

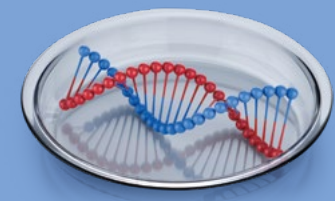
다. 특히 손바닥이 건조해지지 않도록 신경 써야 합니다. 손바닥이 건조할 땐 글리세린과 같은 보습제가 도움이 될 수 있습니다. 그러나 피부를 관리한다는 핑계로 화장품과 의약품을 지나치게 사용하는 것은 결코 바람직하지 않습니다. 피부는 자연적인 회복 기능을 가지고 있기 때문입니다. 인간의 몸은 현대 과학으로도 설명하기가 쉽지 않지만, 지금 이 순간에도 생존에 유리한 방향으로 끊임없이 진화하고 있습니다.

Chapter 1. 몸속에서

Q

6

DNA는  
어떻게 후세에 정보를  
전달하나요?



A



이덕환 교수가 답하다

DNA는 생물의 유전 정보를 담고 있는 유전물질인 ‘데옥시리보핵산 (deoxyribonucleic acid)’입니다. DNA 덕분에 자식이 부모로부터 유전 형질을 물려받고 부모의 외모, 성격, 취향 등을 닮게 되죠. 또 인간의 몸속에서는 다양한 생리 현상이 일어납니다. 이를 관리하는 단백질이 존재하는데, DNA에 이런 단백질을 만드는 정보가 담겨 있습니다. 그래서 DNA를 생명에 관한 모든 정보를 담고 있다는 뜻으로 ‘생명의 책’이라고도 부릅니다.

DNA의 화학적 구조는 매우 독특합니다. 우선 데옥시리보스라는 당과, 음료수에 많이 들어 있는 인산 이온( $PO_4^{3-}$ )이 반복적으로 연결된 뉴클레오타이드 사슬이 있습니다. 그리고 이 사슬 2개는 염기라고 부르는 분자들에 의해 단단히 연결된 상태로 꼬여 있습니다. 정확히는 오른나사 방향으로 감겨있죠. 마치 사다리 2개를 꼬아놓은 모습입니다. 실제 DNA를 구성하는 두 가닥의 뉴클레오타이드는 아주 단단하게 연결돼 있고, 구조적으

로 안정합니다. 바깥쪽에서는 사다리의 발판에 해당하는 염기를 들여다 볼 수도 없을 정도입니다.

