

난치병 치료를 위해 동물이 나섰다

인간의 난치병을 정복하기 위해 발
달해 온 현대 의학의 이면에
는 수많은 실험용 동물들의 희생이 뒤
따랐다.

21세기에는 인간의 유전자를 이식하
거나 인간에게 장기를 제공하는 동물들
이 수두룩하게 등장해 각종 난치병을
치유할 수 있는 길이 열릴지 모른다.

1960년대 최초의 인공심장이 만들어
진 이래 질환에 걸린 신체 장기를 대체
할 수 있는 인공장기가 꾸준히 개발돼
왔다. 하지만 현재까지 인공장기는 대부
분 다른 사람으로부터 진짜 장기를 기
증받을 때까지 일시적으로 생명을 연장
시켜주는 수준에 그치고 있다. 더욱이
환자수에 비해 장기기증자의 수가 무척
부족하다. 한 보고에 따르면 미국에서
심장 이식을 필요로 하는 환자 4만여
명 가운데 3분의 1이 기증장기를 이용
하기도 전에 사망하고 있다.

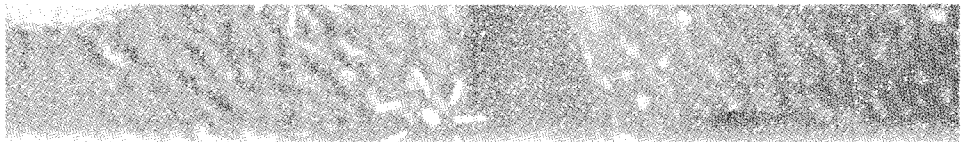
과학자들은 인공장기의 부족분을 메
우기 위해 동물에게 눈을 돌렸다. 가장
'훌륭한' 종은 돼지다. 무엇보다 돼지
장기의 크기가 사람과 비슷하다. 또 어
미 1마리가 새끼 20마리 이상을 생산하

기 때문에 일단 개발만 하면 풍족한 수
의 장기를 확보할 수 있다. 병균이 감염
되지 않는 돼지를 사육하는 기술이 개
발됐다는 점도 장점으로 작용한다.

하지만 커다란 난관이 있다. 돼지 조
직을 환자에게 이식하면 사람의 즉각적
인 면역시스템이 작동한다. 그 결과 돼
지의 조직은 2-3시간 내에 급속히 파괴
되기 시작한다(괴사). 현재 환자를 장기
간 무균실에 머무르게 하면서 사이클로
스포린과 같은 면역억제제를 계속 주사
함으로써 이식한 조직이 면역적으로 공
격받지 않도록 하고 있지만 근본적인
치료는 될 수 없다.

이 급속한 면역작용은 주로 보체라고
불리는 단백질 때문에 발생한다. 돼지
조직(항원)을 이식했을 때 우리 몸은
이를 물리칠 수 있는 적절한 항체를 만
들어낸다. 보체는 이 항체와 결합해 항
원을 퇴치하는 물질이다.

그렇다면 사람의 보체가 제대로 작용
하지 못하도록 돼지의 형질을 전환시키
면 되지 않겠는가. 즉 사람 몸에서 보체
가 만들어지지 않도록 작용하는 효소의
유전자를 뽑아내 돼지 수정란에 이식하



는 방법이다. 이처럼 특정한 외래 유전자를 수정란에 삽입함으로써 새로운 유전형질을 갖추도록 만들어진 동물을 가리켜 형질전환동물이라고 부른다.

1994년 보체의 작용을 방해하는 인간 유전자를 돼지에 주입하는 실험이 최초로 행해졌다. 또 1996년 미국 넥스트랜스사는 유전적으로 변형된 돼지의 간장을 급성 간질환 환자에게 사용할 수 있도록 정부로부터 승인을 받았다.

하지만 이식실험이 성공의 기미를 보인 것은 1998년 영국 이뮤트랜사의 시도였다. 연구팀은 형질전환 돼지의 심장을 이식받은 원숭이 비비가 급성 이식 거부반응을 나타내지 않고 21일간 생존했다고 밝혔다. 신장 이식의 경우 생존 기간은 35일이었다.

