

O형 부모,

AB형 자녀

가능한거야?

어느 유전자 감식 회사의 문의게시판에 이런 글이 올라왔다. “남편과 저는 모두 O형입니다. 그런데 아기가 A형이에요. 아기는 남편과 똑같이 생겼습니다. 남편과 저의 혈액형은 모두 확실한 데 어떻게 이런 일이 있을 수 있는지요. 남편 몰래 유전자 검사를 받고 싶은데 남편의 머리카락만으로 가능한지요?”

상담게시판 담당자는 모근(毛根)이 달린 남편의 머리카락을 보내면 유전자 검사를 받을 수 있으니 전화 상담을 받으라는 답글을 남겼다. 남편과 똑같이 생겼으니 남편의 애일 가능성이 높다. 유전자는 거짓말을 하지 않으니까. 그런데 ‘거짓말 하지 않는 유전자’가 문제다. 엄마와 아빠가 모두 O형이면 아기도 O형이어야 하는 게 정상적인 중학교 과학교육을 받은 사람의 상식이지만 이 상식도 예외가 있다.

O형 부모 사이에서도 A형이나 B형 자녀가 태어날 수 있다. 부모의 어느 한쪽 혈액형이 ‘봄베이(Bombay) O형’ 인 경우다. 그리고 부모가 모두 봄베이 O형이라면 AB형 아기도 가능하다. 봄베이 O형은 처음 발견된 인도의 봄베이 지역을 따서 이름을 붙였다.

봄베이 혈액형을 이해하려면 중학교 생물 시간에 배운 ‘유전’을 잠깐 되새겨 보아야 한다. ‘유전자형’과 ‘표현형’이란 단어가 기억나는가? ABO 혈액형에서 A, B, AB, O형 혈액형은 표현형이다. O형은 누구에게나 피를 줄 수 있지만 O형 피만 수혈할 수 있다는 식의 혈액형의 상관관계는 익히 알고 있는 지식이다. 아무 혈액이나 수혈 받지 못하는 이유는 원래 갖고 있던 혈액과 수혈한 혈액이 엉기기 때문이다.

혈액이 섞였을 때 엉기거나 엉기지 않는 것은 무엇이 결정할까? 먼저 혈액의 구성성분을 살펴보자. 혈액을 가만히 두면 혈구와 혈청으로 분리되는데, 혈구는 적혈구와 백혈구 같은 고체성분이고 혈청은 맑은 노란색 액체다. 혈구는 항원(응집원)으로, 혈청은 항체(응집소)로 작용해 둘이 맞으면 엉기는 것이다.

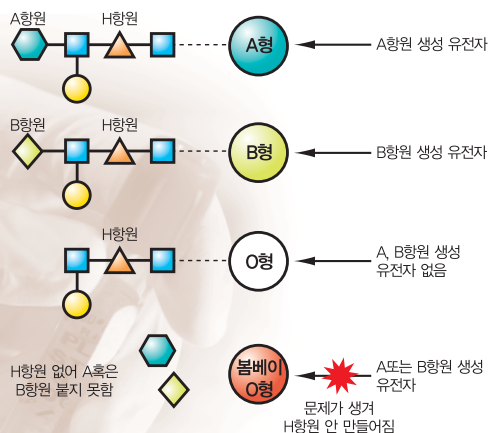
A형 혈액의 적혈구에는 A라는 항원이, B형 적혈구에는 B라는 항원이 있다. AB형 적혈구에는 A, B 항원이 모두 있으며, O형 적혈구에는 A, B 항원이 없다. 한편 A형 혈청에는 anti-B 응집소가 있어 B형 적혈구가 들어오면 엉긴다. B형 혈청에는 anti-A 응집소가 있어 A형 적혈구가 들어오면 엉긴다. O형 혈청에는 anti-A, anti-B 응집소가 모두 존재해서 A형 적혈구, B형 적혈구 모두 엉긴다. AB형 혈청에는 응집소가 없으니 엉기지 않는다.

