

## 칩 속의 약국

## 마이크로 칩으로 약을 환부 직송

## 제3의 약품전달방법

종래에는 적절한 양의 약품을 정확한 표적까지 보낸다는 것은 여간 어려운 일이 아니었다. 알약을 먹으면 혈류(血流)에 도달하기 전에 소화기계통에서 많은 치료용 화합물이 분해된다. 주사 방법은 이를 피할 수는 있으나 비싸고 불편할 뿐 아니라 자기투약(自己投藥)이 어렵다. 더욱이 알약이건 주사이건 약의 농도에 변동을 가져와서 위험한 결과를 초래할 수 있다. 예컨대 인슐린의 양이 너무 많으면 당뇨병 환자를 죽일 수 있고 너무 적으면 혼수상태로 빠지게 만들 수도 있다.

미국 매사추세츠공대(MIT)의 로버트 랭거교수팀이 개발 중인 '마이크로칩형 약국'은 1천개의 미니 약 주머니를 가진 동전크기의 마이크로칩이다. 마마자국처럼 생긴 이 주머니는 하나 하나가 전원(電源)과 연결되어 있어 전기신호를 받으면 금으로 된 뚜껑이 열려 속에 들어있는 약품을 풀어놓는다. 이런 칩을 예컨대 통증이 있는 무릎 등 아픈 곳과 가까운 피부 밑에 집어넣으면 바로 필요한 곳에 항(抗) 염증제나

항 관절염제를 유도할 수 있다. 또는 마이크로칩을 직접 종양 속에 이식하면 이웃의 장기에 다치지 않고 악성세포에 많은 양의 독소를 보낼 수 있다.

랭거교수는 장차 이 '약국 칩'이 한가지 크기의 약을 모든 질병에 적용하는 오늘날의 의약치료법에 중지부를 찍을 수 있다고 내다보고 있다. 그는 프로그램이 가능한 이런 칩을 종래의 사회적인 평균치가 아니라 환자 개인의 필요에 따라 타이밍, 용량 및 약의 혼합을 조정하는 마이크로프로세서 및 센서와 연결할 계획이다.

이 센서는 환자의 건강을 24시간 감시하는 기능도 가질 수 있다. 의사들은 필요에 따라 무선을 통해 환자 피의 생화학적 기록을 내려받아 투약에 대한 반응을 평가하고 원격조종을 통해 치료를 조절할 수 있다.

실제로 랭거교수팀은 칩을 이용하여 주변 조직을 자극하지 않고 토끼 눈에 약을 전달하는데 성공했다. 쥐에 대한 비슷한 실험에서 '약국 칩'은 정확하게 제어된 용량의 약을 방출한다는 사실이 입증되었다. 이 기술을 상

업화하기 위해 창립된 매사추세츠주 케임브리지시 소재 마이크로칩사의 존 산티니사장은 2~3년 내에 임상실험에 들어가서 10년 내에 시판하게 될 것이라고 내다보고 있다.

## 근력을 가진 환약

한편 미국 오하이오주 소재 칩 Rx사의 마크 매도우사장팀은 근력을 가진 스마트 환약을 개발하고 있다. 성냥개비 크기의 어뢰모양을 한 이 장치는 중앙에 1개 또는 그 이상의 약 실을 갖고 있다. 랭거교수의 칩처럼 이 장치는 외과적으로 피부 바로 밑에 삽입하는데 약을 분비하는 방법은 다르다.

어뢰의 바깥쪽은 하이드로겔(물을 分散媒로 하는 겔)과 폴리머의 혼합물로 된 수천개의 미세한 가락지로 덮여 있다. 가락지 하나 하나가 생물의 근육처럼 전류로 자극을 받으면 수축하고 전압을 바꾸면 팽창한다. 이런 활약근(活約筋)은 약의 방출을 제어하는 랭거교수의 황금 뚜껑처럼 작동되 가락지는 훨씬 제어하기 쉽다.