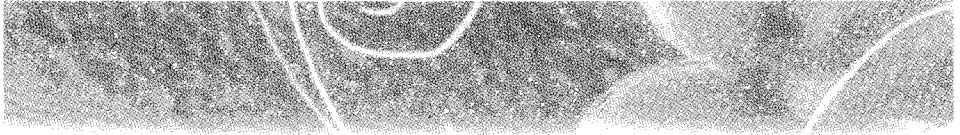
그러나 면역반응을 일으키지 않는 돼지 심장이 개발된다 해도 넘어야 할 산

이 많다. 비록 크기가 비슷해도 기어나오는 돼지의 심장과 상체를 세우고 다니는 사람의 심장이 비슷한 기능을 발휘할지는 의문이다. 또 돼지에게는 해를 끼치지 않지만 사람에게 치명적인 병균이 존재할 가능성을 배제할 수 없다.

지난 8월19일 영국 BBC방송은 돼지의 장기를 이식해도 치명적인 바이러스(Perv)에 감염될 가능성이 없다고 보도했다. 이뮤트랜사가 12년간 돼지 조직이나 장기를 이식받은 1백60명을 조사한 결과였다. 그러나 또다른 병원체로부터의 위험을 배제할 수 없는 게 현실이다.

흔히 언론이나 방송에서 '사람 심장 달린 돼지'라는 표현이 등장한다. 하지만 현단계 과학수준에 비추어볼 때 이 말은 잘못된 표현이다. 즉 '사람에게면역반응을 일으키지 않는 돼지의 심장'을 잘못 받아들여 표현한 결과다. 사람





끼리의 장기이식도 거부반응이 있는지 철저한 조사를 거친 후 어렵사리 이뤄지는 현실에서, 다른 종의 장기를 사람에게 이식하는 일은 현재로서는 불가능하다.

돼지가 아닌 조그만 생쥐로부터도 인간의 장기를 제공받을 가능성이 있다. 하지만 생쥐의 장기를 인간에게 이식한다는 의미가 아니다. 인간의 장기 세포를 인위적으로 생쥐의 등에 붙여 기른 뒤 나중에 떼어내 장기로 활용한다는 발상이다.

지난 6월 25일 국내 각 언론과 방송에서 다소 '징그러운' 쥐가 소개됐다. 등에 사람의 귀와 코를 단 쥐였다. 선천적인 원인이나 사고로 인해 신체의 일부가 결여된 사람들을 위해 만들어진 대체 장기의 일종이다. 한국화학연구소의 화학소재연구부의 작품이다.

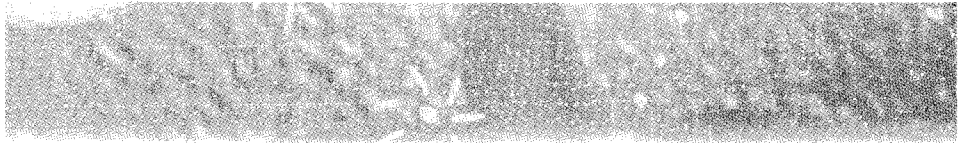
하지만 이 쥐를 형질전환동물이라고 부르지는 않는다. 유전자를 변형시킨 것이 아니라 단순히 쥐의 등에 사람의 조직을 접목시킨 것이기 때문이다. 이처럼 조직세포를 이용해 필요한 장기조직을 만들어내는 일은 조직공학(tissue engineering)의 한 분야에 속한다.

장기제조를 위해 먼저 인체나 동물의 연골과 뼈세포를 분리한 후 체외에서 대량으로 배양한다. 다음으로 이들 세포가 코, 귀, 뼈 등 제조하고자 하는 모양

으로 성장할 수 있도록 생분해성 고분자 틀을 제조한다. 이 틀에 연골세포를 띄우고 체외에서 배양해 인체의 코와 귀 모양의 인공 장기를 만들었다. 이때 쓰이는 생분해성 고분자 틀은 인체 내에서 일정기간 경과 후 세포가 자라 대체장기의 역할을 하게 되면 인체 내에 흡수돼 물과 이산화탄소로 배출되면서 없어진다.

