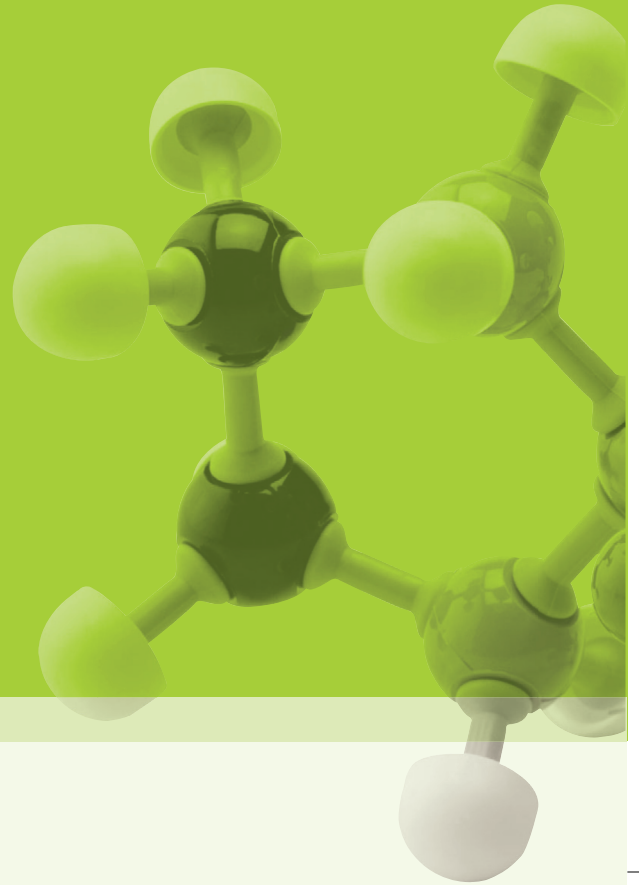


I 세포와 세포분열

- 01 세포
- 02 세포분열



단원안내

크기가 작은 세균부터 사람, 고래 등에 이르기까지 생물체는 세포라는 기본단위로 이루어져있으며, 세포는 생명체의 구조 기능적 기본단위를 구성한다. 또한 세포는 분열하여 세포수가 늘게 되는데 이는 생물체의 수를 늘리거나 크기를 크게하기도 한다.

1. 세포

- 01. 생명의 특성
- 02. 세포의 구조
- 03. 원형질 분리

갈릴레이가 렌즈의 원리를 이용하여 망원경을 발명한 이래, 인간이 우주에 대해 인지할 수 있는 영역이 급속도로 증가한 것처럼 레이우엔훅은 현미경을 통해 그 이전 사람들이 볼 수 없었던 미세한 세계를 세상에 소개하였으며 보이지 않는 세계에 대한 탐험을 시작할 수 있게 하였다. 이후 전자현미경의 발달은 생물에 대한 이해를 폭발적으로 증가시켰고 생명 현상의 기본 단위가 되는 세포에 대한 이해 또한 높였다.

이 장에서는 전체적인 생명의 특성을 알아보고 생물학 연구의 기본인 현미경을 이용하여 세포를 관찰하고 세포가 나타내는 생명현상에 대하여 알아보자.

