연구자 등 조사와 관련하여 조사위는 총 50시간 분량의 녹취를 하였다. 조사위는 관련 기관 및 관련자들로부터 자료를 제출받아 총 100건의 증거물을 확보하였다. 조사위에서 외부기관에 의뢰하여 분석한 DNA지문 결과의 해석과 핵이식 체세포 복제 및 배아줄기세포연구에 대해서는 8명의 외부전문가들로부터 자문을 구하였다.

II. 2005년 사이언스 논문의 진위

(Hwang et al. Patient-specific embryonic stem cells derived from human SCNT blastocysts. Science 308;1777-1783, 2005)

1. 데이터 조작 및 경위

1) 2005년 사이언스 논문 제출시점에서의 줄기세포 확보여부

관련 연구원들의 실험 기록 및 컴퓨터 보관 자료를 종합하여 2005년 사이언스 논문 제출시점(2005년 3월 15일)과 그 이후의 줄기세포주 확립에 관한 기록을 정리한 결과는 다음과 같다 [표 1].

[표 1] 세포주(NT) 별 핵이식 및 콜로니 확인일자

세포주번호	핵이식일	부착(seeding)일	콜로니 확인일	최초 동결일
NT-2	04년 09월 17일	04년 9월 24일	04년 10월6일	04년 12월 6일
NT-3	04년 11월 13일	04년 11월 19일	04년 11월25일	05년 2월 17일
NT-4,5 (오염된 것)	04년 11월 29일	04년 12월 5일	1월9일 오염	기록 없음
NT-6,7 (오염된 것)	04년 11월 29일(?)	04년 12월 5일(?)	1월9일 오염	기록 없음
NT-8	05년 2월 7일	05년 2월 13일	05년 3월9일	05년 4월1일
NT-9	05년 1월 27일	05년 2월 2일	기록 없음	기록 없음
	05년 2월 14일	05년 2월 20일	기록 없음	기록 없음
NT-10	05년 2월 4일	05년 2월 9일	05년 3월9일	05년 4월1일
NT-11	05년 1월 3일	05년 2월 3일	05년 3월9일	05년 4월8일
NT-12	05년 1월 1일	05년 1월 7일, 8일, 9일	기록 없음	기록 없음
논문에 보고되지 않은 세포주				
NT-4 (오염 후 새로 만든 것)	05년 3월 30일	05년 4월 4일	불명확	05년 5월 10일
NT-13	05년 2월 23일	05년 3월 2일	불명확	05년 4월 8일
NT-14	05년 3월 30일	05년 4월 4일	불명확	날짜 미상, 5계대에서 동결 (2차 동결일 05년9월27일)

* 콜로니 확인일은 황교수팀에 의해 최초로 콜로니 형태의 줄기세포가 관찰된 날을 의미하며, 줄기세포가 확립된 것을 의미하지 않음.

2번 줄기세포 (NT-2, nuclear transfer-2) 및 3번 줄기세포에 대한 핵이식이 실시된 시기는 2004년 9월 및 11월이었으며 이들 줄기세포주가 확립된 시기는 명확하지 않다. 다만 황교수팀에 의하여 콜로니 형태의 줄기세포가 관찰된 시점은 각각 2004년 10월 6일 및 11월 25일이고 최초동결일은 각각 2004년 12월 6일과 2005년 2월 17일로 기록되어 있다. 줄기세포의 확립은 삼배엽성 테라토마나 배아체의 형성, 분자생물학적 지표의 확인 등의 실험 절차를 거쳐 증명되는 것이나 이들 실험에 대한 정확한 정보는 미흡한 점이 많다 (보고서 해당 부분 참조). 황교수팀에서는 최초 콜로니 관찰일을 줄기세포주 확립 시점으로 삼았으나 이는 인정될 수 없는 것이다.

4, 5번 줄기세포와 6, 7번 줄기세포는 동일인의 체세포를 이용하여 각 2개씩 시도된 것이다. 4개 줄기세포 모두 2004년 11월 29일에 핵이식이 실시되고 12월 5일 영양세포 층으로 옮겨졌다. 그러나 이 후, 콜로니가 관찰된 기록이 없으며 2005년 1월 9일 오염사고로 폐기되었다. 따라서 이들 4개 줄기세포주가 확립되었다는 일체의 증거는 없다.

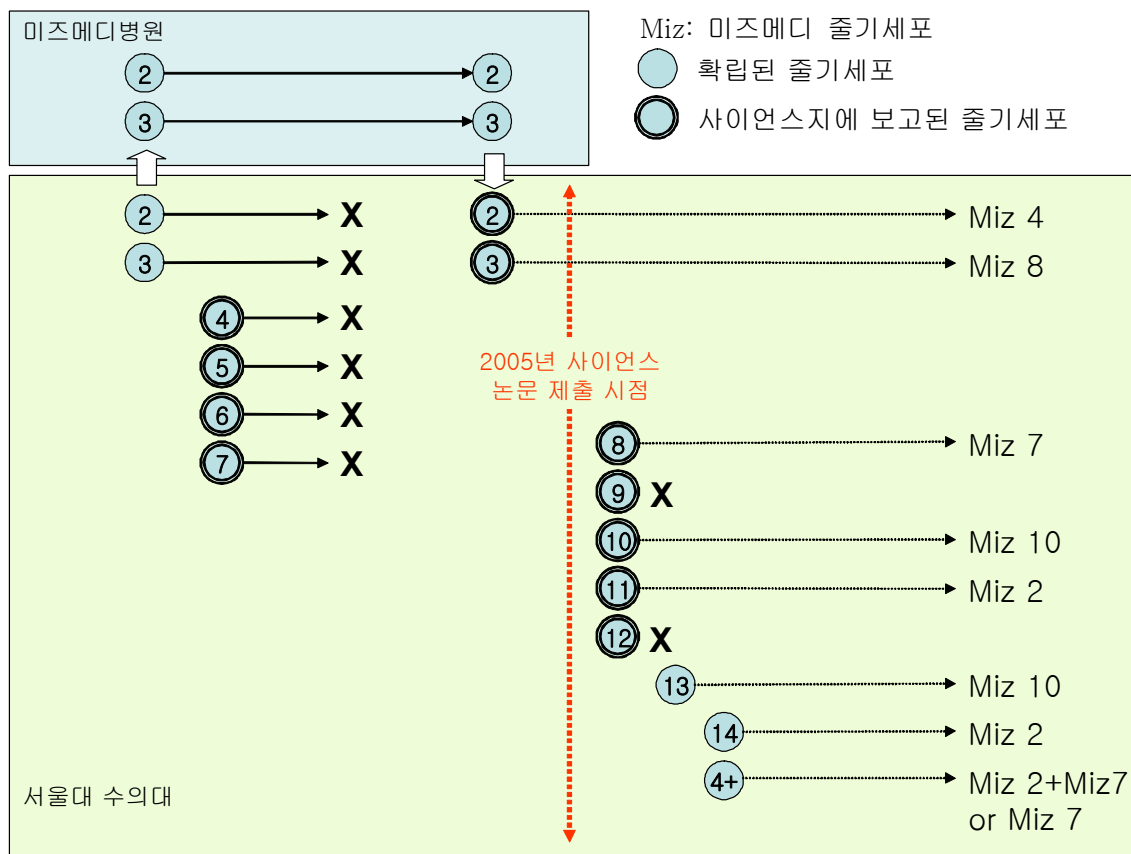
오염사고와 관련된 세부 내용은 다음과 같다. 2005년 1월 9일, 황교수팀에서 배양 중인 2 ~ 7번 세포주에서 오염사고가 발생하였으며 오염된 세포는 미즈메디 병원에서 항생제 치료를 시도하였으나 회복되지 못하고 1월 15일 폐기되었다. 이 오염사고는 황교수팀 및 미즈메디 병원의 관련 연구자들에 의하여 확인되었다. 이후 황교수팀은 미즈메디 병원에서 냉동 보관 중이던 2번, 3번 줄기세포주를 회수하여 사용하였다.

오염 사고 당시, 황교수팀은 4, 5, 6, 7번 세포주에 대해서는 냉동보관하지 못한 상태였으며, 2번과 3번 세포주에 대해서는 자체적으로 냉동보관 중이었다. 황우석교수의 진술에 의하면 당시 수의과대학의 냉동보관은 초자양동결법(vitrification)을 사용해 수행되었으나 생존 효율이 떨어져 컴퓨터조절냉동법을 사용해 보관 중이던 미즈메디 병원의 2, 3번 세포주를 회수해 사용하였다고 한다.

8번부터 12번까지의 줄기세포는 2005년 1월 1일부터 2월 14일 사이에 핵이식이 이루어졌다. 이 중 9번 및 12번 줄기세포는 콜로니 형성단계에 도달하기 전에 소멸되었다. 나머지 8번, 10번, 11번 줄기세포는 세포내과 상태로서 유지

배양하다가 3월 7일 동시에 분할하여 계대배양 하였으며 3월 9일 모두 줄기세포 콜로니가 관찰된 것으로 기록되었다. 이후 지속적으로 배양과 냉동보관이 이루어졌으나 줄기세포 증명을 위한 일체의 실험은 수행된 바 없다.

이상의 결과를 종합하면, 논문제출 당시 (2005년 3월 15일), 2번 줄기세포와 3번 줄기세포는 존재하였다. 그러나 4, 5, 6, 7번 줄기세포는 오염되어 폐기되었다 (2005년 1월 9일). 8, 10, 11 번 줄기세포는 콜로니 상태로 존재 하였으며 (2005년 3월 9일 확인), 9, 12 번 줄기세포는 핵이식이 시도 되었으나 콜로니가 형성되지 않았고 이후에도 콜로니가 형성되었다는 기록은 없다.



[그림 1] 시기별 줄기세포주 확립 현황

2005년 사이언스 논문에 보고 되지 않은 줄기세포와 관련된 사항은 다음과 같다. 오염되어 폐기한 4번 줄기세포는 과거와 동일한 공여자의 체세포를 사용하여 새로운 줄기세포주를 확립하기 위한 실험이 진행되었다. 핵이식은 2005년 3월 20일에 시행되었으며 영양세포 위로 옮겨진 시점은 4월 4일이었다. 이 후

콜로니 형성 관찰에 대한 기록은 남아 있지 않으나, 5월 10일 최초 냉동보관 사실이 기록되어 있다. 4번 줄기세포의 확립을 위하여 사용된 영양세포는 모두 황교수팀에서 자체적으로 준비한 영양세포만을 사용하였다.

13번과 14번 줄기세포는 2005년 2월과 3월에 핵이식이 각각 이루어 졌으며 마찬가지로 콜로니가 형성되었다는 일체의 기록은 남아 있지 않으나 냉동보관에 대한 기록은 남아 있다. 14번 줄기세포의 배양을 위한 영양세포는 권대기 학생에 의하여 황교수팀 자체적으로 준비되었다.

2005년 5월 이후에도 핵이식을 많이 시도하였으나 새로운 세포주를 확립하지 못하였다.

<결론>

1. 논문 제출 시점에 줄기세포주로서 존재한 것은 2번과 3번 줄기세포주이다.
2. 나머지 세포주는 줄기세포주로의 특성을 확인하는 실험을 할 수 있을 정도로 진행되지 않은 상태였기 때문에 사이언스 논문에 보고된 데이터 및 그림은 구체적 실험 결과 없이 조작된 것이다.

2) 황교수 팀이 현재 보관 중인 줄기세포의 정체

황우석교수는 2004년 12월 16일 기자회견에서 ‘줄기세포 진위를 규명하기 위하여 냉동 보관 중인 초기단계의 미확인 줄기세포 5종’의 배양을 시작하였다고 발표하였다. 이에 조사위는 해동된 줄기세포의 배양이 잘 이루어질 수 있도록 협조하였고, 줄기세포가 충분히 증식된 후 이들 배양된 줄기세포와 냉동 보관 중인 줄기세포에 대하여 DNA 지문분석을 실시하였다.

