

맞춤형 인공장기 생산할 수 있을까?

암으로 인한 제거 수술, 사고로 인한 손상, 성인병 및 만성질환 등으로 인한 기능 쇠퇴. 살아가다 보면 몸속 인체 조직이나 장기를 새롭게 교체해야 할 필요가 생기는 일은 의외로 많다. 이런 일이 있을 때마다 지금까진 뇌사자, 사고 사망자 등의 장기를 이용해야 했다. 두 개를 가지고 있어 하나를 떼어내도 건강에 큰 문제가 없는 신장 등은 친인척 등으로부터 기증받는 일이 있긴 하지만 이도 쉬운 일은 아니다. 이런 까닭에 새로운 장기를 만들어 이식하는 일은 다가올 미래의료의 핵심이 될 것으로 기대된다.

■ 현재 가능성 큰 건 '이종장기' 분야



▲ 서울의대 바이오이종장기개발사업단이 세계 최초로 돼지 장기를 사람에게 이식하는 임상 연구를 지난해부터 진행하고 있다. 사업단 연구진은 임상에 앞서 돼지 각막을 원숭이에게 이식하는 전임상을 성공적으로 마쳤다. 사진은 원숭이를 대상으로 한 돼지 각막 이식수술 모습. 사진=메디칼업저버(www.monews.co.kr)

'사이언스타임스'에 따르면 현재 가장 빠르게 실용화될 것으로 기대되는 것은 동물의 장기를 활용하는 '이종(異種)장기' 분야다. 이 중 가장 인기 있는 건 돼지다. 돼지는 인간과 장기 형태가 흡사한 데다 새끼를 많이 낳는다. 사람이 키우는 방법, 질병관리 방법 등도 잘 알고 있어 관리하기가 편리하다. 드물게 '가장 인간과 흡사한 영장류를 이용해야 한다'는 주장도 있지만 가격이나 장기의 생산성(?) 등을 고려할 때 수많은 이종장기 연구자들이 돼지를 더 선호한다.

가장 큰 숙제는 '거부반응'을 없애는 일이다. 거부반응은 장기 이식의 가장 큰 숙제다.

거부반응은 크게 네 가지인데, 우선 가장 문제가 큰 '초급성거부반응'부터 해결해야 한다. 강력한 면역작용 때문에 장기를 다른 동물에 연결하는 그 순간부터 그 자리에서 괴사해 들어가는 것을 볼 수 있을 정도다.

이 산을 넘으면 '체액성 급성거부반응'이 기다린다. 수일 내에 생겨나는 경우가 많다. 그 다음은 온몸

의 혈관이 조금씩 막가지는 '혈관성 거부반응'이 발생한다. 보통 수개월 내에 일어난다. 마지막 네 번째로 전신에 걸쳐 조금씩 거부반응이 일어나는 '세포성거부반응'이나 '만성거부반응'도 있다. 이런 거부반응은 수년이 지난 다음에도 일어날 수 있다. 이런 거부반응을 제거하려면 돼지의 유전자를 편집해, 새로운 유전자를 가진 돼지를 만들어내야 한다.

이 네 단계의 거부반응 중 급성에 속하는 일부 유전자만 제거해도 당장 실용성이 생겨난다. 혈관성 거부반응이나 만성거부반응 등은 면역억제제 등을 이용해 어느 정도 통제할 여지가 있는 데다, 사람에 따라 차이도 크기 때문이다. 또 본래 면역반응의 영향을 크게 받지 않는 일부 조직은 급성 면역만 해결해도 사용이 가능하다. 따라서 연구자들도 이런 문제가 적은 각막, 췌도 등의 인체조직을 우선적으로 개발하고 있다. 최근 급성 거부반응의 원인인 '알파갈' 유전자를 제거한 돼지를 개발한 사례가 속속 늘어나고 있다.

유전자를 편집하려면 최근 인기가 큰 '유전자 가위' 등의 기술을 이용해야 하는데, 이 기술이 3세대 크리스퍼를 지나 4세대 '프라임 에디팅' 기술로 급속하게 발전하고 있어 점점 희망이 커지고 있다. 현재 다양한 분야에서 실험 성공사례가 나오고 있어 십수년 후엔 각막, 췌도 등 비교적 부작용이 적은 장기가 우선적으로 의료현장에 도입될 것으로 보인다. 그이후엔 점차 복잡한 조직으로 이식 가능한 장기가 늘어날 전망이다.

■ '공장'에서 인공장기 만드는 시대 올까?



▲ 서울의대 의생명특수자원동물센터에서 키우고 있는, 사람에게 각막·췌도를 제공할 무균 돼지들. 2년 정도 키워 체중이 70~110kg 정도 됐을 때가 이식에 적당하다. 사진=바이오이종장기개발사업단

이종 동물 장기이식은 발전 가능성이 크지만 결국 동물을 죽여 그 장기를 이용하는 것이라 윤리적인 문제, 기술적으로 거부반응을 완전히 다 해결하기는 어

려울 것이라는 지적, 수명이 긴 인간에게 돼지의 장기를 이식할 경우, 장기 자체의 수명이 인간에 미치지 못할 것이라는 지적 등이 자주 제기되고 있다.