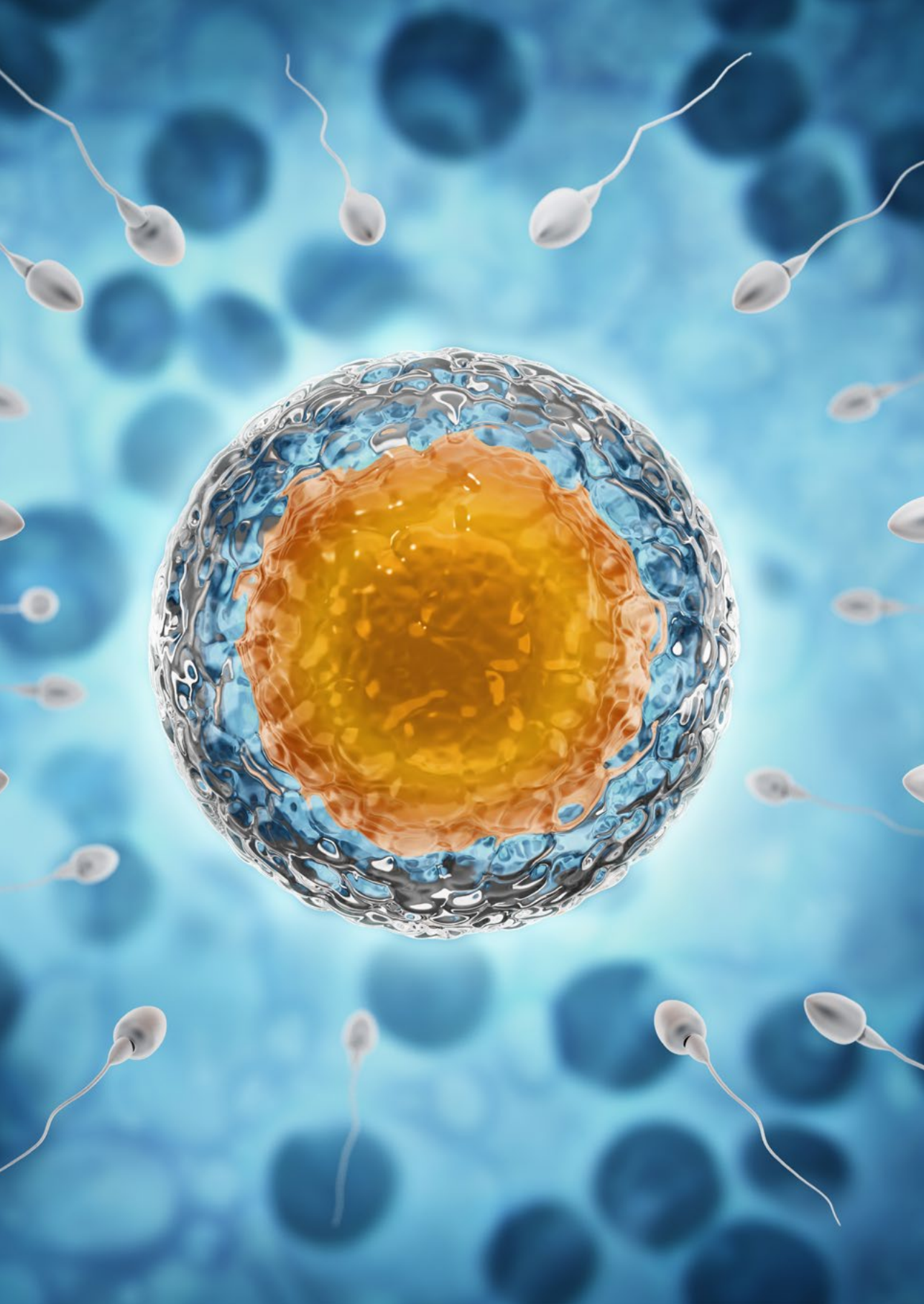
이런 DNA 이중 나선 구조는 1953년 영국 케임브리지대 케번디시 연구소에서 함께 연구하던 제임스 왓슨과 프랜시스 크릭이 처음으로 밝혔습니다. 이 둘은 DNA 구조를 밝힌 공로를 인정받아 1962년 노벨생리의학상을 받았습니다.

### 인간 유전체 32억 8900만 개, 유전자는 2만 개

지구상에 사는 모든 생물은 이런 DNA를 가지고 있습니다. 하나만 있는 게 아닙니다. 세포마다 한 묶음의 DNA가 들어 있죠. DNA는 현미경으로 관찰할 수 있는 크기인데, 평소에는 국수 가락처럼 풀어져 있어서 보기 힘들습니다. DNA는 세포가 2개로 분열할 때 덩어리로 뭉쳐집니다. 분열하기 직전 세포에 염료를 넣으면 현미경으로도 DNA 덩어리의 모습을 볼 수가 있습니다. 이 DNA 덩어리를 바로 ‘염색체(chromosome)’라고 부릅니다.

