

# 체세포를 이용한 생명체 복제 기법의 효용성

Potential of Human and Animal Cloning Technology Derived from Somatic Cells

박세필 Park, Se-Pill

마리아 불임클리닉, 기초의학연구소 소장

양과 원숭이, 소 등의 복제 이후 온 세계가 인간 복제 신드롬에 휩싸여 있다. 1997년, 영국 로스린 연구소의 월무트 박사에 의해 성숙한 암양의 체세포(體細胞)를 이용한 복제 양 돌리(Dolly)가 탄생되어 공개된 이래, 최근 우리 나라에서도 일본과 뉴질랜드(소) 및 미국(쥐)에 이어 세계에서 다섯 번째로 체세포를 이용한 송아지 복제에 성공하였고, 사람의 체세포를 통한 초기 배아 단계까지의 복제를 연구 발표함으로써 이제 인간 복제가 다른 나라만의 문제가 아니라 우리 나라에서도 현실적인 문제로 대두되고 있다.

복제의 역사는 동물을 통해서만 행해져 온 것이 주지의 사실이다. 동물 복제는 유전형질뿐만 아니라 외모인 표현형까지도 동일한 개체를 생산해 내는 세포발생학의 기술로서, 1952년 미국의 브릭스와 킹 박사가 개구리 수정란 할구핵을 다른 개구리의 난자에 주입하여 배발생을 유도하는 데 성공한 이래, 1970년 영국의 고든 박사가 개구리의 각질화된 피부세포핵을 핵이 인위적으로 제거된 유전 능력이 없는 개구리 난자에 이식하여 개구리를 복제하는 데는 실패했으나, 올챙이까지는 발생시킬 수 있는 선구적인 체세포 복제 기술을 제시한 바 있었다. 하지만, 이 실험의 결과로서 일단 분화를 마친 체세포는 초기의 원시세포로 되돌아가지 못하는 '비가역적인 특성' 때문에 그 후 복제 연구는, 생식세포인 수정란 할구의 핵이 주로 공여세포원으로 이용되는 단초가 되었다. 이러한 방법을 이용해서, 고등동물에서는 1984년 영국의 윌라드센 박사가 양을 복제하였고, 1994년 미국의 닐 퍼스트 박사 등은 소 복제에 성공하였다.

사실, 우리 나라에서도 생명 과학의 눈부신 발전으로 기초 과학 분야에서는 생식 세포인 수정란을 이용한 복제는 수정란을 반으로 자르는 양분법, 수정란의 할구를 분리 배양하는 분할구 배양법, 핵이식방법 및 간세포(幹細胞: stem cell) 배양법 등을 통해서 실험 동물 차원을 넘어 대가축을 이용한 연구에서 수많은 복제 동물이 만들어지고 있다. 더 나아가 암마의 젖에서만 생성되어 신생아의 면역성을 갖게 하는 인간의 생리활성 물질로 알려진 락토펙틴 성분을 젖소에서 다량으로 생산할 수 있는 형질전환 동물을 생산한다든가 비만으로 고통받고 있는 인간의 고민을 유전자적 차원에서 해결할 수 있는 질환 모델 동물인 다이어트 쥐 그리고 금년 우리 나라에서 태어난 복제 송아지 '영롱이'와 '진이' 등 기술적인 측면에서 국제적인 추세와 비교해 볼 때 상당한 수준에 이르고 있다. 또한, 태아의 섬유아세포, 난관상피세포, 자궁상피세포 및 난구세포(卵丘細胞: 난자의 주위에 둘러싸인 세포)를 포함한 체세포를 통한 복제 기술은 이미 국내에서도 몇몇 기초 연구소와 대학 그리고 병원에서도 상당히 축적되어 있다.

이번 경희대 산부인과 팀과 서울대 수의대 팀에서 실시한 체세포 복제 기술은 몇 가지 점에서 시사하는 바가 크다고 하겠다.

첫째, 학문적 차원에서 볼 때, 진정한 의미의 자기 복제가 이루어질 수 있음을 의미한다. 왜냐하면 그 동안 복제 방법으로 이용되어 왔던 생식세포인 수정란을 이용한 복제는 부모의 양쪽 유전물질을 공유한 세대내 복제이고, 자신의 체세포 핵을 핵이 제거된 수핵난자(受核卵子)에 이식한 체세포 복제는 자신의 고유 유전 물질만을 갖기 때문이다. 인간이 최초로 복제해 낸 '돌리'와 우리 나라에서 태어난 복제 송아지 '영롱이'와 '진이' 등이 바로 여기에 해당되는 경우로서 복제 양 돌리가 태어나기 전까지 복제는 아직 성적으로 미숙한 어린 동물이나 나이가 들어 성세포의 기능이 상실된 경우, 또는 성숙한 체세포는 난자에 융합시켜도 배아가 되지 않기 때문에 복제가 불가능하여 앞서 언급되었듯

