

세포 속 첩보 영화 - 단백질 합성 과정

이 현진
(대학교 1학년)

첩보 영화처럼 단백질 합성에도 암호 코드로 정보가 오간다는 사실을 알고 있나요?

- **핵 : 비밀 정보국** 세포 속 핵은 비밀 정보국입니다. 모든 유전정보가 담긴 DNA를 보관하는 요새이죠. mRNA(messenger RNA)는 전령 역할의 RNA로서, 마치 영화 속 첩보 요원처럼 핵 속 정보를 안전하게 가져와 리보솜에 전달해주어야 하는 임무를 갖고 있습니다. DNA는 A, G, C, T라는 4종류 염기로 암호화된 두 가닥의 정보 덩어리입니다. 단백질을 이루는 아미노산은 20종류나 되는데, 어떻게 단 4가지 염기만으로 단백질 합성에 필요한 모든 정보를 담을 수 있을까요? 이는 바로 3개의 염기가 한 조가 되어 하나의 아미노산을 나타내는 DNA의 암호체계 덕분입니다. 4개의 염기만으로 4x4x4, 총 64종류의 암호를 만들 수 있으니 20종류의 아미노산을 다루기엔 충분하죠.

- **전사 : mRNA 첩보요원이 출발하기까지** 앞서 전령 역할 mRNA가 마치 첩보요원처럼 자신의 임무에 필요한 정보만 DNA에서 복사해 나온다고 설명했었죠? '개시-신장-종결'단계로 구성된 이 과정을 '전사'라고 하는데, RNA 중합효소의 도움이 필요합니다. DNA의 한 시작 부분에 RNA 중합효소가 결합함으로써 전사의 개시 단계가 시작됩니다. DNA 두 가닥 사이 결합을 끊는 것이 바로 이 RNA 중합효소의 임무입니다. 풀어진 가닥 중 한 가닥을 선택해 전사하기 시작하는데, 이 신장 단계에서 DNA의 정보와 상보적인 염기로 구성된 첩보요원 mRNA를 합성합니다. 이렇게 RNA 중합효소의 도움으로 mRNA라는 첩보요원이 완성된 셈입니다. mRNA 역시 DNA와 마찬가지로 3개의 염기가 한 조가 되어 하나의 아미노산을 나타내는 암호체계를 유지하지만, DNA와는 상보적인 염기로 구성되어 있습니다. 마지막으로 RNA 중합효소가 DNA로부터 분리되는 종결 단계가 보이면, 전사 과정이 끝났음을 알 수 있습니다.

- **번역 : 단백질 합성 기계장치 속 임무** 이제 mRNA는 핵 밖으로 나가 리보솜으로 갑니다. 리보솜은 mRNA의 염기로 된 암호를 해석할 수 있는 단백질 합성 기계장치 같은 존재입니다. mRNA

가 가져온 유전정보에 따라 폴리펩타이드, 즉 단백질을 합성하는 과정을 '번역'이라고 합니다. 전령 역할의 mRNA(messenger RNA)뿐만 아니라 tRNA(transfer RNA)라는 운반 역할의 RNA도 관여하는 과정이죠. mRNA가 가져온 정보들을 해석한 뒤 알맞은 아미노산 조각들을 tRNA가 운반해 와서 단백질을 만드는 것입니다. 마치 이 번역 작전을 위해 mRNA와 tRNA들이 첩보요원들처럼 리보솜 속에서 접선하고 움직이는 것처럼 보이지 않나요? 좀 더 자세히 '개시-신장-종결'단계로 번역 과정을 살펴봅시다. mRNA와 첫 번째 tRNA가 리보솜에 결합하며 합성을 준비하는 개시 단계, 첫 번째 tRNA가 첫 번째 아미노산 메싸이오닌을 리보솜으로 운반해 왔습니다. 그리고 신장 단계는 두 번째 tRNA가 새 아미노산을 운반해 와 결합하는 순간부터 바로 시작됩니다. (그림④참고) tRNA는 mRNA와 상보적인 염기를 대응시킬 수 있는 알맞은 아미노산을 데려오는데, 상보적인 염기끼리 만나 tRNA와 mRNA가 결합하면 tRNA들이 가져온 아미노산들끼리도 차례로 결합하게 됩니다. (그림⑤참고) 새 tRNA가 들어오면 기존에 먼저 들어와 있던 tRNA들을 한 칸씩 옆으로 밀어내기 때문에, 마치 리보솜 기계장치가 가동되어 mRNA를 따라 이동하면서 단백질을 합성하는 것처럼 보입니다. (그림⑥참고) 한 칸씩 밀려 리보솜 밖으로 떨어져 나간 tRNA는 또다시 새로운 아미노산을 운반해오며 이 과정을 계속 반복하고, 폴리펩타이드의 길이는 점점 길어지는 것입니다. 마지막으로 종결 단계는 어떻게 이루어질까요? 만약 mRNA에서 UAA, UAG, UGA 중 하나의 암호가 등장해 번역할 차례가 온다면, tRNA는 더 이상 아미노산을 운반해오지 않습니다. 상보적인 염기로 암호를 구성했을 때 대응되는 아미노산이 없기 때문이죠. 이렇게 번역의 종결 단계에 이르면, 무사히 임무를 완수한 mRNA와 tRNA가 분리되고 리보솜이 해체되면서 완성된 폴리펩타이드 사슬이 밖으로 모습을 드러냅니다. 이 폴리펩타이드 사슬은 곧 단백질이 된답니다.

<번역 과정 ④, ⑤, ⑥> 지금까지 DNA의 유전 정보로부터 단백질이 합성되기까지의 과정을 살펴보았습니다. 암호를 통해 정보를 주고받고 각자의 임무를 다하는 세포 세계의 이야기가 몹시 흥미롭지 않나요? *

*참고자료 · EBS 수능특강 과학탐구영역 생명과학 2 (EBS 저 / 한국교육방송공사 / 2020)