세포주의 시료는 2005년 12월 23일 조사위원의 입회 하에 권대기 학생이 액체질소냉동고와 배양기에서 채취하였다. 이 시료들은 각각 서울대학교 의과대학 법의학 교실, 국립과학수사연구소 (이하 국과수), 그리고 (주)휴먼패스에 DNA지문 분석을 의뢰하였다. 그 결과는 [표 2]에 기록하였다.

황교수가 보관 중이던 세포주는 모두 미즈메디의 수정란 세포주였다. 황 교수가 언론에 밝힌 ‘미확인된 5개의 세포주’가 정확히 몇 번 세포주를 말하는

것인지는 알 수 없으나 모두 미즈메디의 것으로 밝혀졌다.

[표 2] 줄기세포주 2 - 14번의 지문분석 결과

세포주 분석		황교수	법의학	국과수	휴먼패스	
	성		배양세포	동결세포	배양세포	성
2	XY	Miz-4	Miz-4	Miz-4	Miz-4	XY
3	XX	Miz-8	Miz-8	Miz-8	Miz-8	XX
4	XY	Miz-2	Miz-7	Miz-2&7	Miz-7	XX
8	XX	Miz-7	Miz-7	Miz-7	Miz-7	XY
10	XY	Miz-10	Miz-10	Miz-10	Miz-10	XY
11	XY	Miz-2	Miz-2	Miz-2	Miz-2	XY
13	XX		Miz-10	Miz-7	Miz-10	XY
14	XY		Miz-2	Miz-2	Miz-2	XY

조사위가 실시한 지문분석 결과는 황교수팀이 2005년 11월에 자체 실시한 지문 분석결과와 대부분 일치하였지만 4번 세포주에서는 다르게 나타났다. 즉 배양 중이던 4번 줄기세포주는 황교수팀의 자체 분석에서는 미즈메디 병원의 2번 수정란 줄기세포로 나왔으나, 본 조사위의 지문분석결과 미즈메디 병원의 7번 수정란 줄기세포로 나타났다. 또한, 동결보관 중이었던 4번 줄기세포주는 미즈메디 병원의 2번과 7번 수정란 줄기세포가 혼합된 것이었다. 13, 14번 줄기세포주의 DNA 지문분석은 세포주 확립 후 처음 분석된 것으로 각각 미즈메디 병원의 수정란 줄기세포 10번과 2번으로 나타났다. 황교수팀이 보관중인 세포주 중 일부 세포주는 미즈메디 수정란 세포주가 중복되어 있었다. 즉, 미즈메디 수정란 세포주 중 2, 7, 10번은 각각 2번 씩 중복되어 있었다. 황 교수팀의 세포주 13번과 4번은 미즈메디 병원의 수정란 줄기세포 10번 및 7번과 일치하나 성별핵형은 일치하지 않았다.

3) 사용된 난자 개수

2005년 사이언스 논문에 표기된 핵이식된 난자 수는 185개로 기술되어 있다 [표 3].

[표 3] 2005년 사이언스 논문에 표기된 내용

실험기간	제공받은 난자수	사용한 난자수	시도된 세포주 수
04년9월17일-05년2월7일*	미표기	185	-11개 (NT-2~NT-12) -미성공 2개 세포주

* 논문작성을 위한 데이터 집계 기간

그러나 실제로 사용된 난자는 이보다 훨씬 많은 것으로 조사되었다. 조사 결과 논문의 표 1의 집계에 사용되었다고 하는 데이터의 취득기간(2004년 9월 17일부터 2005년 2월7일)에 제공받은 난자수는 346개, 핵이식에 사용한 난자수는 273개이다 [표 4]. 이러한 차이는 논문에 집계할 때 데이터를 선별적으로 사용함으로써 발생하였다. 또한, 제공 받은 난자 중 핵이식에 사용될 만한 것만을 골라 사용하기 때문에 실제로 제공받은 난자의 수는 실험에 사용한 난자수 보다 훨씬 많았다. 2005년 논문 관련 실험종료 이후 2005년 2월 8일부터 2005년 11월 8일까지 제공 받은 난자 수는 604개이었으며, 이중 사용한 난자수는 438개였다. 이상을 종합하면 2004년 9월 17일부터 2005년 11월 8일까지 황교수팀이 제공받은 난자 수는 950개이며, 이 중 실험에 사용한 것은 711개이다.

[표 4] 실제로 사용된 난자 수

실험기간(핵이식날짜 기준)	제공받은 난자수	핵이식에 사용한 난자수
04년9월17일-05년2월7일	346	273
05년2월8일-05년11월8일	604	438
총계 (04.9.17.-05.11.8.)	950	711

<결론>

논문제출시점까지의 사용한 난자 수는 273개였으나 논문에 185개로 축소되어 보고되었다.

4) 배반포 및 줄기세포 확립 성공률과 조작 경위

(1) 배반포 성공률

배반포 형성까지의 성공률은 논문에 표기된 난자 및 배반포수에 의하면 16.76%이다 [표 5].

[표 5] 2005년 사이언스 논문에 표시된 내용

실험기간	사용한 난자수	형성된 배반포 수	배반포수/핵치 환난자(%)
04년9월17일- 05년2월7일*	185	31	16.76

*논문작성을 위한 데이터 집계기간

그러나 조사위에서 실험기록에 근거하여 산출하였을 때는 14.65%이다. 이는 논문 제출을 위한 데이터 합산시점, 2005년 2월 7일까지의 통계치이다. 논문 제출 이후까지의 데이터를 합산 했을 때 배반포 형성 성공률은 9.99%이다 [표 6]. 이상의 성공률은 황교수팀에서 배반포라고 기록한 모든 경우를 인정했을 때의 수치이며 실제 이들 중에는 정상적인 배반포까지 발달하지 못한 경우가 다수 포함되었을 가능성이 높다.

[표 6] 기간별 배반포 성공률

실험기간 (핵이식날짜 기준)	핵이식에 사용한 난자수	형성된 배반포 수	배반포수/핵치 환난자수 (%)
04년9월17일- 05년2월7일	273	40	14.65
05년2월8일- 05년11월8일	438	31	7.08
04년9월17일- 05년11월8일	711	71	9.99

(2) 줄기세포주 확립률

세포주 확립 성공률은 논문에 의하면 난자 16.8개당 세포주 1개(5.95%)가 수립된 것으로 되어 있으나 현재 세포주가 수립되었다는 어떠한 증거가 없으므로 세포주 형성 성공률은 0% 이다.

<결론>

1. 사용된 난자 개수가 축소되었기 때문에 논문에 기술된 배반포 형성 성공률은 과장되었다.
2. 사용된 난자 개수가 축소되었기 때문에 논문에 기술된 세포주 확립 성공률도 과장되었다. 그러나 현재 세포주가 수립되었다는 증거가 없으므로 세포주 확립 성공률을 0%이다.

5) 면역염색 사진

2005년 사이언스 논문 그림 1 및 부속그림 1의 면역염색 사진은 김선종 연구원이 황 교수의 지시에 따라 2, 3번 세포주 사진을 여러장 찍어 4번에서 11번 까지의 사진을 만들었다. 김선종 연구원이 자신이 만든 사진 화일을 황교수에게 전달하였으며, 황교수는 강성근 교수에게 파일을 주어 자료를 만들고 이를 새튼 교수에게 전달하였다.

<결론>

사진은 황우석 교수의 지시에 따라 김선종 연구원이 사진을 여러 장 만들어 논문의 그림 1 테이터를 조작하였다.

6) DNA 지문분석 데이터

사이언스의 DNA 지문분석 그림 2 및 부록그림에 나타난 DNA 지문분석 데이터의 진위에 대한 의혹이 제기되었으며, 조사위의 분석 결과, 모든 줄기세포는 미즈메디 병원의 수정란 줄기세포로 밝혀졌다. 따라서 논문에 보고된 DNA 지문 분석 결과는 모두 허위이며 상세한 내용은 보고서 줄기세포 진위 부분에 기술되어 있다.

황 교수팀은 DNA지문분석을 위해 2, 3번 그리고 4-12번까지의 세포주를 3회에 걸쳐서 지문분석을 의뢰하였다. 먼저 2번과 3번 세포주는 세포 침전물 (cell pellet) 상태로 권대기 학생에 의하여 김선종 연구원에게 전달되었으며, 김선종 연구원은 이들의 DNA를 추출하여 국과수에 분석을 의뢰하였다고 진술하

였다.

논문에 보고된 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11번 세포주는 권대기 학생이 환자 체세포만을 둘로 나누어 시료(세포침전물)를 김선중 연구원에게 전달하였고 김 연구원은 이를 다시 국과수 서부분소에 분석 의뢰하였다.

4번에서 12번의 세포주 지문분석은 체세포만 가지고 분석하였으므로 사이언스에 보고된 것과 같이 당연히 동일한 형태의 지문분석 결과가 나왔다. 그러나 2번 및 3번 줄기세포의 지문분석이 어떤 경로로 체세포 DNA 지문과 동일하게 나타났는지 그 경위는 관련자들의 진술이 엇갈려 확인하지 못하였다.

<결론>

1. 사이언스 논문에 보고된 DNA 분석자료는 2번에서부터 12번까지 11개 줄기세포 모두 체세포만을 가지고 분석한 결과이다.
2. 동 자료가 동일한 DNA 시료 또는 별개의 DNA 시료에 대하여 독립적으로 PCR 반응을 실시하여 얻어진 결과라고 보기 어렵다.

7) 테라토마 분석

2005년 사이언스 논문 그림 3에는 세포주 2, 3, 4번을 주입하여 형성되었다는 테라토마 사진이 실렸다.

2번 줄기세포주의 테라토마 조직은 윤현수 교수가 2004년 11월 27일에 SCID 마우스에 주사하여 2005년 2월 18일에 얻었으며, 3번 줄기세포는 2005년 1월 10일에 주사하여 2005년 4월 6일에 테라토마를 얻었다. SCID 마우스에 주사할 때 황우석 교수를 비롯하여 권대기 등 여러 명의 연구원이 참가하였다. 2005년 사이언스 논문을 위한 테라토마 조직의 파라핀 블록 제작과 항체염색 사진 촬영은 미즈메디병원 병리과에서 수행하였다.

사이언스 논문은 2005년 3월 15일에 투고되었기 때문에 3번 줄기세포 테라토마 데이터의 사용은 시기적으로 불가능하였으며 4번에서 12번은 테라토마 형성 실험을 실시하지 않았다.

<결론>

2005년 사이언스 논문 그림 3의 테라토마 사진은 2번 세포주(미즈메디 4번과 동일 세포주) 만으로 수행한 결과이며, 3번과 4번 줄기세포의 그림은 허위로 작성된 것이다.

8) 배아체 (embryoid body) 형성 실험

2005년 사이언스 논문 그림 3 및 부록그림 3에 사용된 배아체 삼배엽 면역염색은 실험을 전혀 수행하지 않았다. 황 교수팀은 줄기세포의 배아체를 전혀 만들지 않았고 김선종 연구원이 황우석 교수의 지시에 따라 과거 미즈메디 병원에 보관 중이던 수정란 줄기세포의 배아체 사진을 사용하여 4번에서 11번까지의 사진을 만들었다.

<결론>

배아체 형성 실험은 시행하지 않고 황교수의 지시에 따라 미즈메디 병원에 보관중인 수정란 배아체 사진을 사용하였다.