이 생식세포나 배아의 간세포를 통해서만 가능한 것으로 인식되어 왔다. 그러나 월무트 박사는 70년대 이래로 여겨져 왔던 성숙한 세포의 비가역성을 극복해 냄으로써 분화를 마친 세포도 원시세포로 리프로그래밍(reprogramming)될 수 있음을 증명하였으며 이러한 연구 결과는 20세기 말의 최대의 과학적 쾌거로 일컬어지고 있다. 이런 의미에서 돌리의 탄생 과정을 간략히 살펴보면, 암양의 난소에서 미수정란을 채취해서 유전물질이 들어있는 핵을 제거하여 수핵난자로 만들었다. 한편으로는 6살짜리 암양 젖통에서 유전물질이 들어있는 유선세포를 채취해 분리한 핵을 배양상태에서 영양물질인 혈청농도를 점진적으로 감소시키면서 세포주기 중 활성이 중지된 휴면상태로 만들었다. 이 기술의 핵심은 이미 능동성 혹은 다능성의 단계를 지닌 체세포를 휴면상태로 중지시키고 인위적으로 제거된 수핵난자의 세포주기에 일치시킴으로써, 성숙한 세포의 비가역성이 극복되어 원시세포로 리프로그래밍이 가능하게 됐다는 것이다. 이와같이 세포 주기가 일치된 수핵난자와 공여핵을 핵이식과 전기적 자극에 의한 융합과정을 통해 하나의 수정란으로 발육시킨 뒤, 실험실 배양기 내에서 6일 가량 배발생(배반포기)을 유도하여 이를 제3의 대리모 자궁에 이식해서 다섯 달 뒤 돌리가 탄생되도록 하였는데, 이는 277번이나 수핵세포와 유선세포의 융합을 시도한 끝에 얻어진 결과였다. 이러한 실험 결과는 정자와 난자의 수정과정 없이도 극단적으로는 몸의 세포 일부만 있으면 복제가 가능하다는 것을 시사하고 있다.

둘째, 체세포 복제를 통한 인간 복제의 가능성에 대한 우려이다. 이러한 측면에서 사람들은 대개가 40년대 만들어졌던 원자폭탄의 폐해를 자주 거론하곤 한다. 그러나 당시의 사회상은 일반 대중이 과학의 위력을 제대로 이해하지 못했고 과학기술을 견제하는 정치적, 윤리적 역량이 미약했을 뿐만 아니라 과학자들 또한 이 연구 결과가 낳을 폐해에 대해서 공개적으로 토론하기도 어려웠다. 하지만 50여년이 지난 지금은 상황이 다르다. 과학을 이해하고 대중매체가 잘 발달돼 있어 과학적 연구 성과물은 언론 등을 통해 전 세계적으로 구석구석까지 금방 전달되고 각계 각층에서 활발한 토론이 이루어진다. 따라서 우리가 우려하고 있는 비인간적인 실험을 막을 법적, 제도적 장치가 마련되어 있고 인간 배아나 태아 복제 연구 등도 엄격하게 각 나라마다 규제되고 있는 추세이다. 우리 나라에서도 대한 산부인과 학회 보조생식술 윤리침체에 따르면, 생식 의학 발전을 위한 기초 연구 및 불임증의 진단과 필요 이외에는 정자와 난자 및 수정된 배아의 사용을 엄격히 규제하고 있다. 이러한 점은 1978년 영국에서 시험관 아기 시술로 루이스 브라운이 태어난 이후 20여년이 지난 지금까지도 배아를 이용한 인간 복제는 미국 조지 워싱턴대의 로버트 스틸만 박사의 배아양분법을 통한 복제 시도와 이번 경희대의 체세포 배아 복제의 초기단계 실험 말고는 공식적으로 한 건도 보고된 바가 없는 것으로 확인되고 있다. 그러나 이러한 체세포 복제 기술은 사회적 공감대가 형성돼 있지 않은 현실 점에서 그 결과가 가져다줄 수 있는 혜택보다는 종교적 윤리적인 측면에서 문제점으로 지적된다. 물론, 이러한 초기 단계의 실험에 대한 우려는 이렇게 복제된 배아 단계의 세포가 사람의 자궁에 이식될 경우 복제 인간이 태어날 수 있을 것이라는 데 있지만, 완전한 복제 인간이 태어나기 위해서는 아직도 기술적으로 해결되어야 할 문제점이 많이 있다. 이를테면, 핵치환, 수핵난자와 공여핵 융합을 위한 전기적 자극이나 난활성 유도 그리고 배아세포를 배양하는 배지의 화합물 등 체세포 복제 과정에서 행해지는 일련의 기계적, 화학적 자극들이 배아세포의 염색체 이상 및 분화에 나쁜 영향을 끼치는 것으로 알려지고 있다. 또한 성공적으로 발달된 배아라 하더라도 실제 복제된 배아가 자궁에 착상될 확률은 정상 배아의 자궁 착상율(25 - 30%)보다 더 낮을 것으로 생각되며 기형없이 100% 완전하게 태어나 정상적인 인간으로 성장해야 되기 때문이다.