매도우의 설계는 바이오센서로

**약을 복용하는 방법을 비롯하여 종래의 의학치료의 걸림돌을 제거하는 연구가 10년 내에 매듭을 지어 의료혁명시대의 새로운 지평을 열 수 있게 되었다. 현재 여러 곳에서 개발하고 있는 이른바 '마이크로칩형 약국'으로 불리는 이 혁신 기술은 마이크로칩을 이용하여 약을 효과적으로 방출하여 그 효용을 극대화하는 것이다.**

하이드로겔 가라지를 활성화시키는 생물학적 연결방법을 취하고 있다. 예컨대 당뇨병 환자용의 이식장치는 글루코스(포도당)에 반응하는 바이오센서를 갖는다. 충분히 많은 수의 글루코스 분자가 바이오센서에 걸리면 모양이 바뀌어 전류를 유발하고 근육이 오그라들면서 인슐린이 가득찬 약 실을 노출시킨다. 글루코스 수준이 정상으로 떨어지면 이 시스템이 폐쇄된다.

이 장치는 현재 명령에 따라 내용물을 비커에 방출하는 기본적인 타당성 실험을 하고 있다. 아직도 결과는 나오지 않았으나 바이에르와 파마시아 업존과 같은 거대 제약회사는 물론 프록터 앤드 갬블사도 관심을 보이고 있다. 미국 매릴랜드주 베데스다 소재 국립 일반의과학연구소의 앨리슨 콜국장은 이 기술은 종전에 없던 우아 및 정교성 수준을 끌어올릴 것으로 낙관하면서도 다른 약물전달 시스템이 당면하는 것과 같은 도전을 극복하지 않으면 안 될 것이라고 보고 있다.

무엇보다 어떤 이식장치이건 외부 침입물에 대한 몸의 자연스

런 방어기전과 싸워야 한다. 이를 위해 칩Rx사는 면역조직이 아무 반응없이 지나쳐 버리게 세포와 조직 표면을 닦은 설계를 개발하고 있다.

이 기업은 아직도 이런 위장(僞裝)을 실험하지 않았으나 비슷한 접근방법은 인공심장 밸브와 다른 장치에서도 성공을 거두고 있다.

랭거와 매도우는 이런 생물학적인 도전 외에도 엄청난 기술 및 법적인 걸림돌과 맞서고 있다. 복잡하면 그만큼 실패할 기회가 많아진다는 전제에서 랭거 교수팀은 고장의 위험을 최소한도로 줄이기 위해 움직이는 부품을 제거하면서 간소함을 추구하고 있다.

그러나 매도우는 인공근육이 움직이지 못하게 되는 경우 안전 밸브와 막힌 약 실을 뚫기 위해 펌프를 포함한 예비시스템을 개발하는 등 랭거 교수와는 상반된 접근책을 취하고 있다. 이 두 발명가가 당면할 최후의 약몽은 스마트 이식장치가 잘못 작동하여 치명적으로 지나치게 많은 용량을 분비하는 경우다. 이런 실패는 기술의 불신과 개발자의 파산

을 몰고 올 수 있기 때문이다.

스마트 이식장치는 앞으로 10여년간 또 다른 약물송달시스템의 도전을 받게 될 것으로 보인다. 여러 연구집단들이 당뇨병과 다른 질병을 치료하는 흡입용 약품 개발에 열을 올리고 있다.

최근 유럽에서는 피부암 치료용의 광 활성화 약품의 판매를 승인했다. 일부의 나노기술 낙관론자들은 혈류 속을 돌아다니면서 고장난 곳을 수리하는 마이크로로봇이 등장할 날도 멀지 않았다고 생각하고 있다. 일본 도호쿠대학의 이시야마 가즈시교수는 최근 핀 머리 크기의 자기적으로 제어할 수 있는 회전나사를 개발했다. 그는 이것을 더욱 소형화하여 장치, 혈관 속을 돌아다니면서 암 조직을 태워 버리거나 약을 송달하는 데 사용할 계획이다.

랭거교수는 약물송달기술 분야의 기술혁신을 통해 많은 시간을 소비하는 빈번한 검사와 함께 정확한 시간 간격을 두고 복용해야 하는 오늘날의 치료방법은 마침내 사라질 것이라고 확신하고 있다. ④7

(春堂人)