연구팀은 임상실험과 함께 의학적으로 재생이 어려운 뼈와 뼈 사이의 연골과 치아, 방광, 피부, 혈관 등 더 다양한 장기들을 인공적으로 생산할 수 있는 기술을 계속 개발할 계획이다. 코 모양의 인공연골 제조는 미국에 이어 세계 두번째, 귀 모양의 인공연골 제조는 미국과 중국에 이어 세 번째로 성공을 거뒀다. 인공연골과 인공뼈를 제조하는 조직공학 기술은 10여 년전부터 미국에서 주도적으로 개발되기 시작했다.

유전공학을 통해 만들어진 '사람 이식용 심장을 단 돼지'나 조직공학으로 형성된 '등에 사람 귀를 단 쥐' 모두 난치병에 시달리는 인간을 위해 효율적으로 사용될 수 있는 개체들이다. 그러나 다른 한편으로 이들은 인간을 위해 희생당하는 실험동물일 수밖에 없다. 따라서 실험용 동물들의 생존권과 행복권을 주장하는 운동이 발생하는 것은 어쩌면 당연한 일이다. 형질전환동물의 사



비만 연구를 위해 만들어진 정상에 2배 이상 뚱뚱한 쥐,
암 연구를 위해 개발된 면역성 없는 누드쥐,
간질병에 걸려 1시간에 1백번 이상 발작을 일으키는 쥐 등이
최근 미국의 한 실험동물연구소에서 '상품'으로 선보인 쥐들이다.

례를 살펴보자.

비만 연구를 위해 만들어진 정상에 비해 2배 이상 뚱뚱한 쥐, 암 연구를 위해 개발된 면역성 없는 누드쥐, 간질병에 걸려 1시간에 1백번 이상 발작을 일으키는 쥐. 최근 미국의 한 실험동물연구소에서 '상품'으로 선보인 대표적인 쥐들이다. 연구소는 이들을 포함한 6백여 종류의 돌연변이 쥐를 개발했다. 모두 인간의 난치병을 극복하기 위해 몸에 병을 하나씩 달고 태어난 동물이다.

이런 '가혹한' 생을 타고난 동물은 비단 쥐에 그치지 않는다. 1989년 인간 성장호르몬 유전자를 보유한 돼지의 경우 스트레스에 과민하게 반응하고 몸이 무거워진 탓에 발을 절뚝거리는 수난을 당했다. 한국에서 개발된 산양유전자 이식 돼지 역시 비슷한 처지다. 무거워진 몸무게를 견디지 못해 이 돼지는 서서 움직일 수가 없다고 한다. 태어난 동물은 돌쩌치고 수많은 실험 과정에서 폐기되고 있는 수정란에 대해서는 어떻게 생각해야 할까.

지난 4월 5일 미국의 한 동물애호단체 회원들은 미네소타대학 실험실을 부

수고 48마리의 형질전환 쥐를 훔쳤다. 알츠하이머 치매 유전자를 이식한 개체들이었다. 한 연구원에 따르면 이 사건 때문에 알츠하이머에 대한 연구가 2년 정도 미뤄졌다고 한다. 실험동물의 생존을 보장하고 불행을 막아야 한다는 '동물권'(animal right) 주장자들의 수많은 활동 사례 가운데 하나다.

선진국에서는 시험관실험이나 컴퓨터 시뮬레이션을 적극적으로 활용하고 동물의 고통을 줄이는 실험법을 개발하는 등 실험동물을 보호하려는 다양한 노력을 기울이고 있다. 한 예로 경제협력개발기구는 약물의 치사량을 결정하기 위해 2백마리의 동물실험 자료를 요구해 왔었는데, 최근에는 그 수를 18마리로 대폭 줄였다.

한국의 경우 동물실험에 대한 법적 규제는 없다. 해마다 어느 정도의 실험동물이 사용되는 지에 대한 정확한 통계자료도 없다. 매년 국내의 많은 연구소들은 실험동물의 넋을 위로한다는 의미에서 '위령제'를 지내지만 그저 인간의 죄스러운 마음을 위안할 뿐이다. †

김성기 ■ 과학저술가