셋째, 그러나 자신의 체세포를 이용한 배아 복제가 성공적으로 이루어질 수 있다면 대체 세포나 조직을 생산함으로써 난치병 치유에 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 지금까지의 난치병 치유에 대한 연구는 대체 장기를 이용할 목적으로 사람과 사람 간의 동종 이식, 사람과 동물 간의 이종 이식에 집중되어 왔다. 인간 장기를 이용한

동종 이식은 심각한 장기 부족 현상과 장기 밀매 및 생체 거부 반응 등의 갖가지 문제점을 수반하고 있다. 이 때문에 연구자들은 동물과 사람 간의 이종 이식의 가능성을 모색할 수밖에 없는 실정이다. 이종간 이식의 경우 가장 큰 문제는 수혜자의 면역 거부 반응이다. 이러한 거부 반응을 일으키지 않도록 유전자가 조작된 동물을 생산하면 이식용 장기 생산도 획기적인 전기를 마련할 수도 있다. 그러나 최근에 동물에게서만 발견되는 광우병, 조류독감 바이러스 등 동물원성 바이러스가 수혜자를 통해 대중에게 확산될지도 모를 우려 때문에 미국식품의약국(FDA)측은 임상실험 차원이라도 인체이식을 보류시키는 추세이다. 따라서 현재 우리 나라에서도 뇌사판정 및 뇌사자 장기 이식이 법적으로 인정되어 난치병으로 고통받는 환자들에게 한 가닥 희망을 안겨 주고 있지만 수혜자에 비해 공급될 수 있는 장기 부족 현상은 불문가지이다. 사실 법적으로 뇌사 판정 및 뇌사자 장기 이식이 허용되지 않은 시기이긴 하지만 1988년부터 1997년 10년 간 대한의사협회에서 집계한 바에 따르면 뇌사자 장기 기증에 의한 장기 이식 건수는 공식적으로 총 뇌사자 수 313명 중 폐나 췌장을 이식받은 환자는 각각 5명과 16명이 고작이다. 또한 일반적으로 치매라고 알려진 알츠하이머병의 경우 현재 우리 나라 65세 이상 노인 인구 중, 치매에 걸린 노인의 비율에 대하여는 연구자마다 주장하는 바가 다르기는 하나 한 사회연구원의 보고에 따르면 97년 현재 치매 환자 수는 24만여 명이며 이들 중 치매 요양시설 등의 시설수용 서비스를 필요로 하는 치매 환자 수는 22,500여 명(9.3%)인 것으로 조사됐다. 그러나 실제 시설수용 환자는 8,000명에 불과해 시설수용 대상자의 65%인 14,500백여 명이 고스란히 가족들의 부담이 되고 있는 것으로 나타났다. 더욱 중요한 점은 통계청의 장래 추계 인구에 적용한 결과 2000년에는 27만7천여 명(8.2%), 2010년 43,300여 명(8.6%) 그리고 2020년 61만9천여명(9.0%)에 이를 것으로 추산된다는 것이다. 치매의 경우 가장 큰 문제는 사회 구조의 변화, 여성의 사회 참여 확대 및 노인 부양 의식의 약화 등으로 인하여 모든 배우자나 가족이 치매환자를 돌볼 수 있는 여건이 되지 못하고 있으며 이로 인해 치매 환자 부양에 드는 가족의 부담감이 지나치게 크다는 것이다. 병원 입원시에도 월평균 150 - 300만원의 진료비 소요로 가계에 큰 부담이 되고 있는 것이 사실이다. 이는 치매가 단순히 한 사람의 보건 의료 문제가 아니라 ‘가족을 황폐화시키는’ 병적인 상태임을 의미하며, 치매 대책을 가정내에서만 찾는 데는 한계가 있으며, 국가사회적인 차원에서 보호차원이 아닌 적극적인 치유차원의 대책이 마련되어야 한다는 것이다. 현재 논란이 되고 있는 체세포 복제 차원의 이러한 연구는 모든 사람들이 우려를 나타내고 있는 인간 복제가 아닌 배아 복제의 초기 단계 차원에서 얼마든지 유용하게 이용될 수 있다. 최근, 미국의 존스 홉킨스대와 위스콘신대, 그리고 제론(GERON)사와 ACT(Advanced Cell Technology) 사에서는 인간의 배아에서 특정한 기관, 다시 말하면 심장, 간, 신장, 뇌조직 등으로 발달할 수 있는 간세포(幹細胞)를 분리 배양하는 데 성공했다. 이는 굳이 대체용 장기를 생산하지 않더라도 - 몇 가지 해결되어야 할 난제가 존재하기는 하지만 - 세포나 조직 차원에서 난치병을 치유할 수 있는 획기적인 전환점이 될 것으로 확신한다. 일례로서, 알츠하이머병 혹은 파킨슨씨병은 뇌세포중 신경전달체의 이상으로 인하여 걸리게 되는데, 이러한 복제 기술의 이용으로부터 만들어진 뇌세포 혹은 뇌신경 조직을 다시 유전 공학적으로 신경 전달체를 생성하도록 처리한 다음 환자의 뇌의 특정 부위에 외과적으로 이식함으로써 치료할 수가 있으며, 당뇨병의 경우에도 복제된 배아의 원시 췌장 세포를 환자에게 이식해 인슐린의 생산을 유도함으로써 또한 치료할 수가 있다. 실제 미국 국립보건 연구원(NIH)은 인간 태아를 이용한 실험에 대한 연방정부의 자금지원을 금지한 법률에도 불구하고 낙태된 인간 태아를 이용한 연구를 지원하고 있다. 그 결과, 콜로라도대의 커트 프리드 박사는 태아 조직을 이식받은 파킨슨씨병 환자 26명 가운데 상당수가 팔다리 움직임이 훨씬 좋아졌으며 심지어 테니스 경기를 할 수 있을 정도로 호전된 경우도 있었다고 한다. 그러나 이러한 세포 이식도 개체간에 면역 거부 반응이 있기 때문에 자신의 체세포 복제를 통한 간세포 이용을 필요로 한다.