9) 면역 적합성 (HLA histocompatibility) 결과

권대기 학생이 강성근 교수의 지시에 따라 2, 3번 시료는 줄기세포와 체세포 한 쌍씩을 2005년 2월 21일에 김선종 연구원에게 전달하였고, 4번에서 15번까지의 시료는 체세포만 두 쌍으로 만들어 3월 22일에 (논문체출일은 3월 15일) 김선종 연구원에게 전달하였다. 김선종 연구원은 시료 수가 11개가 아니라 14개인 이유를 강성근 교수에게 물어보았고, 다음에 실험할 체세포를 미리 검사하는 것이라는 대답을 들었다. 김선종 연구원이 세포침전물 상태로 안규리 교수에게 보냈다.

<결론>

1. 4-11번 면역적합성 결과는 체세포로만 시행한 결과로 조작되었다.
2. 2005년 사이언스 논문의 표 3의 면역적합성 결과는 논문 제출 시 없었다.

10) 핵형 (karyotypes) 분석

핵형분석은 김선중 연구원이 2번 줄기세포만을 타기관(삼광의료재단)에 의뢰하여 실시하였고, 다른 줄기세포의 핵형분석은 실시하지 않았다.

<결론>

핵형분석은 2번 세포주로만 시행하였으며, 나머지는 조작한 결과이다.

11) 줄기세포배양에 사용된 영양세포 (feeder cell)

논문에는 줄기세포 배양 시 인간영양세포를 사용하였다고 기술하였으나, 줄기세포 확립 시까지는 마우스 영양세포를 사용하였고, 확립된 이후에는 인간 및 마우스 영양세포를 병행하여 사용하였다.

<결론>

마우스 영양세포를 사용한 경우에 대한 설명을 고의로 누락함으로써 논문을 허위로 작성하였다.

12) 논문 데이터 조작 종합표

[표 7]

실험내용	논문제출시 실제데이터	제출시과장된 수 (3/15/05)	재투고시과장된 수 (4/22/05)	게재승인시과장된 수 (5/12/05)
면역염색	2	11	11	11
DNA지문분석	2	11	11	11
테라토마 형성	1	6	6	7
배아체 형성	0	10	10	10
면역적합성 분석	2	11	11	11
핵형 분석	1	10	10	10

2. 논문 원고 작성 과정 및 경위

2005. 1. 4: 황우석교수가 논문에 포함될 데이터 요약을 새튼교수에게 전송
(새튼교수 진술서)
2005. 1. 15: 강성근 교수가 인도 영장류 시설 관람 참석하였을 때 새튼
(Schatten) 교수를 만나 논문의 작성에 필요한 내용에 관해서
논의하고 이후 논문에 필요한 데이터를 전송하였다(강성근 교
수 진술).
2005. 1. 21: 새튼 교수가 초고(MS001)를 작성하여 강성근 교수에게 보냈다.
초고에는 2, 3, 4, 5의 4개 세포주만 확립된 것으로 되어 있고
표1에는 추가적으로 4개를 확립중에 있는 것으로 기술되어 있
다.
2005. 3. 5: 강성근 교수가 논문작성에 필요한 보충 데이터를 새튼 교수에게
전송하였다. 총 10개 세포주를 배양 (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)
하였으며 면역염색, DNA 지문분석, 배아체, 면역적합성 검사가
완료된 것으로 기술되어 있고 테라토마는 6개 세포주(2, 3, 4, 5,
6, 7)완료로 기술되어 있다.
2005. 3. 6.: 새튼 교수의 데이터에 대한 질의 및 의견을 강성근 교수에게 보
내왔다. 이 때 총 11개의 세포주가 확립 된 것으로 정리(12번 세
포주 추가)되어 있다.
2005. 3. 7.: 논문 제출서한 (cover letter) 초안이 작성되었으며 모든 저자는
이 논문을 읽었으며 제출에 동의한다고 기술되어 있다.
2005. 3. 12.: 새튼 교수가 두 번째 원고를 작성하였다.
<1월 12일부터 3월 12일 까지의 기록은 강성근교수 컴퓨터의
파일 저장 일자를 기준으로 하였음>
2005. 3. 15 : 새튼 교수가 최종 원고를 작성 및 투고하였다. 면역염색, DNA
지문 분석, 면역적합성 검사는 11개(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
11, 12)세포주 모두 완료, 배아체와 핵형검사는 10개 세포주
완료, 테라토마는 6개 세포주 완료라고 기술 되어 있다.

논문의 투고 이후 진행상황은 다음과 같다.

- 2005. 3. 15. 논문투고
- 2005. 3. 18 심사자 선정 및 심사자로의 논문 전송
- 2005. 4. 4. 심사자(3인)로부터 심사평 도착
- 2005. 4. 25 논문 수정 및 재투고
- 2005. 5. 10 사진 고해상도 본(version) 제출
- 2005. 5. 12 공식적으로 논문 게재 승인
- 2005. 5. 19 논문 온라인 게재
- 2005. 6. 17 논문 인쇄 (vol. 308 pp 1777-1783)

<결론>

1. 논문 작성은 강성근 교수가 논문작성에 필요한 데이터를 수집하여 새튼 교수에 전송하였다.
2. 논문은 새튼 교수가 주도적으로 작성하여 직접 사이언스지에 제출하였으며 심사평에 대한 응답도 새튼 교수가 하였다.
3. 황우석, 강성근, 새튼 교수 이외의 저자들은 논문 작성에서 발행에 이르기 까지 작성내용과 제출, 심사, 출판 등의 경위를 모르고 있었다고 진술하였다.

3. 공저자의 역할

1) 공저자의 역할

총 25명의 저자가 참여하고 있으며 황우석 교수와 피츠버그대학의 새튼 교수가 공동교신저자로 구성되어 있다.

- 황우석 (서울대 교수, 제 1저자 및 공동 교신저자): 연구총괄책임자
- 노성일 (미즈메디병원 이사장, 제 2저자): 난자 제공
- 이병천 (서울대 교수, 제 3저자): 연구 자문
- 강성근 (서울대 교수, 제 4저자): 연구 자문, 논문 데이터 수집하여 새튼 교수와 교신

- 권대기 (서울대 박사과정, 제 5저자): 연구수행(난자 운반, 줄기세포 보관, 반출입 등 관리 담당), 데이터 정리
- 김수 (서울대 박사과정, 제 6저자): 연구수행 (핵이식 담당)
- 김선종 (미즈메디병원 연구원, 제 7저자): 연구수행 (줄기세포 배양, 줄기세포 및 테라토마 사진 촬영, DNA 지문분석 시료 검사기관에 의뢰 등) 사진 조작
- 박선우 (서울대, 연구원, 제 8저자): 연구수행(세포 배양)
- 권희선 (서울대 연구원, 제 9저자): 연구수행 (세포 배양)
- 이창규 (서울대 교수, 제 10저자): 연구자문
- 이정복 (미즈메디 연구원, 제 11저자): 테라토마실험 수행
- 김진미 (미즈메디 연구원, 제 12저자): 테라토마실험 수행
- 안규리 (서울대 교수, 제 13저자): 면역적합성(HLA)검사
- 백선하 (서울대 교수, 제 14저자): 환자 체세포제공
- 장성식 (하나병원원장, 제 15저자): 난자제공
- 구정진 (하나병원 의사, 제 16저자): 난자제공
- 윤현수 (한양대 교수, 제 17저자): 테라토마 제조를 위한 세포주 주입 수행
- 황정혜 (한양대 교수 제 18저자): 난자 채취, 한양대 IRB 통과에 기여
- 황윤영 (한양대 교수, 제 19저자): 한양대 IRB 통과에 기여
- 박예수 (한양대 교수, 제 20저자): 기여 없음
- 오선경 (서울대 연구원, 제 21저자): 기여 없음
- 김희선 (서울대 연구원, 제 22저자): 기여 없음
- 박종혁 (피츠버그대 박사후연구원, 제 23저자): 기여 없음
- 문신용 (서울대 교수, 제 24저자): 기여 없음
- 제럴드 새튼(Gerald Schatten, 피츠버그대 교수, 공동교신저자): 주도적으로 논문작성, 논문제출, 논문심사평에 대한 응답서 작성

III. 2004년 사이언스 논문의 진위

(Hwang et al. Evidence of a pluripotent human embryonic stem cell line derived from a cloned blastocyst. Science 303;1669-1674, 2004)

1. 데이터 조작 및 경위

1) DNA 지문분석을 통한 줄기세포 진위 판정

2004년 사이언스 논문에는 공여자 체세포 1종 (donor), 자가 핵이식 1번 줄기세포(NT-1) 1종, 1번 줄기세포 주입에 의하여 형성된 테라토마 조직 1종 및 핵이식과 관련 없는 일반인 체세포 3종 (unrelated donor 1~3)에 대하여 10개 마커를 사용하여 DNA 지문분석을 실시한 것으로 되어 있다. 그 결과, 공여자 체세포와 자가 핵이식 줄기세포, 테라토마의 DNA 지문 분석 결과가 일치한 것으로 보고 되어있다.

조사위에서는 자료의 진위를 파악하기 위하여 1차로 현재 황교수팀에서 배양 중인 1번 줄기세포 2개와 냉동보관 중인 줄기세포 1개, 서울대 수의대 김대용교수가 보관 중이던 테라토마 조직 1개에 대한 DNA 지문분석을 실시하였다. 2차로 미즈메디 병원과 서울의대 문신용교수 실험실에서 배양 중인 1번 줄기세포 각 1개, 특허 취득을 위하여 한국세포주은행에 보관 중인 1번 줄기세포 1개에 대하여 각각 DNA 지문분석을 실시하였다. 또한 황교수팀에서 냉동 보관 중인 1번 줄기세포 17개를 3차로 추가분석하였다. 이와는 별도로 난자 및 체세포 공여자 (동일인: 자가 핵이식)로 추정되는 공여자 A의 혈액을 채취하고 DNA 지문분석을 실시하였다.

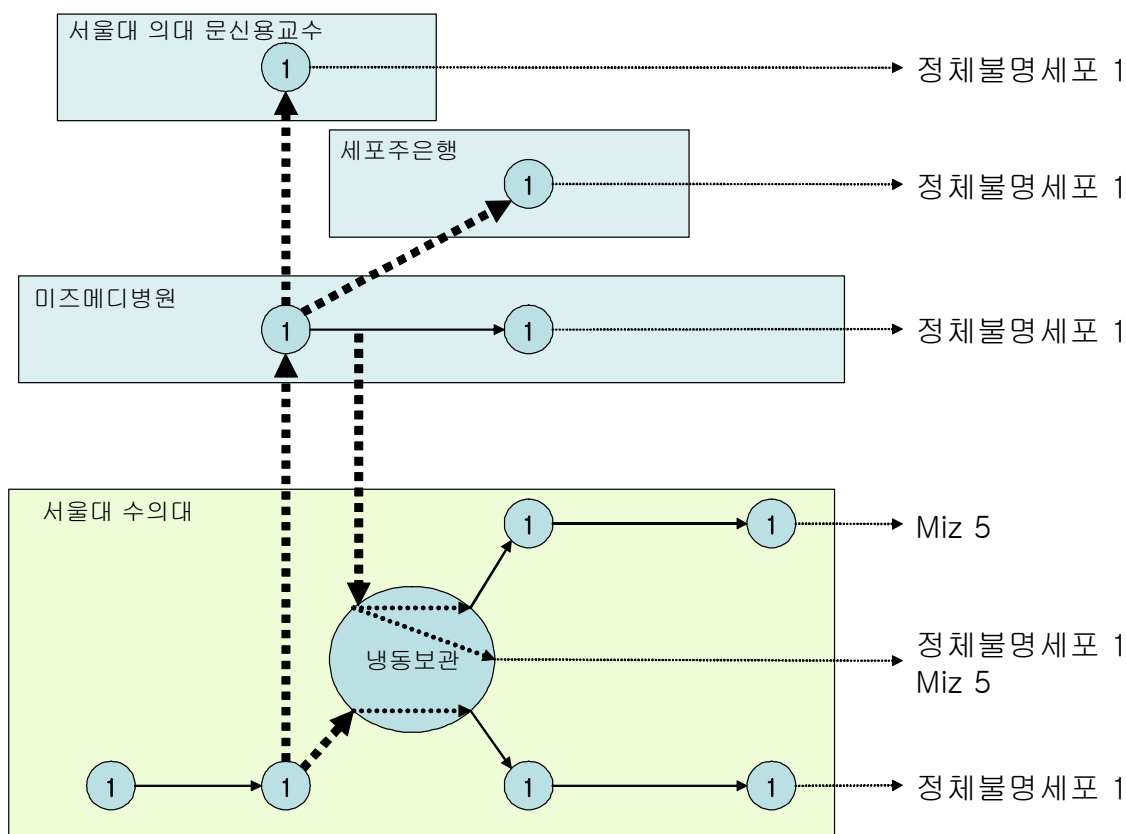
조사 결과 공여자 A는 사이언스에 보고된 DNA 지문분석 결과와 완전히 일치하였으며 논문에서 말하고 있는 난자 및 체세포 공여자임이 확인되었다.

