

인공장기

세포 생물학 · 고분자 화학 등 발전 힘입어 인체조직 · 기능 갖춘 인공장기 등 실용화

신장·심장·간장 등 이식 보편화
 외과 의사가 절단된 사지를 재이식할 수 있게 된지 겨우 30여년이 지났다. 오늘날 심장이나 간장, 신장 등을 이식하는 기술은 매우 발전되어 선진국에서는 널리 실시하고 있다. 사실 엄밀히 따지자면 오늘날 이식수술에서 문제점은 외과수술의 기술적인 문제가 아니라 이식용 장기의 부족에 있다. 앞으로 30년간은 의학이 이식수술을 실천하는 시대로부터 더 나아가 장기를 제작하는 시대로 부상할 것이다. 즉 장기를 옮길 뿐 아니라 장기를 만들어내는 시대가 된다는 이야기이다. 세포생물학이나 고분자화학공업의 비약적인 발전에 따라 외관이나 그 기능이 본래의 것과 꼭 같은 인공조직이나 인공장기를 만들어 내는 연구에서 많은 진전을 보이고 있다.

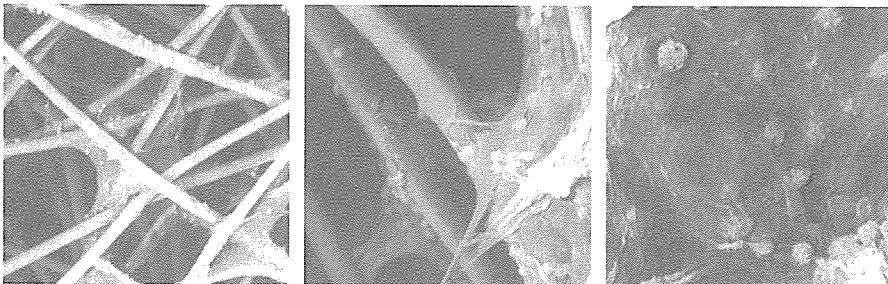
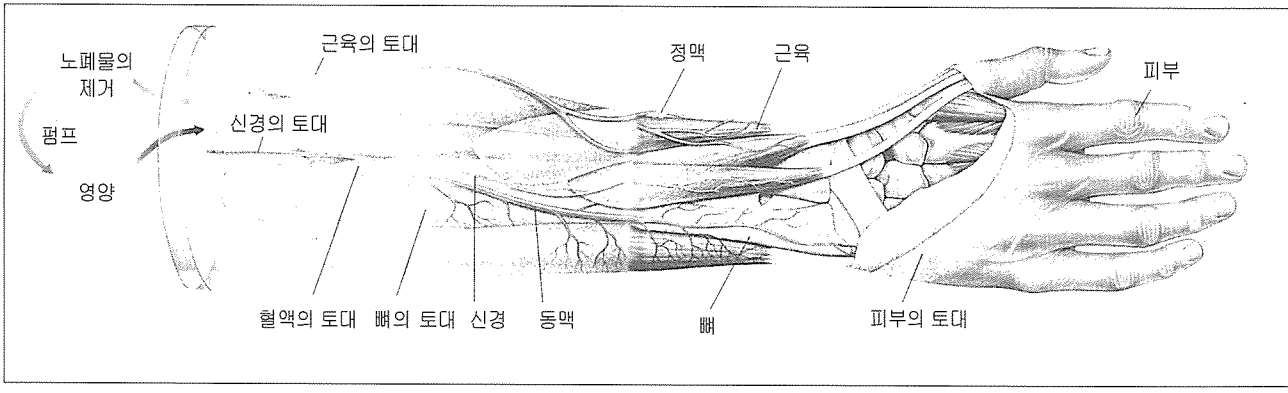
이러한 인공장기를 사용하기 위해서 누구에게 이식해도 면역계의 거부반응을 야기하지 않는 만능주개세포(universal donor cell)가 유전자공학에 의해서 만들어 질 것이다. 이러한 새로운 기술이 보편화 되기까지의 기간, 즉 과도기에는 다리 역할을 하는 일종의 연결 기술이 쓰이게 될 것이

다. 예를 들어 다른 동물로부터 장기를 이식하여 장기 부족을 보충하는 방법이 있다. 인간에게 장기 이식했을 때 면역적으로 문제가 없는 동물, 또는 면역적인 장애를 약물로 막을 수 있는 동물을 사육하는 방법들이 이미 검토되고 있다. 한편 마이크로일렉트로닉스의 기술을 인공장기의 개발에 도입함으로써 환자들의 치료에 획기적인 변화를 초래할 수 있을 것이다.

미국에서는 사고나 선천적 결손증, 암 등의 질환에 의해 매년 매우 많은 사람들이 조직이나 장기를 잃고 있다. 이러한 환자들의 치료법은 지난 20세기 후반에 출현했던 혁신적인 약품, 외과적 처리, 의료가기의 발달에 힘입어 크게 개선되었다. 시크로스포르린이나 FK506 등의 면역억제제에 의해 이식된 조직, 장기의 거부반응을 억제할 수 있다. 그러나 이러한 치료법이 완전한 것은 아니다. 예를 들어 인슐린 주사에 의한 당뇨병의 치료에서 이러한 문제에 부딪치게 된다. 인슐린 호르몬을 하루에 한번 또는 몇번 주사하면 당뇨병에 걸려 있어도 세포가 혈액으로부터 포도당을 받아들일 수 있게 된다.