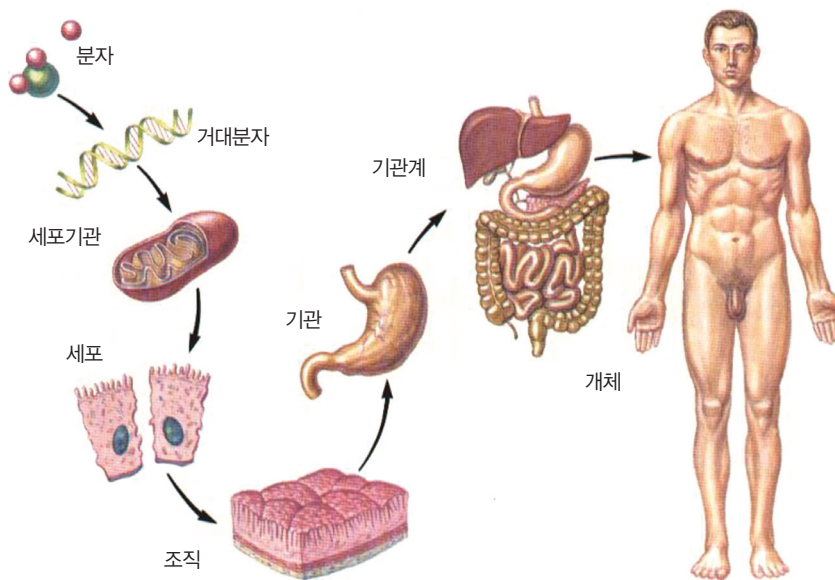
01

생명의 특성

학·습·목·표

- 생명의 특성을 논리적으로 설명할 수 있다.
- 생명체의 구조 기능상의 기본단위는 세포임을 설명할 수 있다.

생명체를 정의하기는 쉽지 않다. 학자들 사이에도 다양한 의견이 있지만 생명체의 가장 큰 특징 중의 하나는 생명체의 구조와 기능을 위한 기본단위가 세포라는 점일 것이다. 모든 생명체는 세포라는 최소구성단위로 조직화되어 있다. 비슷한 기능을 가진 세포들이 모여서 조직을 이루며, 조직은 다시 기관계와 같이 복잡하지만 정교하고 조화로우며 체계적인 단계를 거쳐 한 생명체를 이룬다. 이처럼 하위 단계의 구성성분이 모여서 상위 단계를 구성해 나가는 생명체는 각 단계마다 새로운 특성이 출현한다. 이처럼 생명체는 매우 복잡하지만 그래도 세포라는 기본적인 구조들이 체계적으로 조직화되어 이루어졌다는 것은 분명하다.



〈그림 1-1〉 생명체는 세포를 최소구성단위로 조직화 되어있다

두 번째, 생명의 특성은 생명체 내에서는 쉽 없이 물질의 분해와 합성이 일어나고 있다는 점이다. 물질대사는 바로 이와 같이 생명을 유지하는데 필요한 물질을 합성하는 동화작용이나 이를 분해하는 이화작용과 같은 생명체 내에서 일어나는 수천 종류의 화학반응을 말한다. 살아있는 생물은 동화작용과 이화작용 같은 물질대사를 통해 에너지를 얻으며 환경과 상호작용한다.

세 번째, 생명체는 자신과 닮은 후손을 만들어낼 능력이 있고 이와 같은 생식을 통해 자신의 유전정보인 DNA를 후손에게 전해준다. 즉 생식과 유전을 한다. 세균이나 아메바와 같은 단세포 생물들은 무성생식을 통해, 다세포 생물은 유성생식을 통해 자신의 유전자를 후손에게 물려준다.

네 번째, 생명체는 자극에 반응할 수 있다. 빛, 온도, 중력, 소리, 접촉 등의 변화는 생명체가 반응하는 주요한 자극이다. 이런 자극에 반응하기 위하여 생명체는 이들 자극을 감지해낼 수 있는 감각기관이 필요하다. 또한 생명체는 외부자극에 대해 체내환경을 항상 일정하게 유지하려는 성질을 갖고 있는데 이를 항상성이라고 한다. 항상성을 유지하기 위해 생명체는 신경계나 호르몬 조절 등과 같은 장치가 발달되어 있다.

다섯 번째, 생명체는 환경에 적응하며 진화한다. 생명체가 변이를 수반한 후



〈그림 1-2〉 생명체는 자신과 닮은 자손을 만들어낼 능력이 있다



〈그림 1-3〉 생물체는 자극에 반응한다

손을 만들어낸다는 것은 생명체의 주요 특성 중의 하나이다. 변이가 만들어지기 때문에 생명체는 오랜 세월이 지나는 동안 자신이 처한 환경에 보다 더 잘 적응한 생명체를 탄생시킬 수 있다. 공업암화 현상으로 알려진 후추나방은 환경에 대한 적응의 좋은 예이다. 또한 지금 현재 지상에 존재하는 수 많은 다양한 생명체는 원시 생명체가 탄생한 직후 공통조상으로부터 오랜 시간 동안 다양한 환경에 적응하여 진화한 결과이기도 하다.