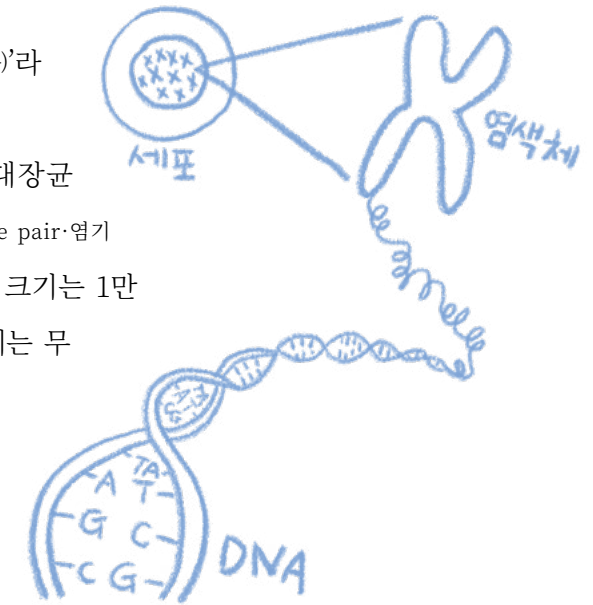
인간의 염색체는 2개씩 짝을 짓고 있으며, 세포마다 총 23쌍 존재합니다. 염색체를 한 줄로 쪽 이어 연결하면 그 길이가 무려 1.8m나 되죠. 23쌍 중 한 쌍은 성염색체로서 성별을 결정하는 데 관여합니다. X염색체만 2개가 쌍을 이루면 여성, X염색체 하나와 Y염색체 하나가 쌍을 이루고 있으면 남성입니다.

우리 몸속에는 체세포가 약 37조 2000억 개 있습니다. 체세포의 핵에는 모두 똑같은 염색체가 들어 있습니다. 부모에게 각각 반씩 물려받은 염색체입니다. 한편 생식 과정의 결과 세포 속 미토콘드리아에는 어머니에게서 물려받은 염색체만 들어 있습니다. 염색체를 구성하는 DNA의 염기 서



열을 모두 합쳐서 ‘유전체(genome·게놈)’라고 합니다.

유전체의 크기는 다양합니다. 대장균의 유전체는 약463만 9675bp(base pair·염기 쌍), 인간의 미토콘드리아 유전체의 크기는 1만 6569bp입니다. 인간의 전체 유전체는 무려 32억 8900만 bp입니다. 만약 인간의 유전체를 종이에 인쇄하려면 한 장에 5000자씩, 60만 장이 필요한 셈입니다. 식물은 인간보다 훨씬 더 큰 유전체를 가



지고 있습니다. 가령 일본 희귀 꽃인 ‘파리스 자포니카(*Paris japonica*)’의 유전체 크기는 무려 1500억 bp입니다. 물론 유전체가 크다고 더 뛰어난 생물이라고 할 수는 없습니다.

유전체 중에서 단백질 합성에 필요한 정보에 해당하는 부분을 ‘유전자(gene)’라고 합니다. 현재 인간의 유전체에서 확인된 유전자는 2만 개 정도입니다. 유전체에서 유전자 외에 다른 부분의 역할은 아직 분명하게 밝혀진 바가 없습니다.

#### A-T-G-C... 단백질 만드는 DNA 정보 코드

DNA가 소중한 유전 정보를 담고 있는 책이라면 뉴클레오타이드는 책 속에 담겨 있는 정보가 훼손되지 않도록 보호해주는 책 표지입니다. 인산, 데옥시리보스, 염기 등 3가지로 이뤄져 있죠. 뉴클레오타이드 사슬들

은 염기들의 수소결합으로 서로 연결돼 있습니다. 그중 DNA의 유전 정보는 아데닌(A·Adenine)과 티민(T·Thymine), 구아닌(G·Guanine)과 사이토신(C·Cytosine) 이렇게 4종류 염기로 표현됩니다. 사다리의 발판에 알파벳을 써놓았다고 생각하면 이해하기 쉽습니다. 이 4가지 염기는 두 뉴클레오타이드를 단단히 연결하면서 유전 정보를 표현합니다. 이때 A는 반드시 T와 결합하고, G는 반드시 C와 결합합니다. 뉴클레오타이드에 연결된 염기를 순서대로 나열한 것을 ‘염기 서열’이라고 합니다.

DNA의 유전 정보는 몸을 구성하고 생명활동에 필요한 단백질을 적재적소에 만들기 위한 정보를 담고 있습니다. 염기 서열에 따라 여러 종류의 단백질이 만들어지죠. 즉, 단백질을 구성하는 아미노산의 연결 순서는 DNA의 염기 서열에 따라 달라집니다.