1번 줄기세포에 대한 1차 및 2차 DNA 지문 분석결과, 테라토마 조직과 세포주은행, 미즈메디 병원 및 서울의대 문신용교수의 줄기세포와 황교수팀의 줄기세포 3개중 2개는 모두 동일한 지문 분석 결과를 나타내었다. 그러나 그 결과는 2004년도 사이언스지에 보고된 DNA 지문 분석 결과와는 일치하지 않는 정체를 알 수 없는 줄기세포이었다. 이와는 별도로 황교수팀에서 배양 중인

1개 세포는 미즈메디 병원의 수정란 줄기세포 5번(Miz 5)로 판명되었다 [표 8].

이후 황교수팀에서 냉동보관 중인 줄기세포 17개에 대하여 실시된 추가적인 DNA 지문 분석은 11개는 미즈메디 병원 수정란 줄기세포 (Miz 5)로, 6개는 1차 분석에서 나타난 정체를 알수 없는 줄기세포와 동일한 것으로 나타났다.

이상의 결과는 다음과 같이 해석된다. 첫째, 사이언스지에 보고된 자가 핵이식 줄기세포는 존재하지 않으며 둘째, 미즈메디 병원에서 2003년 8월 이후 2005년 5월까지 배양, 증식되고 있던 1번 줄기세포는 두가지 종류가 섞여서 황교수팀에 기탁되어 보관되어 왔다 [그림2].



[그림 2] 세포주 1번의 보관 흐름도

조사위에서는 황교수팀이 확립하였다는 정체불명의 세포 (NT-1)의 정체를 규명하기 위하여 지금까지 알려진 국내외 수정란 줄기세포의 DNA 지문 분석 자료를 입수하여 비교하였으나 동일한 줄기세포를 찾지 못하였다. 이에 당시 핵심적 역할을 수행한 류영준 연구원의 진술에 의거하여 난자 공여자 기록의 오류 가능성을 인정하고, 공여자 A와 비슷한 시기에 난자를 기증한 공여자 B

및 공여자 C를 추적하여 체세포(혈액)를 확보하였으며, 이에 대한 DNA 지문분석을 시행하였다. 그 결과 공여자 B의 DNA지문은 NT-1의 DNA지문과 일부 일치되나 공여자 C는 전혀 관련이 없었다 [표 8].

[표 8] 세포주 1 (NT-1)의 지문 분석 결과

		법의학	국과수	휴먼패스
남자 제공자 혈액 체세포	공여자 A	04년 사이언스지와 완전 일치		
	공여자 B	04년 사이언스지와 불일치		—
배아줄기세포 (NT-1)	황교수팀	동결세포	—	공여자 B와 일부일치
		배양세포1	미즈메디-5	—
		배양세포2	—	공여자 B와 일부일치
	세포주은행		공여자 B와 일부일치	공여자 B와 일부일치
	문신용교수		공여자 B와 일부일치	공여자 B와 일부일치
	미즈메디 동결세포		공여자 B와 일부일치	공여자 B와 일부일치
	테라토마		공여자 B와 일부일치	공여자 B와 일부일치

1번 줄기세포와 공여자 B의 DNA 지문의 일부가 일치되어 더욱 정확한 검증이 필요하였다. 이를 위하여 일반적인 개인 인식용 분석보다 훨씬 많은 48개 마커를 사용하여 DNA 지문 분석을 실시하였다. 그 결과 공여자 B는 48개 마커중 40개 마커에서 완벽한 일치를, 8개 마커에서 불일치를 나타내었다. 즉 공여자 체세포는 8개 마커에서 서로 다른 대립인자(heterozygous allele)를 나타낸 반면, 1번 줄기세포주의 경우 서로 같은 대립인자(homozygous allele)를 나타내었다. 그 결과는 [표 9]에 요약되어 있다.

[표 9] 줄기세포주 1번 및 난자제공자 DNA지문 분석 결과

STR marker	Amel	D2S1338	D3S1358	D5S818	D7S820	D8S1179	D13S317	D16S539
난자제공자 A	XX	23-24	14-15	11-13	09-11	13-15	10-10	09-12
난자제공자 B	XX	18-19	16-18	10-11	08-11	10-11	08-09	09-12
황교수 보유 NT1	XX	18-19	16-18	10-11	08-11	10-11	08-09	09-12
STR marker	D18S51	D19S433	D21S11	CSF1PO	FGA	TH01	TPOX	vWA
난자제공자 A	12-17	14-14.2	30-32.2	10-10	22-22	09-09	08-09	14-15
난자제공자 B	15-16	13-13.2	28-32.2	12-13	21-23	06-09	08-08	16-17
황교수 보유 NT1	15-16	13-13	32.2-32.2	12-13	21-23	06-09	08-08	17-17
STR marker	PentaD	PentaE	D1S80	D1S1171	D3S1744	D3S2406	D4S2368	D6S1043
난자제공자 A	09-09	16-16						
난자제공자 B	08-12	12-14	18-30	13-15	14-14	29-31	11-12	14-18
황교수 보유 NT1	08-12	12-14	18-30	13-13	14-14	31-31	11-12	14-18
STR marker	D7S821	D9S925	D12S391	D17S5	D19S253	DXS6789	DXS6797	DXS6803
난자제공자 A								
난자제공자 B	16-17	15-16	18-18	04-04	07-07	17-20	17-22	11.3-12.3
황교수 보유 NT1	16-17	15-16	18-18	04-04	07-07	17-20	17-22	12.3-12.3
STR marker	DXS6804	DXS6806	DXS6807	DXS6854	DXS6855	DXS7132	DXS7133	DXS8378
난자제공자 A								
난자제공자 B	11-12	15.3-16.3	08-12	11-11	16-18	13-14	09-10	11-11
황교수 보유 NT1	11-12	15.3-16.3	08-12	11-11	16-18	13-13	09-10	11-11
STR marker	DXS9895	DXS9898	ATA28C05	GATA6B08	GATA31E08	GATA144D04	GATA164A09	GATA165B12
난자제공자 A								
난자제공자 B	10-12	10-10	11-13	11-13	11-13	09-10	11-12	10-11
황교수 보유 NT1	10-12	10-10	11-13	11-13	11-13	09-09	11-12	10-11
STR marker	HPRTB							
난자제공자 A								
난자제공자 B	13-14							
황교수 보유 NT1	13-14							

불일치로 나타난 8개의 마커 중 5개는 염색체 1번, 3번, 12번, 19번, 21번상에 존재하는 것이고, 3개는 X 염색체 상에 존재하는 마커였다. X 염색체에서 3회가 관찰된 것은 총 48개의 마커 중, 20개가 X염색체 상에 존재하는 마커이기 때문이다. 그 외, 난자 공여자 B가 난자 공여자 인지를 확인하기 위하여 미토콘드리아 염기서열을 분석하였다. 이를 위해 공여자 B의 혈액을 서울대의대 법의학교실에 의뢰하여 미토콘드리아 염기서열을 분석하였다. 분석결과 난자 공여자 B와 1번 줄기세포주의 미토콘드리아 염기서열은 총 1,700 염기부위를 검사한 결과 정확하게 일치하였다. 따라서, 공여자 B는 난자 공여자이었음을 확인하였다.

<특이사항>

공여자 A와 B는 6일 간격으로 난자가 채취되었다. 공여자 B의 난자 24개 중 극체가 형성된 12개는 2월 9일 박을순 연구원에 의해 난구세포를 사용한 자가 핵이식 실험에 사용되었다. 나머지 12개는 3일간 배양한 후 일부는 극체가 발생한 상태로, 일부는 극체가 발생하지 않은 상태로 이유헌 연구원에 의하여 핵이식 실험이 이루어 졌다. 핵이식의 내용은 공여자 B의 난구세포를 이용한 자가핵이식(*autologous nuclear transfer*)과 공여자 C의 난구세포를 이용한 타가 핵이식 (*heterologous nuclear transfer*)으로 이루어졌으나 난자별로 기록을 남기지 않는 않았다. 당시 이유헌 연구원은 연구팀 내에서 줄기세포 배양 임무를 맡고 있었으며, 핵이식 경험은 거의 없는 상태였다. 류영준 연구원과 이유헌 연구원의 진술에 의하면 핵이식에 익숙하지 않은 상황에서 시행된 실험이라 실험 도중 1차 극체가 다시 난자 내로 유입될 가능성이 있다고 하였다.

<결론>

1. 자가 핵이식에 의해 제조된 것으로 보고된 1번 줄기세포주는 논문에서 보고된 줄기세포 및 체세포 공여자 A와 DNA 지문이 다르며, 2004년 사이언스 논문에 체세포와 줄기세포주가 동일한 DNA 지문을 갖는다고 기술된 것은 허위이다.
2. 1번 줄기세포주와 공여자 B DNA 지문이 48개 중 40개 마커에서 일치한다는 사실과 미토콘드리아 DNA 염기서열이 동일하다는 사실은 황교수팀이 보유한 정체불명의 줄기세포 (NT-1)가 사이언스 논문에 보고된 공여자 A와는 다른 공여자 B의 난자를 사용하여 만들어진 세포임을 의미한다 (추정 확률 100%).
3. 공여자 B와 1번 줄기세포 사이에 48개 중 8개 마커가 불일치한다는 것은 황교수팀이 보유한 1번 줄기세포가 핵이식에 의해 만들어지지 않았음을 의미한다.
4. 지금으로서는 1번 줄기세포가 어떤 생명현상을 거쳐 8개 마커가 달라졌는지 완벽한 과학적 해석을 내리는 것은 어렵다. 8개 마커에서 공여자 체세포는 이형접합 (*heterozygosity*)인데 반해서 1번 줄기세포는 모두 동형접

합 (homozygosity)으로 나타났다. 이러한 현상은 1번 줄기세포가 돌연변이에 의하여 생성된 것일 가능성이 매우 희박하다는 것을 나타낸다.

5. 1번 줄기세포 수립 시 공여자 B의 난자에 대한 핵이식이 버려지는 미성숙 난자를 사용해 숙련된 연구원이 아닌 비숙련 연구원에 의하여 연습 목적으로 수행되었다는 해당 연구원의 진술을 감안하면, 1번 줄기세포는 핵이식 과정 중 불완전 탈핵과 난자 옆에 붙어있는 1차 극체 (polar body)의 유입에 의해 유발된 처녀생식(parthenogenesis) 과정으로 만들어졌을 가능성이 매우 높다고 판단된다.