여섯 번째, 생명체는 발생과 생장을 한다. 생명체는 물질대사로부터 얻어지는 에너지를 이용하여 물질을 환경으로 내보내는 것 보다 더 많은 것을 받아들여 그 자신의 구조를 만드는데 이용한다. 이런 종류의 활동을 생장이라고 한다. 특히 다세포 생명체는 세포분열을 통해 세포수를 늘리는 방법으로 생장하며, 하나의 수정란이 난황을 거쳐 세포분열을 지속하면서 기관을 형성하고 개체를 이루는 발생을 거쳐 하나의 완전한 생명체로 발생한다.

분명한 것은 이런 생명의 특성은 또한 세포의 활동에 근거한다는 점이다. 즉, 세포는 생명 유지에 필요한 모든 활동을 수행하는 가장 낮은 단계이다. 가령 세포분열을 통해 새로운 세포를 만들어내는 것은 단세포 생물에 있어서는 생식의 기초가 되고 다세포 생물에 있어서는 생장과 치유를 의미한다. 또한 커피 잔을 들어 커피를 마시는 행동은 신경세포와 근육세포의 활동에 기인하며 이때 느끼는 맛도 역시 신경세포와 뇌세포의 활동과 밀접한 관련이 있다. 그러므로 세포를 아는 것은 생명체를 아는 기초가 된다고 할 것이다.

토론하기

살아있다는 것은 무엇을 의미할까? 사람이나 나무는 살아있지만 컴퓨터 바이러스나 오토바이는 명확히 살아있는 생명체라고 할 수 없을 것이다. 살아있다는 것과 그렇지 않은 것을 명확히 구별할 수 있는지 토론해 보고 만약 나눌 수 있다면 이들을 구별하는 근본 특징이 과연 무엇인지 생각해 보자.

02

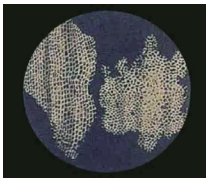
세포의 구조

학·습·목·표

- 현미경 각 부분의 명칭을 알고 그 기능을 설명할 수 있다.
- 마이크로미터를 이용하여 세포와 세포소기관의 크기를 측정할 수 있다.
- 동·식물 세포의 프레파라트를 제작하고 현미경을 사용하여 관찰할 수 있다.



〈그림 1-4〉 레이우엔훅의 현미경 유리를 녹여 만든 렌즈를 고정하여 미생물을 관찰하였다.



〈그림 1-5〉 훅이 관찰한 코르크의 세포벽

❖ 세포설

1883년 슈반(Schwann, T.)은 모든 식물은 세포로 구성되어 있다는 쉐리덴의 생각을 한 층 더 발전시킨 세포설을 통해 모든 생명체는 세포를 바탕으로 한다고 주장했다.

1670년대 네덜란드의 레이우엔훅(Leeuwenhoek, A., 1602~1680)은 갈릴레이가 망원경을 만든 렌즈의 원리를 이용하여 아주 간단한 현미경을 만들었다. 자신이 만든 현미경으로 연못의 물을 관찰하던 그는 작은 물방울 속에서 그 자신이 'Wee beasties'라고 불렀던 작은 생명체가 가득한 것을 발견했다.

현미경이 없었다면 우리는 미세세계에 대한 것을 인지하지 못했을 것이며 생물학 또한 발달하지 못했을 것이다. 과학기술이 크게 발전함에 따라 현미경의 기술 또한 급속히 발전하였고 현재 전자현미경으로 원자수준까지 관찰하는 것이 가능해졌다.