이런 모든 문제를 완전히 해결할 수 있는 방법으로 환자의 몸에서 얻어낸 세포를 줄기세포로 바꾸고, 그 세포를 배양해 건강한 장기를 시험관 속에서 배양해 장기를 '생산' 하는 '세포 기반 인공장기' 기술도 급성장하고 있다.

꿈같은 이야기지만 과학의 발전으로 현실성이 부쩍 높아지고 있다. 방법은 크게 두 가지인데, 최근 주목받는 '오가노이드(organoid)' 연구를 응용하는 방법, 그리고 장기 세포를 인위적으로 쌓아 올려 인공장기로 만드는 '바이오 프린팅' 방법, 두 가지가 주로 연구되고 있다.

오가노이드란 실험용으로 배양하는 초소형 '장기 유사체'를 말한다. 줄기세포를 배양해 실험적으로 만들어 왔는데, 이렇게 만든 장 세포, 위 세포 등으로 만들어 보니 세포수가 점차 늘어나면서 자연스럽게 장기의 형태를 띠는 사실을 알아낸 것이다. 즉 줄기세포를 간세포로 만든 다음, 이것을 계속 배양했더니 실제 간과 비슷하게 성장하더라는 것이다. 일본 연구진은 이런 장기 세포를 실제 간에 주사한 결과, 혈관이 연결되면서 나빠진 간세포 대신 일을 하기 시작했다고 발표한 바 있다.

바이오 프린팅은 3D프린터로 배양해 낸 장기의 세포를 쌓아 올려 인체 조직처럼 만드는 기술이다. 이 경우 줄기세포 기술은 꼭 사용하지 않아도 된다. 예를 들어 췌장이 좋지 않은 환자에게서 뽑아낸 췌장세포 중 건강한 것만을 골라 인공배양을 한 다음, 그 세포를 3D프린터로 찍어 장기의 모습으로 만들면 인공장기로 쓸 수 있다는 이론이다.

바이오 프린팅 기술은 뼈나 인대, 장기의 형태를 유지하는 단단한 세포 구조체 등의 단단한 조직도 만들 수 있는데, 이렇게 만들어낸 틀에 오가노이드로 배양한 세포를 덧붙이면 수술에 필요한 인공장기를 실제로 생산할 수 있는 가능성도 생긴다.

이처럼 오가노이드 기술과 바이오 프린팅 기술의 장점만을 취합하는 것도 가능해 앞으로 연구의 진척도 점차 빨라져 약 10~15년 후에는 일부 인공장기가 실제로 의료시장에서 쓰이기 시작할 것으로 기대되고 있다.

scfootnankle.com

강현국 김상엽 발&발목 전문센터

Southern California Foot and Ankle Center

당뇨 신발
보험 적용 & 문의 환영

Medi-Cal
0세부터 20세까지

- 전문 발&발목 질환 진료과목 -

- 발 통증 (Plantar Fasciitis)
- 평발 (Flat Feet)
- 무지외반증 (Bunion)
- 작은발가락 기형 (Hammer toe)
- 당뇨병성 질환 (Diabetic Ulcer, Neuropathy)
- 내성 발톱질환 (Ingrown Toenail, Fungal Toenail)
- 신경종 (Neuroma)

- 발통풍 (Gout Attack)
- 발, 발목 골절 (Foot and Ankle Fracture)
- 사마귀 (Plantar Warts)
- 무좀 (Athlete's Foot)
- 아킬레스 건염 (Achilles Tendonitis)
- 발 성형수술 (Foot Plastic Surgery)
- 소아 안짱다리 교정 (Intoe gait)

★ 레이저 곰팡이 발톱 치료 Special ★

강현국
Hyun Kang DPM
University of California, Irvine BS
Medical Education: School of Podiatric Medicine at Barry University
Residency: Kendall Regional Medical Center, Trauma Surgery Center
Hospital Affiliation: La Palma Intercommunity Hospital, West Anaheim Medical Center

김상엽
Sang Kim DPM
University of California, Irvine BS
Medical Education: School of Arizona Podiatric Medicine at Midwestern University
Residency: Bridgeport Hospital Yale New Haven Health
Hospital Affiliation: La Palma Intercommunity Hospital, West Anaheim Medical Center

각종 보험 PPO, HMO, Medicare, 저렴한 Cash Plan

LA 월~금 9am-1pm / 2pm-6pm 토 9am-2pm
OC 월~금 9am-12pm / 1pm-5pm 토 9am-2pm

LA **213)352-1090**

520 S. Virgil Ave Suite 105
Los Angeles CA 90020

OC **714)735-8588**

5451 La Palma Ave, Suite 26
La Palma, CA 90623

FAX **562)249-8443**

TALK ID : scfoot
scfootnankle@gmail.com