2) 사진 데이터의 오류 및 제작 경위

(1) 그림 2의 오류

그림 2B는 핵이식 줄기세포의 염색 사진으로 제시되어 있으나 실제로는 미즈메디 수정란 줄기세포의 염색사진이다. 이에 대해 박종혁 박사는 그 당시 Molecules and Cells지에 투고할 논문과 졸업논문을 동시에 준비하면서 사이언스 논문에 넣는 실수를 범한 것으로 진술하였다.

그림 2D, G, J, M, P, S는 음성대조군으로 미즈메디 수정란 줄기세포를 이용하여 만들어졌다. 박종혁 박사가 황교수팀에 사진이 수차례 넘기는 과정에서 그림 2D의 사진이 Molecules and Cells지 논문의 그림3 E와 중복되는 오류가 발생한 것으로 박종혁 박사가 진술하였다. 이 그림은 또한 2004년 Stem Cells지 논문의 그림 3E와 가장자리 부분에서 일치한다. 이는 세 논문에서의 해당 그림 모두 같은 배양접시에서 동일한 미즈메디 수정란 줄기세포를 촬영하여 만든 것이기 때문이다.

[표 10] 논문간의 사진 오류표

	2004 Science Hwang et al	2004 Mol. Cells Park et al	2004 Stem Cells Kim et al	윤현수박사, 박종혁박사 진술	비고
줄기세포 종류	SCNT-hES	PGC	Miz-hES1		
그림번호	Fig 2B	Fig 3B와 일치*		Miz-1 이용	AP 활성화 염색
그림번호	Fig 2D	Fig 3E와 일치*	Fig 3B와 같은 배양 접시	Miz-1 이용	SSEA-1 음성염색

* 논문에 Fig3B와 3E는 PGC에 대한 대조군으로 미즈메디 줄기세포를 사용한 것임.

(2) 그림 3의 오류

테라토마 형성실험은 2회에 걸쳐 시도 되었다. 1차 시도는 2003년 (일자 미상) 생명공학연구원 최양규 박사가 세포 수가 적은 상황에서 수마리 (3마리로 추정)의 SCID 마우스에 수행하였으며, 형성된 테라토마는 서울대 수의대 김대용 교수가 블럭제조와 사진 촬영을 하였다.

2차 시도는 1차 시도 약 1달 후, 미즈메디 병원에서 가져온 1마리 SCID 마우스에 대하여 수의대에서 윤현수 박사가 실시하였으며 약 12-13주 후에 여러 연구원들이 지켜보는 가운데 테라토마가 수술에 의하여 적출되었다. 그러나 적출된 테라토마가 이후 어떤 용도로, 누구에 의하여 사용되었는지 확인되지 않았다.

김대용 교수 진술에 의하면 마우스 3마리 중, 2마리에서는 테라토마가 발생하지 않았으며 테라토마가 발생한 한 마리에서도 내배엽과 중배엽 조직은 관찰되었으나 외배엽은 관찰되지 않았다. 김대용 교수가 촬영한 조직 사진은 2004년도 사이언스 논문에는 사용되지 않았다.

김대용 교수가 보관하고 있던 테라토마 블록은 조사위에 의하여 의과대학 법의학교실에서 DNA 추출과 지문분석에 사용되었으며 1번 줄기세포주와 동일한 것으로 조사되었다 (첨부자료: 1번 세포주 테라토마 DNA 지문 분석 자료)

서울대 의대 병리학교실 정두현 교수는 2004년 사이언스 논문이 발표되기

전 (일자 미상), 황우석교수로부터 실험내용이 파악되지 않은 상태에서 파라핀 블록에 대한 병리학적 검사를 의뢰받고 슬라이드 제작 및 테라토마 형성 부위에 대한 사진 촬영을 하여 전달하였다. 실험에 사용한 블록과 슬라이드는 모두 황우석교수에게 반환하였다고 하나 황우석교수는 보관하지 않고 있다고 진술하였다.

사이언스 논문의 그림3 중, A, C, D, E는 정두현 교수가 촬영한 사진 중의 일부인 것으로 잠정 추정되며 B는 촬영 여부가 확실치 않다. 정두현 교수는 현재 미국에 단기 연수 중으로서 이와 관련된 사항은 정교수의 귀국 후에나 확인될 수 있다.

(3) 그림 4의 오류

논문에 사용된 DNA 지문 분석 그림 자료는 2003년 5월과 8월, 10월에 국과수 서부분소에서 이양한 박사가 수행한 결과를 바탕으로 작성되었다. 모든 분석자료에서 공여자 B의 DNA 지문분석 결과는 나타나지 않았다.

2003년 5월 6일 분석은 2개 시료에 대하여 실시되었으며 결과는 모두 논문에 제시된 공여자 A의 DNA 지문분석과 동일하였다. 이는 현재까지 조사위가 확보한 자료 중 공여자 A의 DNA 지문분석이 나타난 최초의 자료이다. 분석에 사용된 시료에 대해서는 관련자들의 진술이 서로 달라 확인할 수 없다.

공여자 A의 DNA 분석을 위해 사용할 수 있는 체세포는 공여자의 혈액이나 모근 또는 난자에 부착되어 있는 난구세포 (cumulus cell)뿐이다. 류영준 연구원의 진술에 의하면 당시 공여자 A의 난구세포는 확보하지 못했다. 또한 공여자 A의 혈액을 별도로 채취하였다는 말과 황우석교수가 확보된 혈액이 너무 적다는 말을 하였다고 진술하였으나, 미즈메디 병원의 기록이나 다른 관계자의 진술에서 이를 뒷받침할 수 있는 증거는 얻을 수 없었다. 공여자 A와의 전화 면담에서도 난자 채취를 위한 수술 시를 제외하고는 별도로 혈액을 채취한 바 없다고 한다. 다만 난자 채취를 위한 전신마취 시, 일반적인 의학 검사를 위하여 혈액을 채취한 기록은 미즈메디 병원 환자진료기록에 남아 있다. 그러나 류영준, 박종혁, 김선종, 미즈메디병원 IVF실 류정순, 미즈메디병원 의과학연구소 김진미 연구원 등과의 면담에서 공여자 A의 혈액이 보관되었다거나 DNA가

추출되었다는 진술은 확보하지 못하였다.

2003년 8월 22일 및 23일 분석은 12개 시료에 대하여 실시되었으며 분석결과에는 논문에 나타난 비관련 공여자 (unrelated donor) DNA 지문 자료 3개가 포함되었고, 공여자 A의 DNA 지문은 포함되지 않았다. 비관련 공여자의 혈액은 미즈메디 병원에서 준비되었으며 DNA를 추출한 후 연휴 기간 중에 김선중 연구원에 의하여 국과수 서부분소 이양한 박사에게 직접 전달되었다.

2003년 10월 2일 분석은 4개 시료에 대하여 실시되었으며 4개 모두 논문에 나타난 공여자 A의 DNA 지문분석과 동일하였다. 논문에 나타난 테라토마 DNA 지문은 이 중 하나의 DNA 지문과 매우 흡사한 것으로 판단된다.

DNA 지문분석을 위한 테라토마 조직은 황교수팀에서 미즈메디 병원 박종혁 연구원에게 전달되어 DNA가 추출되었으며 국과수 서부분소에서 DNA 지문분석이 이루어졌다. 상세한 일자와 시료의 준비 및 역할에 대해서는 관련자들의 진술이 달라 확인할 수 없다.

이상에서 설명된 DNA 지문분석 그림은 프린터로 인쇄되어 스캐닝 후 pdf 파일로 보관되어 있으나, 사이언스 논문에 나타난 DNA 지문분석 그림은 관련 연구원이 보관중인 그림보다 훨씬 깨끗한 상태로 논문에 게재되었다. 강성근 교수가 사이언스 논문 게재를 위하여 교신하는 과정 중에 사이언스지 측에서 고해상도 그림을 요구한 것까지는 확인할 수 있으나, 이후 누가 그림 개선 과정에 참여하였는지에 대해서는 진술이 서로 달라 확인할 수 없다.

2. 논문 원고 작성 과정 및 경위

1) 논문 작성 경위

2003. 5월 중순 경 류영준 연구원이 논문의 초고를 작성하였고 이후 강성근 교수가 완성하여 네이처지 (Nature)에 제출하였으나 심사를 하지 않고 게재 불가연락을 받았다. 이후 사이언스가 요구하는 양식으로 전환하여 6월 중순에 논문을 투고하였고 심사 중 여러 차례 (3차례 이상) 수정 요구를 받아 최종 2003년 12월에 게재 승인을 받았다 (강성근 교수 진술).

새튼 교수는 논문 심사 중에 심사평에 대한 응답을 작성하는 데 도움을 주었고, 사이언스 편집인들과의 전화통화를 주선하였으나 본인의 고사로 저자에는 들어가지 않았다.

논문의 투고 이후 진행상황은 다음과 같다.

- 2003. 6. 16 사이언스지에 논문투고
- 2003. 7월 중순경 심사평 도착
- 2003. 12. 9 논문게재 승인
- 2004. 2. 4 논문 온라인 게재
- 2004. 3. 12 논문 인쇄 (vol. 303 pp 1669-1674)

2) 공저자들의 역할

- 황우석(서울대 교수, 제 1저자 및 공동 교신저자): 연구총괄책임자 및 공동 교신저자
- 류영준(서울대 대학원생, 제 2저자): 연구수행(난자 운반, 줄기세포 보관, 반출입 등 관리 담당), 데이터 정리 및 논문초고 작성
- 박종혁(미즈메디 연구원, 제 3저자): 연구수행 (줄기세포 배양, 줄기세포사 진 촬영, DNA 지문분석 시료 검사기관에 의뢰 등)
- 박을순(서울대 대학원생, 제 4저자): 연구수행 (핵이식 담당)
- 이유진(서울대 연구원, 제 5저자): 연구수행 (세포 배양)
- 구자민(서울대 대학원생, 제 6저자): 연구수행 (세포배양)
- 전현용(서울대 대학원생 제 7 저자): 연구(RT-PCR) 수행
- 이병천(서울대 교수, 제 8저자): 연구자문
- 강성근(서울대 교수, 제 9저자): 논문작성
- 김선종(미즈메디 연구원, 제 10저자): 연구수행(세포배양)
- 안규리(서울대 교수, 제 11저자): 연구자문
- 황정혜(한양대 교수, 제 12저자): 한양대 IRB통과 기여
- 박기영(순천대 교수, 제 13저자): 기여 없음
- 호세 시벨리 (Jose B. Cibelli, 미시간대 교수, 제 14저자): 원숭이세포 및 프라이머 제공

- 문신용(서울대 교수, 제 14저자): 공동교신저자, 연구기술제공 및 논문 작성

IV. 난자 사용 개수 및 난자 채취과정의 문제점

1. 조사방법 및 경과

조사위는 황교수팀의 2005년 사이언스 논문과 2004년 사이언스 논문을 위해 제공받아 사용한 난자와 관련한 사실관계 파악을 위해 황교수팀 연구원들의 컴퓨터 내장 파일 및 실험노트, 미즈메디병원과 한나 산부인과, 한양대 의과대학 산부인과, 삼성제일병원 등의 난자제공 관련 보고 자료, 이들 병원관계자, 서울대 수의대 및 한양대 병원 IRB 위원장, 기타 관련자들의 출석을 통한 대면 조사, IRB 심의·승인 관련자료, 전·현직연구원의 진술 녹취, 기타 각종 언론 보도자료 등을 분석하는 방법을 사용하여 조사하였다.