토론하기

현재 인간의 과학 문명은 인지 능력이 따라가기 어려운 정도의 속도로 급속히 발전하고 있다. 이렇게 될 수 있었던 이유 중 하나는 그 이전까지 인지하지 못했던 신호를 받아들이고 또 그것을 우리가 알 수 있는 신호로 바꾸어 주는 새로운 도구를 계속 만들어 냈기 때문이다. 사람의 눈은 가시광선의 영역을 받아들여 이를 뇌에서 시각이라는 정보로 바꾸어준다. 전자현미경은 가시광선이 아니라 전자빔을 사용하여 이미지를 얻는다. 전자현미경보다 해상도가 더 높은 현미경을 개발할 수 있을까? 만약 현재 개발되어 있다면 어떤 원리를 이용한 것일지 토론해 보자.

영국의 훅(Hook, R.)은 자신이 만든 현미경을 사용하여 코르크 조각을 잘라 관찰하였다. 그는 코르크 조각이 마치 죄수를 가두는 감옥(cell)과 같은 작은 구조물들로 이루어진 것을 발견하고 cellulae, 즉 작은방이라고 불렀다. 사실 그가 발견한 것은 세포를 둘러싼 세포벽뿐이었지만, 그 후 이어지는 생물학적 발견으로 모든 생물이 세포로 이루어져 있고 세포가 모든 생물의 구조적, 기능

적 기본 단위임이 밝혀졌다.

세포의 관찰을 통해 우리는 세포의 구조와 기능, 행동, 진화에 대한 이해를 할 수 있을 것이다. 이는 또한 직간접적으로 생명에 대한 신비를 풀 수 있는

탐구 활동 1

현미경 사용법

현미경은 아주 기초적이면서 생물학 연구에 필수적이다. 이번 실험을 통해 올바른 현미경 사용법을 익히고 또한 현미경으로 확대한 물체의 실제 길이가 어떻게 되는지 마이크로로미터를 사용하여 구해보자.

준비물

- 재료: 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 이멀전 오일, 렌즈 페이퍼, 영구 프레파라트, 신문지, 마이크로미터(접안, 대물)

방법 및 절차

실험1) 현미경 사용법

- (1) 현미경을 운반할 때는 한 손은 경주를 잡고, 다른 한 손은 경각을 받쳐 현미경에 있는 부품, 렌즈가 떨어지거나 빠지지 않도록 안전하게 운반한다.
- (2) 현미경을 되도록 실험대 안쪽의 관찰하기 편한 위치에 조심스럽게 놓는다.
- (3) 대물렌즈 교환기를 돌리면 각 배율에 해당되는 렌즈에서 찰칵 소리가 난다. 처음 현미경 관찰을 시작할 때는 저배율의 렌즈를 사용한다.
- (4) 전원을 켜고, 조리개를 최대로 열어서 광선이 많이 들어오도록 한다.
- (5) 재물대 위의 클립을 벌리고 프레파라트를 올려놓는다.
- (6) 옆에서 보면서 조동나사를 사용하여 재물대를 최대한 위로 올린다.
- (7) 접안렌즈를 통해 들여 다 보며 조동나사로 재물대를 서서히 내리면서 초점을 맞춘다. 미세한 초점 조절은 미동나사를 사용한다.
- (8) 빛의 양을 조리개로 조절하여 선명한 상이 맺히도록 한다.
- (9) 대물렌즈 교환기를 돌려서 원하는 배율로 관찰한다. 배율이 바뀌면 조리개로 빛의 양을 다시 조절해야 좋은 상을 관찰할 수 있다.
- (10) 1000배로 관찰할 때는 이멀전 오일을 떨어뜨리고 관찰한다.

❖ 빛의 양 조절

살아 있는 세포는 어떻게 관찰하는 것이 좋다.

❖ 반사경이 있는 현미경
접안렌즈를 보며 두 손으로 반사경을 광원이 있는 방향으로 움직여 접안렌즈의 시야가 밝도록 조정한다.