넷째, 체세포 복제 기술을 포함한 모든 인간 복제에 대한 생명 공학 분야의 가이드라인과 정부 차원의 엄격한 법 제정이 시급히 요청된다. 얼마 전, 미국의 존 글렌 상원의원이 70이 넘는 노익장을 이끌고 인간 노화의 비밀을 캐기 위해 우주선을 탔던 기억이 생각난다. 이렇듯 우리 인간의 삶과 관련된 과학이 눈부신 발전을 거듭해왔다고 하지만 인체의 신비에 대해서는 아직도 풀지 못한 부분들이 많이 있다. 이러한 욕구를 해결하고자 하는 차원에서 많은 실험을 행하는데 필연적으로 수반되는 문제가 바로 과학적 발견에 따른 윤리적 가치이다. 지금까지의 경우를 보면 언제나 과학적 발견은 윤리적 가치 혹은 사회적 규범보다 앞서 진행되지만 양립하지 않고 서로 보완하면서 항상 병용 발전해 온 많은 실례가 있다. 16세기경 코페르니쿠스가 주장했던 지동설은 그 당시 종교계와 지식인으로부터 사회적 공감대를 얻지 못하고 혼란스러움을 가중시켰지만 결국은 백여년이 지난 후 학계에서 수용되었으며, 비교적 최근에 교황청에서도 17세기경 ‘지구가 돈다’고 주장했던 코페르니쿠스의 태양 중심설을 과학적 근거를 바탕으로 제창했던 갈릴레오 갈릴레이에 대한 종교재판이 잘못이었음을 공식적으로 선언한 바도 있다. 이렇듯이 우리 인간은 과학의 발전을 현실에 적용하는 것은 얼마든지 규제할 수 있다. 다만 규제를 하더라도 사회적, 도덕적, 윤리적 변화와 과학적 진보에 유연하게 대응할 수 있도록 서로 힘을 합치는 사회적 합의가 중요하다. 따라서 현재까지 우리 인간의 엄청난 삶의 질을 향상시켜 왔고 앞으로도 향상시켜 줄 것으로 기대되는 기초생명과학 분야 및 체세포를 통한 복제 기술이 인간 복제라고 하는 악영향만을 우려한 나머지 전반적으로 위축을 가져오지 않을까 염려된다. 차제에 생명 공학 분야의 분명한 가이드라인이 설정되어 인간 자체의 복제에 관한 연구는 엄격한 정부 차원의 법령하에서 규제함과 아울러, 체세포 복제 기술을 통한 난치병 치료 차원의 배아의 간세포 배양 등의 연구 문제도 그 연구의 입안 과정 전후뿐만 아니라 중간 과정의 확인과 연구 절차를 확립하며, 연구 기준에서도 공개적인 논리와 토론을 거침으로써 폭넓고 심도있는 전국민의 합일된 의견 수렴이 선행된 뒤 수행되어야 할 것으로 사료된다.