그래서 염기 서열이 바뀌는 돌연변이가 일어나면 단백질을 구성하는 아미노산에 문제가 생겨 몸속 생리작용에 문제가 발생합니다. 암과 같은 치명적인 질병이 발생할 수도 있습니다.

한편 A, T, G, C 4종류의 염기에서 알파벳 3개를 골라 묶은 것을 ‘코돈’이라고 합니다. 코돈은 마치 알파벳을 나열해서 단어를 만드는 것과 같은 방식입니다. 즉, 4개의 알파벳을 3개씩 나열하면 총  $64(=4^3)$  종류의 코돈을 만들 수 있습니다. 코돈은 아미노산을 나타내는 암호입니다. 가령 GAA, GAG가 감칠맛을 내는 글루탐산(MSG)을 뜻하고, GCU, GCC, GCA, GCG는 알라닌을 뜻합니다. 단어를 나열해서 문장을 만들 듯, 코돈을 나열하면 단백질을 합성하는 암호가 만들어집니다.

단백질 합성은 리보솜이라는 세포 기관에서 진행됩니다. 몸에 필요한 단백질을 만들려면 누군가 DNA 유전 정보를 ‘해석’한 뒤, 단백질을 만드는 곳에 ‘전달’해야 합니다. 이 역할을 바로 RNA가 합니다. RNA는 리보

핵산(Ribonucleic Acid)의 약자이고, 리보핵산은 리보스라는 당 분자에, 인산과 염기가 붙은 구조입니다.

## DNA를 후손에게 전달하는 2가지 방법

생물의 유전 정보는 DNA를 통해서만 후손에게 전달됩니다. DNA를 후손에게 남기는 방식에는 단성 생식과 유성 생식이 있습니다. 단성 생식을 하는 대표적인 생물은 세균입니다. 세균은 DNA를 통째로 복사합니다. 부모와 자식이 완전히 똑같아지죠. DNA의 이중 나선을 묶어주는 염기들 사이의 수소결합이 끊어지면, 동시에 양쪽 뉴클레오타이드 가닥에 서로 보완적인 새로운 가닥이 다시 만들어집니다. 완전하게 닮은 DNA 두 개가 만들어지고, 그중 하나가 새로운 생명체로 탄생합니다.

그런가 하면 사람처럼 유성 생식을 하는 경우는 훨씬 복잡한 과정을 거칩니다. 우선 유전체가 절반으로 줄어드는 감수 분열이 일어나고, 이때 생식 세포가 만들어집니다. 암컷은 난자가, 수컷은 정자가 만들어지겠죠. 난자와 정자가 수정되면 감수 분열로 줄었던 DNA가 다시 온전한 DNA로 완성되면서 마침내 후손이 탄생합니다. 유성 생식으로 탄생한 후손은 부모의 유전 정보를 절반씩 물려받았기 때문에 자식이 부모를 닮기도 하고, 닮지 않기도 합니다.

이는 유성 생식의 가장 중요한 특징이기도 합니다. 환경이 안정적일 때는 부모를 닮은 자식이 적응하기 쉽지만, 환경이 급격하게 변화할 때는 부모를 닮지 않은 자식에게도 기회가 생기게 됩니다. 유성 생식으로 환경 변화에 대응하는 능력이 강화되는 셈입니다. 다세포 생물 대부분이 유성 생식의 길을 선택한 것도 이런 이유입니다.

Chapter 1. 몸속에서



7

음식에 대한  
알레르기는  
왜 생기나요?



물론 유성 생식이 무조건 좋은 것만은 아닙니다. 유성 생식을 하는 경우는 암컷과 수컷이 모두 더 나은 짝을 찾기 위해 엄청나게 많은 에너지를 소비하게 됩니다. 실제로 자연 생태계에서는 짝을 차지하기 위해 목숨을 걸고 싸우는 일은 심심치 않게 벌어지죠. 자신의 유전자를 퍼뜨리기 위해 어린 새끼를 의도적으로 죽여 버리는 일도 있습니다. 자연에서의 삶은 만만치 않습니다.