2. 황교수팀에 제공된 난자 수 및 출처

황교수팀에 제공된 난자는 2002.11.28.-2005.11.8.까지 미즈메디병원, 한나 산부인과 병원, 한양대 의과대학 산부인과, 삼성제일병원 등 4개 병원에서 129명으로부터 채취한 총 2,061개다. 이 난자들 중에서 2005년 및 2004년 사이언스 논문 연구를 위해 제공되어 사용된 난자가 몇 개인지는 정확하게 집계하기는 어렵다. 양 논문연구를 위한 집계에는 안들어 간 것이 있다하더라도 결국 이 천문학적인 수의 난자들은 양 논문 연구의 연장선상에서 쓰였다고 봐야 할 것이다.

구체적인 내용은 다음과 같다.

[표 11]

병원	채취기간	난자공여자 수	난자개수
미즈메디병원	2002.11.28.-2005.2.23.	83	1,423
한나 산부인과 병원	2005.1.25.-2005.8.17.	36	509
한양대 산부인과	2005.4.12.-2005.11.8.	9	121
삼성제일병원	2004.12.22.	1	8
합계		129	2,061

3. 2005년 사이언스 논문 연구에 제공·사용된 난자 관련

1) 제공받은 난자 수 및 출처

2005년 사이언스 논문 연구에 제공된 난자수는 병원제공 자료에 따르면, 논문에 표기된 줄기세포주 생산을 위한 최초 핵이식일부터 논문 제출일 기간(2004.9.17.-2005.3.15.) 동안 683개, 논문의 표의 집계에 사용되었다고 하는 데이터 취득기간(2004.9.17-2005.2.7.) 동안 437개이다. 그러나 2005년 논문을 위한 실제 연구기간과 논문작성을 위한 집계시점이 불명확한 점, 실험기록이 없는 기간 등의 문제점 때문에 정확한 통계를 잡기는 어렵다. 4개 병원 제공자료 등에 따르면 논문에 표기된 줄기세포주 생산을 위한 최초 핵이식일 이전에 황교수팀에 제공된 난자수는 631개, 그리고 논문 제출일 이후에 제공된 수는 324개이다. 이것들 중 일부도 2005년 논문의 연장선상에서 사용된 것으로 추정된다. 언론에 보도된 난자수는 최초 핵이식일 이전 그리고 논문 제출 이후 사용한 이러한 난자수를 포함하는 것이며, 이렇게 잡을 때는 병원제공 자료에 따르면 1,638개가 황교수팀에 제공되었다.

권대기학생의 세포주별 핵이식 실험기록에 따르면, 논문에 표기된 줄기세포주 생산을 위한 최초 핵이식일부터 논문 제출일 기간(2004.9.17.-2005.3.15.)에 제공받은 난자수는 529개, 논문의 표의 집계에 사용되었다고 하는 데이터의 취득기간(2004.9.17-2005.2.7.)에 제공받은 난자수는 346개이다. 논문제출 이후 11.8.까지 제공받은 것으로 실험기록상 확인된 난자수는 421개이다. 실험기록상 최초 핵이식일인 2004.9.17.부터 2005.11.8까지 제공받은 것으로 확인된 난자수는 950개이다. 2005년 사이언스 논문에는 제공받은 난자수는 표시되어 있지 않다.

2) 핵이식에 사용된 난자 수

실험 기록에 따르면 핵이식에 사용된 난자수는 논문에 표기된 줄기세포주 생산을 위한 최초 핵이식일부터 논문 제출일 기간(2004.9.17. - 2005.3.15.)까지 잡으면 412개, 논문의 표의 집계에 사용되었다고 하는 데이터 취득기간

(2004.9.17-2005.2.7.) 까지 잡으면 273개이다. 논문제출 후 시행된 실험기간 동안(2005.3.15.-2005.11.8.) 핵이식에 사용한 난자수는 299개이다. 2005년 사이언스 논문에는 사용된 난자수가 185개로 표시되어 있다. 그러나 2005년 논문을 위한 실제 연구기간 및 논문작성을 위한 집계 시점이 불명확한 점, 실험기록이 없는 기간 등에 비추어 볼 때 정확히 몇 개의 난자가 연구에 사용되었는지 집계하기는 어렵다.

4개 병원 제공자료 등에 따르면 2005년 사이언스 논문 제출 이후에 황교수 팀에 제공된 난자수는 324개이다. 이중 일부는 2005년 논문연구에 포기된 세포주 및 추가 세포주 확립을 위해 직간접적으로 연관되어서, 그리고 일부는 그 연장선상에서 사용되었을 것으로 추정된다. 실험기록상 최초 핵이식일인 2004.9.17.부터 2005.11.8.까지 핵이식에 사용한 것으로 확인된 난자수는 711개이다.

3) 취득과정 및 적법성 여부

난자는 위에서 언급한 미즈메디 병원, 한나 산부인과 병원, 한양대 의과대학 산부인과, 삼성제일병원 등 4개 병원에서 채취되었으며, 이들 병원은, 황교수의 2005년 사이언스 논문 연구를 위해 한양대 IRB에서 승인한 난자기증 동의서 양식을 제대로 사용하지 않았다. 미즈메디 병원은 난자채취에 따른 합병증 등 위험성에 대한 기술이 없는 약식의 난자기증 동의서를 사용하였다. 한나 산부인과 병원도 비슷한 약식 동의서를 사용하였다.

한양대 병원 IRB는 2004.10.19. 연구계획서를 승인할 때, 그리고 그 후 2004.12.28. 1차 연구계획 변경 승인을 해 줄 때, 난자채취에 따른 합병증 등 위험성에 대한 기술이 미비한 난자기증동의서 양식의 문제점을 제대로 지적하지 않았다. 2005.1.18. 2차 연구계획 변경 신청 시 첨부된 난자기증동의서에는 비로서 합병증 관련 위험성에 대해 서술되어 있는데, 이러한 동의서 양식과 그에 따른 비교적 엄격한 동의취득 절차가 제대로 적용된 예는 한양대에서 의뢰받아 2005. 1. 28.이후 한나 산부인과에서 채취한 6명의 경우에 불과하다.

난자채취기관들이 동의 이전에 기증자들에게 채취의 위험성에 대해서 충분히 설명했는지 여부, 난자를 채취한 사람들 가운데 과배란증후군 등으로 진료

를 받은 사람이 몇 명인지, 과배란 유도를 위한 호르몬 투여량이 적정했는지 여부 등에 대해서는 관련 자료를 확보할 수 없어서 정확히 조사할 수 없었다.

난자는 1명으로부터 가장 많이는 43개, 가장 적게는 1개가 채취되었다. 미즈메디 병원에서는 5명은 2회, 1명은 3회에 걸쳐 난자를 제공한 경우도 있다. 이들 대부분은 순수기증자는 아니며 노성일 이사장이 금전을 대가로 지급했다고 밝힌 경우에 해당한다. 미즈메디 병원 제공 자료에 따르면 미즈메디 병원을 통해 난자를 제공한 83명중 12명만이 순수기증자이다. 다른 채취기관에서도 난자 채취에 따른 실비보상 차원을 넘는 금전지급이 있었는지, 돈의 출처가 어디인지 등은 파악되지 않았다.

4. 2004년 사이언스 논문 연구에 제공·사용된 난자 관련

1) 제공받은 난자수 및 출처

2004년 사이언스 논문의 승인 일자가 2003.12.9.이며 한양대 IRB에 심의의뢰된 연구계획서상 연구시작시기는 2001.8.로 되어 있다. 이 기간동안 2004년 사이언스 논문 연구를 위해서 제공된 난자수는 2002.11.28.부터 2003.3.22.사이에 미즈메디 병원에서 21명으로부터 채취하여 제공된 423개이다.

2) 연구에 사용된 난자 수

000 전연구원이 제출한 실험자료에는 2003.1.7.(기록으로 확인할 수 있는 최초 핵이식일)부터 2003.3.22까지 연구를 위해 제공받은 난자수는 359개이고 이중 254개를 핵이식에 사용한 것으로 기록되어 있다. 그러나 논문작성을 위한 집계시점이 불명확하여 실제로 논문 작성을 위해 핵이식에 사용된 난자수가 몇 개인지는 확인하기 어렵다.

3) 취득과정 및 적법성 여부

황교수팀의 2004년 사이언스 논문 연구를 위해 황교수팀에 제공된 난자는 노성일 미즈메디 이사장이 밝힌 바와 같이 대부분 순수한 기증자가 아닌 것으로 밝혀졌다. 이 병원 이외에 다른 병원에서도 제공된 난자가 있었는지, 노이

사장이 지출한 비용의 출처, 경로 등의 문제는 앞으로 수사를 통해 밝혀져야 할 것이다.

황교수팀의 2004년 사이언스 논문 연구를 위한 한양대 IRB 심의는, 난자기 증동의서 양식에 난자채취와 관련한 위험성에 대한 서술 미비 사항에 대한 보완지시를 하지 않은 점, 연구에 필요한 예상 난자수 및 그 출처를 표시하지 않은 부분에 대해 보완지시를 하지 않은 점, 조건부 승인을 하면서 동의서 취득 과정을 명확히 기록하고 난소 및 난자 발송관련 서류 (장부, 동의서)를 매월 보고하여 확인받도록 했으나 이에 따른 황교수팀의 보고가 없었던 점 등의 문제가 있었다. 한양대 병원 IRB 가 심의·승인한 기증 동의서 양식은 실제 난자채취 과정에서 사용하기 위한 것이었음에도 불구하고, 난자채취기관들은 각각 자기 병원들이 가지고 있는 약식 양식을 사용했으며, 여기에는 무상기증 원칙, 난자채취에 따른 합병증 등 위험성에 대한 기술이 빠져 있고, 난자공여 시술 설명서에도 위험성 관련 설명이 미비했다.

연구원 난자제공 관련 문제점과 그 적절성 여부에 대해서는 다음 항에서 설명하기로 한다.

4) 연구원 난자제공 관련 강압성 여부

000 전 연구원의 진술에 의하면 2003.1. 실험 부진, 여러 조건 하에서 충분히 실험하기에는 부족한 난자 문제 등으로 향상된 결과가 보이지 않아, 황교수와 실험진행여부에 관해 걱정하다가 실험자로서 자신의 난자를 사용할 수 있다고 생각했다. 2003.2. 황교수에게 자신의 뜻을 알려 난자제공 승인을 받았다. 2.7. 강남 미즈메디병원에서 처음 검사를 받고, 3.10. 황교수 차로 함께 강남 미즈메디병원으로 가서 노성일 이사장으로부터 직접 시술을 받았고, 다시 황교수와 실험실로 돌아와 실험에 임했다.

000 전 연구원은 자신이 실수로 난자를 깨뜨려 그 죄책감 때문에 난자를 제공하게 되었다는 소문은 사실무근이라고 진술하였다. 논문저자로 참여하려는 걱정 때문에 난자를 제공하게 되었다는 소문도, 당시 실험 자체가 너무 진척이 안 된 상태여서 논문이 나갈지에 대해서는 생각조차하기 어려운 형편이었기에 역시 사실이 아니라고 진술하였다.

2003.5. 황교수팀은 당시 여성연구원들에게 난자가 필요할 때 난자기증의 의향이 있다는 내용의 난자기증동의 관련 양식서를 나누어 주고 여성연구원들의 서명을 받아 간 적이 있다. 현재 남아있는 연구원 가운데 그 당시 그런 내용의 양식서에 서명을 했다고 진술한 연구원은 7명이며, 1명의 전 연구원도 서명을 하였다고 진술하였다.