여기서 잠깐 A형 환자에게 O형 혈액을 수혈할 때, 넣어주는 O형 혈청이 A형 환자의 적혈구와 만나 엉기지 않을까 하는 의문을 제기하는 사람이 있을지 모른다. 맞다. 하지만 수혈하는 O형 혈청은 환자 몸속의 전체 혈액에 비하면 적은 양이기 때문에 혈액에 섞이면 희석되어 큰 문제가 되지 않는다. 그래서 병원에서는 큰 사고로 대량의 혈액이 필요할 때 가급적 같은 혈액형의 혈액을 수혈한다.

그렇다면 봄베이 O형이란 무엇일까? 봄베이 O형은 분명히 A형 또는 B형 '유전자'를 갖고 있지만 적혈구에는 A형 또는 B형 '항원'이 없는 경우다. 그래서 어떤 응집소와도 엉기지 않는다. 따라서 유전자형은 A 또는 B형이지만 표현형은 O형이 되는 것이다.

이게 무슨 말일까? H, A, B 항원의 구조를 살펴보면 A, B 항원은 H 항원이 먼저 만들어진 뒤 A, B 항원이 붙어있는 것을 알 수 있다. 봄베이 O형은 어떤 이유에서 H항원이 만들어지지 않아 다음에 만들어져야 할 A항원이나 B항원이 만들어지지 않은 것이다.

A항원 또는 B항원을 만드는 유전자가 있으니 자식에게 유전자는 그대로 전달되어 '중학교 지식'으로는 있을 수 없는 O형 둘이 만나 A형, B형, AB형이 태어나는 것이다. 앞서 소개한 문외지나 남편의 유전자 검사를 해보면 둘 중 하나 이상이 봄베이 O형으로 나타날 것이다.



우리나라에는 봄베이 O형 외에도 여러 가지 희귀혈액형이 있다. 전체 인구의 0.4퍼센트를 차지하는 비교적 풍부한(?) Rh형은 ABO식 혈액형과는 별도로 Rh항원의 유무에 따라 구분하는 혈액형 판별법이다. 대부분의 사람들은 Rh항원이 있는 Rh+형이다. ABO와 별도로 구분하는 것이기에 Rh-형은 혈액형을 'A, Rh-' 라는 식으로 표기한다.

cis-AB형은 A, B 항원을 만드는 유전자가 염색체 하나에 동시에 들어가 있는 경우다. 예를 들어 AB형과 O형이 만나면 A형 혹은 B형이 나오지만, cis-AB형인 경우 AB형 혹은 O형으로 나온다. 이 외에도 -D-(바디바)혈액형, Duffy(a)-(더피 에이 음성) 혈액형, 밀텐버거 혈액형 등이 있다.

최근 Rh-형 혈액을 구한다는 방송자막이 드문 까닭은 Rh- 혈액형이 늘어서가 아니라 'Rh 음성봉사회'가 활발히 활동하면서 필요한 혈액을 비교적 원활히 공급하고 있기 때문이다. 오히려 헌혈하는 사람이 적어 '희귀혈액형'보다 '일반적인 혈액'이 부족하다는 것이 문제일 것이다.

인류 역사상 최초로 사람에게 수혈을 한 것은 1667년이지만, 혈액형은 1901년에야 규명되어 혈액형에 따른 수혈이 가능하게 됐다. 사람이든 동물이든 여러 종류의 혈액형이 있어서 수혈할 때마다 구별해야 하는 것은 불편하게 느껴진다. 조물주는 어떤 이유로 자연선택에 불리하게 작용할 이런 '불편'을 숨겨두었을까? [KBS1](#)



모양과 색을  
내 맘대로~~

식물   
디자인!

파란장미는 없다. 현재 시장에 나온 파란장미는 백장미에 색소를 올려 만든 가짜다. 수많은 육종학자들이 파란장미의 꿈을 품고 도전했지만 모조리 실패했다. 장미에는 파란색소를 만드는 유전자가 아예 존재하지 않기 때문이다. 오죽하면 파란장미의 꽃말이 '불가능' 일까.

'파란장미' 처럼 원래 자연에 없는 식물을 새롭게 탄생시키는 연구 분야를 '식물 분자 생체 디자인' (Plant Molecular Bidesign)이라 한다. 한마디로 식물을 우리가 원하는 대로 디자인 하겠다는 것이다. 다소 황당하게 생각되는 이 연구에는 두 가지 중요한 요소가 있다. 첫째는 식물의 모양이고, 둘째는 식물의 색이다. 식물의 모양과 색을 어떻게 바꿀 수 있다는 말인가?