당뇨병, 췌장기능 갖춘 장치로 해결
 그런데 인슐린의 적절한 처방량은 환자에 따라 하루에도 몇번씩 변하고 시간에 따라서도 변한다. 즉 혈당치를 건강한 상태를 유지시킬 수 있도록 조절할 수 있어야 하는데 정확하게 측정하지 못하는 경우가 있다. 즉, 실명이나 신기능 부전, 심장병 등 당뇨병의 합병증을 막을 수 있는 충분한 수단을 강구하지 못하는 경우도 있는 것이다.

바이오센서와 약물전달시스템의 개발에 따른 기술 혁신으로 인슐린 주사는 결국에는 시대에 뒤떨어진 치료법이 될는지 모른다. 많은 당뇨병 환자에서는 인슐린을 합성하는 췌장의 랑거한스섬의 조직이 파괴되어 병이 일어난다. 인슐린을 합성할 수 있으나 인체의 요구를 충족시키는 충분한 양을 만들 수 없는 당뇨병환자도 있다. 포도당을 항상 모니터링하고 이에 따라 적절한 인슐린량을 분비할 수 있는 췌장과 같은 작용을 하는 장치를 만들 수 있지 않을까, 이러한 장치는 체내에 이식해도 좋으며 체외에 장치해도 좋을 것이다. 플라스틱으로부터 조직을 만들어내는 연구도 진행되고 있다. 컴퓨터를 이용한 디자인법이나 화학공업



생분해성 폴리머의 토대
 새로운 조직이 형성되기 위한 주형으로서 폴리머의 토대를 만든다. 생분해성폴리머에 세포를 심으면 토대의 표면이 거의 모두가 덮어질때까지 세포는 분열, 집합을 계속한다. 최종적으로 폴리머는 분해하고 조직만이 남게된다(배율 좌로부터 200배, 500배, 1,000배)

기술을 이용하여 생체의 조직, 때로는 복잡한 장기를 모방한 교묘한 구조에 폴리머를 성형시켜 세포배양을 할 수 있는 토대로 한다. 다음에 이 폴리머의 토대를 세포접착 및 세포증식을 도와주는 물질로 처리하며 세포가 분열하고 집합하면서 폴리머는 분해되고 최종적으로는 밀착한 조직만 남게 된다. 이리하여 새로 만들어진 영구조직을 환자의 체내에 이식하면 된다. 코나 귀와 같이 복잡하고 개인의 모양에 맞추어서 만들어야 되는 경우에도 컴퓨터로 처리하여 토대가 되는 폴리머의 구조를 제작하고 이것에 연골세포를 주면 만들어지는 것이다. 유방을 절제한 환자에게 생분해성 폴리머상에서 육성시킨 완전히 자연적인 가슴을 복원시킬 수 있는 날도 눈앞에 다가오고 있는 것이다. 조직공학의 궁극적인 목표는 손이나 팔과 같은 인체의 복잡

한 부분까지도 만들어 내는 것이다. 이것들의 구조를 폴리머의 토대로 성형하는 것은 이미 가능하고 필요한 조직 타입의 대부분, 즉, 근육, 뼈, 연골, 건, 인대, 피부는 이미 배양해서 키울 수 있다. 조직을 성숙시킬 때까지의 사이에 영양공급이나 가스교환, 노폐물의 제거, 온도조절은 기계적 바이오리액터장치에서 일으키면 된다. 해결되지 않은 문제는 오직 신경조직의 재생이 일어나지 않는 것이다. 마이크로일렉트로닉스의 혁신적 기술을 활용하는 장치가 인공신경조직 대신에 사용될 수 있을 것이다. 예를 들어 눈에서 빛을 감수하는 부위, 즉, 망막의 장애로 시력을 상실한 사람에게 마이크로칩을 집어 넣으면 어느 정도 시각을 회복시킬 수 있을 것이다. 인공장기를 설계할 때 전자장치의 중요성은 이제까지와 마찬가지로 21C

에도 변하지 않을 것이다. 전자장치는 인공자궁을 조립할 때도 중요한 요소가 된다. 최근의 생명유지시스템이면 임신 24주의 미숙아도 키울 수 있으나 이보다 더 작은 미숙아는 키울 수 없다. 폐가 미성숙되어 공기를 흡입할 수 없기 때문이다. 그러나 체액을 가득 채운 무균상태의 인공자궁을 사용하면 이러한 미숙아의 생존율을 높일 수 있다. 이제까지의 인공호흡기보다 자궁 속의 환경을 보다 더 닮은 액체 호흡시스템이 개발되면 10년 이내에 더 작은 미숙아도 생명을 지속시킬 수 있을 것이다. 가스교환장치를 하고 액체의 유독 성분을 제거하는 여과장치를 장착한 인공자궁에는 정맥주사로 영양을 보급하고 미숙아는 제2의 탄생의 그날까지 인공자궁 속에서 정상적으로 발달하고 성장하게 될 것이다. <朴澤奎>