수의대 IRB가 2005.11.14. 에 황교수팀의 2004년 사이언스 연구의 연구원 난자제공과 관련한 윤리문제를 조사하여 ‘황우석 교수 연구팀 난자수급조사 결과’를 작성하여 보건복지부에 보고한 바 있는데, 이 조사 결과에서 여성 연구원들의 난자제공 관련 정황, 황교수의 인지시점과 역할, 두 연구원이외의 다른 사례들에 대한 사실관계는 조사위가 확인한 바와 다르다.

<결론>

1. 황교수팀에 제공된 난자는 2002.11.28.-2005.11.8.까지 미즈메디병원, 한나산부인과 병원, 한양대 의과대학 산부인과, 삼성제일병원 등 4개 병원에서 129명으로부터 채취한 총 2,061개다. 이 난자들 중에서 2005년 및 2004년 사이언스 논문 연구를 위해 제공되어 사용된 난자가 몇 개인지는 정확하게 집계하기는 어렵다. 양 논문연구를 위한 집계에는 안들어 간 것이 있다하더라도 결국 이 난자들은 양 논문 연구의 연장선상에서 쓰였다고 봐야 할 것이다.
2. 황교수팀에 난자를 제공한 병원들은 황교수의 2004년 그리고 2005년 사이언스 논문 연구를 위해 한양대 IRB에서 승인한 난자기증 동의서 양식 대신 대부분 난자채취에 따른 합병증 등 위험성에 대한 기술이 없는 약식의 난자기증 동의서를 사용하였다.
3. 한양대 병원 IRB는 연구계획서를 승인할 때, 난자채취에 따른 합병증 등 위험성에 대한 기술이 미비한 난자기증동의서 양식의 문제점을 제대로 지적하지 않았다. 2005.1.18. 2005년 논문을 위한 2차 연구계획 변경 신청시 첨부된 난자기증동의서에는 비로서 합병증 관련 위험성에 대해 서술되어 있는데, 이러한 동의서 양식과 그에 따른 비교적 엄격한 동의취득 절차가 제대로 적용된 예는 2005.1. 28.이후 이다.

4. 난자채취기관들이 동의 이전에 기증자들에게 채취의 위험성에 대해서 충분히 설명했는지 여부, 난자를 채취한 사람들 가운데 과배란증후군 등으로 진료를 받은 사람이 몇 명인지, 과배란 유도를 위한 호르몬 투여량이 걱정했는지 여부 등에 대해서는 자료를 확보하지 못했으며 앞으로 더 정확한 조사가 필요하다.
5. 000 전 연구원은 2004년 사이언스 논문 연구를 위해 자신의 난자를 제공했다. 황교수가 연구원 난자제공과 관련한 인지시점, 역할 등에 관해 지금까지 한 진술은 거짓으로 드러났다. 현재 남아있는 연구원 가운데 2003년 5월 당시 황교수팀이 나누어준 난자기증 동의관련 양식서에 싸인을 했다고 진술한 연구원은 7명이며, 1명의 전 연구원도 싸인을 했다고 진술했다.
6. 수의대 IRB는 구성 초기 교수 회의를 거치는 등 절차를 밟지 않은 점, 황교수의 일방적 주도로 위원선정, 초기 회의개최 등이 이루어진 점, 이영순 위원장 자신이 초기 회의 개최 사실 및 심의 내용에 대해 보고 받지 못한 점 등에서, 그 구성 및 운영면에서 많은 문제점이 있다.

V. 체세포복제줄기세포 관련 기술력 평가

1. 기술 단계 구분

핵이식에 의한 체세포 복제 배아줄기세포주의 확립은 크게 다음 세가지 단계를 거쳐 이루어진다.

- 1) 핵이식 기술 평가
- 2) 핵이식에 의한 배반포 형성 연구 성과에 대한 평가
- 3) 줄기세포 확립 기술

2. 기술별 세부사항

1) 핵이식 기술 평가

(1) 동물 (돼지, 소) 난자를 이용한 핵이식 기술 평가

현재 황교수팀에서는 주당 평균 6마리의 돼지에서 핵이식 수정란 이식 실험을 수행하고 있으며 한 마리당 150-200개의 핵이식 수정란이 필요함을 감안할 때, 주당 1,000회 이상의 핵이식이 실시되고 있다. 이러한 실험 실적으로 볼 때 황교수팀은 국내외에서 가장 활발한 동물 핵이식 실험을 수행하고 있는 것으로 판단된다.

황교수팀에서는 연간 평균 5명 정도의 핵이식 숙달 인력(석사, 박사)이 배출되고 있으며 현재 국내에는 축산연구소, 건국대학교, 경상대학교, 생명과학연구원 등에서 배출된 핵이식 숙달 인력이 약 100여명에 달하는 것으로 판단된다.

(2) 핵이식 난자를 이용한 동물 복제 기술 수준 평가

핵이식을 통한 개체 복제 수준을 외국과 비교할 때 배반포까지의 발생율은 비슷하나 수태율은 처지는 것으로 판단된다. 이는 핵이식 자체의 기술력은 외국과 동등하나 대리모 사육환경 등의 연구 여건이 미흡하여 나타나는 현상으로 판단된다.

그러나 최근 개의 복제에 성공한 사실을 감안하면 황교수팀의 핵이식 난자를 이용한 동물 복제 기술은 전세계적으로 경쟁력을 갖춘 것으로 판단된다.

(3) 사람 난자에서의 핵이식을 위한 쥐어짜기 기법의 평가

황교수팀에서 사람 난자의 핵제거 과정에 적용한 쥐어짜기 방법은 이미 90년대부터 동물난자에 보편화된 기법으로 국내외의 다른 연구진에서도 이미 사용하여 온 방법이다. 그러나 쥐어짜기에 의한 핵제거 과정은 피펫을 교체하여야만 하는 불편함이 있어 다른 실험실에서는 잘 사용하지 않고 있으며 흡입에 의해 핵을 제거하는 방법을 선호하고 있다.

쥐어짜기 핵제거법이 황교수팀에서 선호되는 이유는 핵제거 시 동반되는 세포질 손실의 최소화 때문이다. 황교수팀 내부적 판단에 의하면 쥐어짜기에 의한 핵 제거 시 세포질의 손실은 약 10~20% 정도로 추정하고 있다. 그러나 흡입법에 의한 핵제거를 수행하는 타 연구진의 자체 평가에 의하면 세포질 손실은 10% 내외 인 것으로 추정되고 있어 쥐어짜기 방법이 다른 핵제거 방법에 비하여 효율적이라는 과학적인 증거는 없다.

(4) 사람 난자에서 사용된 핵이식 조건의 평가

2004년도 사이언스지에 보고된 내용에 따르면 황우석교수팀은 기존에 핵이식 과정에 필요한 것으로 알려진 여러 가지 방법을 변경하여 사람 난자 핵이식에 가장 적절한 조건을 확립하였다고 하며 그 세부 내용은 다음과 같다.

- 핵이식 난자 활성화 유도물질의 농도 변경 (5 um 및 10um)
- 이식 핵의 reprogramming 소요 시간 변경
(2시간, 4시간, 6시간, 20시간)
- 1차 배지 및 2차 배지 변경 (G 1.2, G2.2 및 hmSOFaa)

상기 기술된 핵이식 조건은 핵이식 줄기세포가 확립되었을 경우, 독창적인 기법으로서 신규성과 진보성을 인정받을 수 있으나, 2004년도 사이언스 논문에 제시된 핵이식 줄기세포가 만들어지지 못한 상황에서 이러한 핵이식 조건이 줄기세포 확립에 얼마나 효율적인 것일지 여부를 판정하는 것은 무의미하다.

다만 이와 같은 핵이식 조건의 개선을 통하여 핵이식 난자로부터 배반포를 형성한 연구결과는 독창적인 것으로 평가할 수 있다.

2) 핵이식에 의한 배반포 형성 연구 성과에 대한 평가

황교수팀의 실험 기록에 의하면 핵이식 후 사람 난자에서 배반포가 형성된 기록은 다음과 같다.

[표 12]

실험 기간	제공된 난자 수	핵이식에 사용된 난자 수	배반포 형성	배반포 형성률
2004.9.17 ~ 2005.2.7	346	273	40	14.65%
2005.2.8 ~ 2005.11.18	604	438	31	7.08%

동물의 경우, 핵이식을 통하여 배반포가 형성될 확률은 종에 따라 10~30% 정도로 추정되며, 황교수팀에서는 사람 난자를 대상으로 핵이식을 통해 배반포 형성에 성공한 확률을 평균 10%로 보고하고 있다.

황교수팀에서 보관 중인 핵이식 난자의 분열 사진을 평가할 경우, 초기 단계 (8세포기)에서의 세포분열은 건강한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다.

그러나 황교수팀에서 핵이식을 통해 얻은 배반포는 일부를 제외하고 대부분 그 형태학적 특성이 매우 불량하여 세포내괴 (inner cell mass, ICM)의 크기가 작고 주변 세포(trophoblast)와의 구분이 불가능한 경우가 많았으며, 일부 배반포의 경우에는 거의 모든 세포가 분절 (fragmentation)되어 사실상 배반포라기 보다는 위배반포 (pseudo-blastocyst)에 해당되는 것으로 판단된다. 실제 2005년도 사이언스지에 보고된 내용에서도 세포내괴를 영양세포 위에 부착시키는 과정에서 trophoblast의 제거가 이루어지지 못한 경우가 대부분이었다.

따라서 2004년도 사이언스지 및 2005년도 사이언스지에 보고된 배반포 형성률이 정확한 과학적 판단에 의해 작성되었는가 여부는 매우 의심스러운 것으로 판단된다.

일반적으로 줄기세포주의 확립에 배반포의 건강 상태가 매우 결정적인 요

인이며, 수정란으로부터 만들어진 건강한 배반포가 줄기세포로 확립되는 확률이 10~15% 정도임을 감안할 때, 현재까지 황교수팀에서 핵이식에 의하여 만들어진 대부분의 사람 배반포는 아직 줄기세포 확립에 충분한 정도의 발달 상태에 이르지 못한 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 황교수팀의 연구 기록에서 건강 상태가 비교적 양호한 배반포가 만들어진 경우가 일부 확인되고 있으며, 핵이식된 개체 발생이 과학적으로 입증된 동물실험에서도 시험관에서 형성된 배반포는 정상 배반포에 비하여 건강 상태가 매우 불량하고 세포내피의 세포 수가 상대적으로 미흡하다는 점을 감안할 때, 황교수팀의 연구 결과가 당시 이루지 못했던 핵이식된 사람 난자로부터 배반포 단계로의 발생을 증명하였다는 점은 사실로서 인정된다.

현재까지 황교수팀을 제외하고 사람에서 핵이식을 통해 배반포를 형성한 최초의 기록은 2005년 8월 New Castle 대학의 Stojkovic 박사팀의 결과 보고가 유일한 점을 미루어 볼 때 위와 같은 업적은 그 독창성이 인정된다.

3) 줄기세포 확립 기술

황교수팀이 보관 중인 각종 줄기세포 확립 과정의 기록 사진을 평가할 때 줄기세포의 확립에 긴요한 영양세포의 상태가 불량한 것으로 판단되며 대부분 세포내피의 부착과 줄기세포의 성장을 기대하기 어려울 것으로 판단된다.

또한 일부 줄기세포 확립 과정의 기록 사진을 보면 불완전한 세포내피로부터 이틀 만에 건강한 콜로니 형태의 줄기세포가 관찰되는 경우가 기록되어 있는 등 줄기세포의 확립 판정에 과학적 근거가 미흡한 경우가 나타나고 있다.