먼저 식물의 모양을 바꾸려는 시도부터 살펴보자. 식물의 모양을 디자인할 때 가장 기본이 되는 기관은 잎이다. 단풍나무, 은행나무, 야자수가 어떻게 생겼는지 상상해 보자. 다른 무엇보다 잎 모양이 떠오를 것이다. 식물의 전체 모양은 잎이 결정한다고 해도 과언이 아니다. 또 꽃잎은 잎이 변형된 기관이다. 결국 잎 모양과 발생 분화 과정을 이해하면 식물 전체의 모양을 바꿀 수 있다는 말이다.

동아대학교 분자생명공학부 김경태 교수팀은 애기장대 연구를 통해서 ROT3 유전자는 잎의 길이에, AN 유전자는 잎의 폭에 영향을 미친다는 사실을 알아냈다. 이 외에도 잎의 좌우를 대칭되게 하는 유전자, 윗면과 아랫면을 다르게 하는 유전자 등을 찾아 원하는 대로 조절할 수 있게 되면, 식물의 모양은 얼마든지 바꿀 수 있을 것으로 보인다. 실제로 이스라엘의 한 연구팀은 잎의 좌우대칭에 관여하는 유전자를 조작해 토마토의 잎을 파슬리 잎처럼 만드는 데 성공했다.

꽃 모양도 디자인할 수 있다. 꽃 모양에 대한 가장 고전적인 연구는 미국 캘리포니아공대 메이에로비츠 교수팀이 제안한 ABC 모델이다. 이 모델은 A 클래스, B 클래스, C 클래스에 해당하는 유전자의 조합에 의해 꽃을 이루는 꽃받침, 꽃잎, 암술, 수술이 결정된다는 이론이다. 예를 들어 A 클래스 유전자만 단독으로 발현되면 꽃받침만 있는 꽃이 되고, C 클래스가 없으면 꽃받침, 꽃잎, 암술, 수술이 모두 꽃잎으로 변한다. 이 모델을 이용하면 꽃 모양을 다양하게 바꿀 수 있다.

식물의 색을 디자인하는 연구는 화훼 분야에서 특히 많이 이뤄지고 있다. 대표적인 것이 육종학자들의 오랜 꿈인 파란장미다. 장미에는 DHK라는 물질을 파란색 색소인 델피니딘으로 바꿔주는 유전자, 즉 '블루 진' (Blue gene)이 전혀 없다. 그러나 호주 플로리진 연구팀은 페튜니아와 제비꽃과의 풀 팬지 등에서 블루 진을 추출해 장미에 적용해 왔고 2004년에 드디어 푸른 장미를 만드는데 성공했다. 그러나 당시 만든 장미는 '파란장미'라고 하기엔 부족했다. 파란색이 아니라 연보라색에 가까웠기 때문이다. 연구팀은 더 선명한 파란색의 장미를 만들기 위해 후속연구를 진행 중이며 빠르면 올해 내로 파란장미를 시판 할 예정이다. 파란장미가 다음 목표는 '검은 장미'라고 한다.

사실 식물 디자인은 유전공학의 한 분야라고 볼 수 있다. 다만 기존 유전공학이 새로운 물질을 만들어내는 일에 초점을 두었다면 식물 디자인은 창의력과 미적 감각을 더해 새로운 모양을 창조하는 일에 초점을 둔다.

앞으로 식물의 모양과 색을 자유자재로 바꿀 수 있게 된다면 어떤 세상이 펼쳐질까. 모자 모양의 잎을 만들어 쓰고 다니거나 여름철 하루 입을 시원한 잎 셔츠를 만들고, 하트 모양의 꽃잎을 가진 장미로 사랑을 고백하는 것도 가능해진다. 더 나아가 식물의 잎을 편평하게 만들고 형형색색으로 물들여 벽지처럼 사용한다면 매우 아름답고 자연친화적인 인테리어를 할 수도 있을 것이다. [KISTI](#)