줄기세포주 확립을 판정하기 위해서는 지속적 계대배양을 통한 자가복제(self-renewal) 능력의 입증과 기형종(teratoma) 또는 배아체(embryonic body)에서의 삼 배엽층(germ layer) 형성 확인을 통한 전분화능력(pluripotency)을 입증하여야 한다. 그러나 황교수팀에서는 처음 줄기세포의 콜로니가 관찰될 때를 줄기세포주 확립으로 대부분 판정하였고 이후에도 관련 실험이 과학적으로 수행된 기록이 일체 없다.

이상과 같은 정황을 미루어 볼 때 2005년도 사이언스지에 보고된 줄기세포

주가 실제로 존재하였다는 일체의 과학적 근거를 찾을 수 없다.

<결론>

1. 난자의 핵제거를 위한 쥐어짜기 기법은 효과가 인정되나, 그 독창성이나 지적재산권을 인정하기는 어렵다.
2. 사람 난자에서 핵이식을 통한 배반포 형성 연구 업적과 독창성은 인정되며 관련 지적재산권의 확보가 가능할 것으로 판단된다. 그러나 배반포 자체로는 실질적인 활용 가치가 미흡한 점을 고려할 때 이를 이용한 산업적, 의학적 응용 효과를 기대하기 어려우며, 지적재산권의 행사 등을 통해 경제적 효과를 창출하는 기술이 확보되었다고 할 수 없다.
3. 핵이식에 의한 체세포 복제 줄기세포는 존재하지 않으며, 존재했었다는 어떤 과학적 증거도 없다. 따라서 현재 복제 줄기세포를 만들 수 있는 원천기술은 없다.

VI. 복제개 스너피 진위

1. 조사 목적

2005년 황 교수팀에 의하여 네이처에 발표된 스너피 복제에 대한 의혹이 제기되어 이에 대한 유전자 감식을 수행하였다.

2. 조사 방법

DNA 지문 분석 및 미토콘드리아 DNA 분석을 위하여 2004년 12월 23일 오후 3시에 서울대학교 수의과대학에서 조사위원 입회하에 스너피(SN1), 체세포 제공견인 타이(SN2), 대리모(SN3)로부터 혈액을 채취하였으며, 난자 제공견(SN4)의 부검 체세포 조직을 황교수팀으로 부터 제출받았다.

세 종류의 혈액 및 난자 제공견의 부검조직을 각각 한국과학기술원, 휴먼패스, 서울의대 법의학교실에 유전자 감식을 의뢰하여, DNA 지문 분석과 미토콘드리아 염기서열 분석을 실시하였다.

3. DNA 지문 분석 결과 및 해석

1) 사용된 STR 마커 종류: DNA 지문 분석을 위해서 아래와 같이 총 27개의 서로 다른 STR 마커를 사용하였다.

- 한국과학기술원에서 사용한 17개의 STR 마커:

C09.173, C06.636, C08.618, C22.763, FH2313, FH2004, FH2361, AHT111, AHT137, C01.424, C07.620, Wilms-TF, FH2274, FH2289, C15.608, FH2175, REN210K18

- 서울의대 법의학교실과 휴먼패스에서 사용한 10개 STR 마커:

PEZ1, FHC2054, FHC2010, PEZ5, PEZ20, PEZ12, PEZ3, PEZ6, PEZ8, FHC2079

2) 한국과학기술원의 DNA 지문 분석 결과

[표 13]

마커	SN 1 (스너피)		SN 2 (타이)		SN 3 (대리모)	
	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2
C09.173	104.3	108.5	104.27	108.39	100.24	102.24
C06.636	162.64	162.64	162.65	165.65	162.66	166.75
C08.618	194.55	194.55	194.54	194.54	182.9	196.46
C22.763	205.18	205.18	205.13	205.13	204.02	208.02
FH2313	273.02	273.02	272.97	272.97	275.02	301.93
FH2004	236.38	245.02	236.39	245.01	249.61	249.61
FH2361	347.64	350.25	347.6	350.12	344.33	344.33
AHT111	71.93	78.45	72.66	78.45	78.45	80.45
AHT137	130.01	148.81	129.99	148.77	129.99	148.76
C01.424	185.9	187.86	185.91	187.87	185.87	187.86
C07.620	106.76	114.45	106.72	114.41	112.45	114.4
Wilms-TF	290.77	290.77	290.8	290.8	290.8	290.8
FH2274	278.33	286.92	279.22	286.89	278.54	278.54
FH2289	284.11	327.88	284.08	327.91	295.31	295.31
C15.608	138.35	138.35	138.38	138.38	136.23	138.43
FH2175	262.6	268.35	262.57	268.31	251.1	272.24
REN210K18	215.67	215.67	215.7	215.7	211.66	216.86

[표 14]

마커	SN 1 (스너피)		SN 2 (타이)		SN 4 (난자 제공견)	
	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2
AHT111	71.71	78.58	72.75	78.62	76.53	80.56
AHT137	129.94	148.50	129.90	148.56	129.96	142.12
C01.424	186.04	187.94	185.98	187.92	182.64	187.94
C07.620	106.68	114.36	106.58	114.35	114.53	124.18
Wilms-TF	290.40	290.40	290.33	290.33	296.60	298.43
FH2274	277.96	286.52	277.91	286.49	278.06	281.88
FH2289	283.72	327.03	283.77	326.93	289.18	291.13
REN210K18	215.89	215.89	215.74	215.74	201.81	216.91

3) 서울대 의대 법의학교실의 DNA 지문 분석 결과

[표 15]

마커	SN1 (스너피)		SN2 (타이)		SN3 (대리모)		SN4(난자제공건)	
	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2
PEZ 1	110.04	117.93	110.07	117.87	117.89	117.89	113.81	121.97
FHC 2054	166.16	174.93	166.11	174.16	149.15	149.15	152.49	162.03
FHC 2010	230.71	230.71	230.26	230.26	234.61	239.00	234.59	239.01
PEZ 5	105.20	113.12	105.09	113.04	101.19	105.09	101.14	109.06
PEZ 20	175.27	175.27	174.85	174.85	174.63	178.73	174.82	178.59
PEZ 12	284.97	311.09	284.93	311.15	271.37	282.20	271.32	294.94
PEZ 3	118.39	118.39	118.33	118.33	118.35	118.35	126.10	132.28
PEZ 6	180.73	180.73	180.47	180.47	179.36	184.23	171.67	187.05
PEZ 8	233.99	233.99	234.25	234.25	238.30	238.30	225.45	234.28
FHC 2079	272.03	272.03	271.69	271.69	275.31	279.23	279.30	279.30

4) 휴먼패스의 DNA 지문 분석 결과

[표 16]

마커	SN1 (스너피)		SN2 (타이)		SN3 (대리모)	
	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2	allele 1	allele 2
PEZ 1	110	117	110	117	117	117
FHC 2054	166	174	166	174	149	149
FHC 2010	228	228	228	228	233	237
PEZ 5	105	113	105	113	101	105
PEZ 20	175	175	175	175	175	179
PEZ 12	285	311	285	311	271	282
PEZ 3	119	119	119	119	119	124
PEZ 6	181	181	181	181	179	185
PEZ 8	234	234	234	234	238	238
FHC 2079	270	270	270	270	278	278

5) DNA 지문 분석 결과 해석

- 27개의 STR 마커를 사용하여 DNA 지문분석을 한 결과 스너피와 타이가 동일한 지문을 가지고 있었으며, 대리모는 다른 DNA 지문을 가지고 있었다.
- 18개의 STR 마커를 사용하여 DNA 지문 분석을 한 결과 스너피와 난자 제공견은 서로 다른 지문을 가지고 있었다.
- 검증에 사용한 STR 마커들은 아프간하운드(Afghan hound) 종류 내에서 충분한 개체 다양성을 나타내는 마커이기 때문에 이 결과는 스너피는 타이의 복제견이라는 사실을 입증하고 있다.

4. 미토콘드리아 DNA 분석 결과

1) 미토콘드리아 염기서열 분석

총 4쌍의 프라이머를 사용하여 PCR을 수행하였으며, ABI3100으로 염기서열을 분석 한 후 각각의 염기서열들에 대해서 BLAST를 이용하여 미토콘드리아 DNA 임을 확인하였다.

2) 한국과학기술원의 미토콘드리아 DNA 분석 결과 (3종류 PCR 산물)

[표 17] 409 bp PCR 산물 염기서열 비교

Control Region (대조부위)	409 bps	Nucleotide position(염기위치)																		
		6	1 1	1 8	2 2	3 1	4 4	1 0 1	1 0 5	1 7 9	1 9 0	1 9 3	1 9 4	2 9 1	3 2 1	3 3 4	3 3 8	3 8 2	4 0 4	
	SN1 (스너피)	A	T	A	A	A	T	A	C	C	G	T	T	T	C	T	T	G	T	
	SN2 (타이)	G	C			A				T	A			C		C		A	C	
	SN3 (대리모)	G	C			G				T	A			C		C		A	T	
	SN4 (난자 제공견)	A	T	A	A	A	T	A	C	C	G	T	T	T	C	T	T	G	T	

* 빈칸은 SN1과 염기서열이 같은 것을 의미함

[표 18] 380 bp PCR 산물 염기서열 비교

Cytochrome B	380bps	Nt position
		357
	SN 1 (스너피)	G
	SN 2 (타이)	A
	SN 3 (대리모)	A
	SN 4 (난자제공견)	G

[표 19] 440 bp PCR 산물 염기서열 비교

16s RNA	440bps	Nt position	
		172	200
	SN 1 (스너피)	C	G
	SN 2 (타이)	T	A
	SN 3 (대리모)	C	A
	SN 4 (난자제공견)	C	G

3) 서울대 의대 법의학교실 및 휴먼패스의 미토콘드리아 DNA 분석 결과 (1종류 PCR 산물)

[표 20] 606 bp PCR 산물 염기서열 비교

Control Region	606 bps	Nucleotide position													
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
		5	5	5	6	6	6	8	8	9	9	0	0	0	0
		2	5	8	2	3	5	0	1	1	5	0	2	3	8
Control Region	606 bps	6	3	7	0	2	2	0	1	2	6	3	5	8	3
		SN 1 (스너피)	T	G	C	T	T	A	C	G	T	T	G	T	G
		SN 2 (타이)	C	A	T	T	C	A	T	A	C	C	A	C	A
		SN 3 (대리모)	C	A	T	C	C	G	T	A	C	C	A	T	C
		SN 4 (난자제공견)	T	G	C	T	T	A	C	G	T	T	G	T	G

4) 미토콘드리아 DNA 분석 결과 해석

미토콘드리아 DNA 염기서열을 비교한 결과 스너피, 체세포 제공견인 타이, 대리모가 모두 서로 달랐다. 이 결과는 스너피가 타이의 할구분할에 의하여 생성되지 않았다는 것을 나타낸다.

4종류의 PCR 산물의 염기서열을 비교 분석한 결과 스너피와 난자 제공건의 미토콘드리아 염기서열이 동일하였으며, 타이와 대리모와는 서로 달랐다. 이 결과는 스너피가 타이의 체세포 복제에 의하여 생산된 것임을 나타낸다.

5. 스너피 진위에 대한 조사위원회의 결론

스너피는 타이의 할구분할이나 초근친교배에 의하여 생성된 것이 아니라 체세포 복제에 의하여 생성된 개임이 거의 확실하다 [그림 3].

스너피 DNA 지문 분석



- 27종의 STR 표지자를 사용하여 DNA 지문을 분석한 결과 스너피와 타이는 동일하였음.
- 스너피와 난자제공건의 지문은 달랐음.

스너피 미토콘드리아 염기서열 분석



- 미토콘드리아 DNA의 염기서열을 비교한 결과 스너피와 타이는 달랐음.
- 스너피와 난자제공건의 염기서열은 동일하였음.

[그림 3]