❖ 미동나사

미동나사는 한 방향으로 2.5회전만 가능하므로 기본적으로 조동나사를 사용하여 초점을 맞추고 미동나사는 최종적으로 정확한 초점을 맞출 경우에 사용한다.

❖ 렌즈 세척

미세한 흠집이 발생하지 않도록 지정된 세척액과 페이퍼를 사용하여 닦는다.

❖ 작동거리

초점이 맞은 상태에서의 대물렌즈와 프레파라트 사이의 거리

❖ 영구프레파라트의 제작
오래 보존하기 위해 물 대신 매니큐어나 카나다 발삼을 사용하여 프레파라트를 제작한다.



〈그림 1-6〉 조동나사 조절과 이멀전 오일 떨어뜨리기

- (11) 1000배로 관찰한 후에는 반드시 대물렌즈를 기름이 묻어 나오지 않을 때까지 한 방향으로 두 세 차례 렌즈페이퍼로 닦는다.
- (12) 관찰이 끝나면 조동나사를 돌려서 재물대와 경통사이의 간격을 벌린 후 프레파라트를 빼고 재물대에 묻은 먼지나 물기 등을 닦아낸다.
- (13) 대물렌즈 교환기를 돌려서 가장 저배율 렌즈가 경통과 일치하도록 맞춘 후 램프를 끄고 원위치에 갖다 놓는다.

실험2) 신문지 글씨의 관찰

신문지에서 글자가 있는 부분을 5 mm×5 mm 정도로 오린 후 받침 유리 위에 놓고 신문지 조각 위에 물을 한 방울 떨어뜨린 후 덮개 유리를 덮는다. 거름종이를 이용하여 덮개 유리 옆의 물을 닦아낸다. 현미경 시야에 나타난 모양을 그려보고, 상하 좌우로 움직이면서 관찰한다.

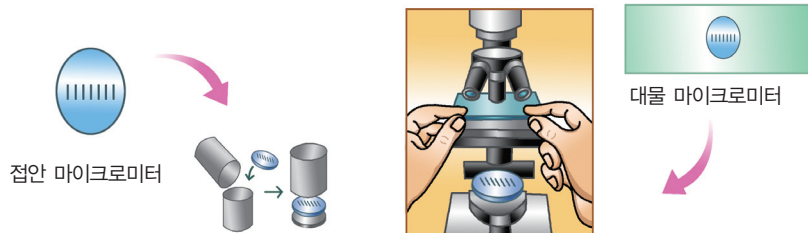
실험3) 영구 프레파라트 관찰

영구 프레파라트(화분, 양파세포, 기공세포 등)를 재물대 위에 올려놓고 100배 400배, 1000배로 관찰하는 연습을 해본다.

※1000배로 관찰 할 때는 이멀전 오일을 덮개 유리 위에 떨어뜨린 후 관찰한다. 또한, 관찰 후에는 반드시 렌즈페이퍼로 렌즈를 닦고 덮개 유리 위의 오일도 닦아준다.

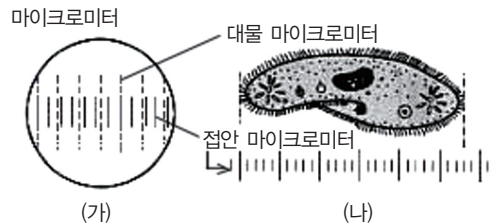
실험4) 마이크로미터를 이용한 세포의 크기 측정

- (1) 접안 마이크로미터를 접안렌즈에 끼우고 대물 마이크로미터를 재물대 위에 놓는다.



〈그림 1-7〉 마이크로미터 장착

- (2) 현미경 배율을 100배로 하고 접안렌즈를 돌려 두 마이크로미터 눈금이 평행이 되도록 조절하고 아래 그림과 같이 두 마이크로미터의 눈금이 겹쳐지는 부분을 찾아 그 사이의 눈금 수를 센다.



〈그림 1-8〉 마이크로미터를 이용한 크기 측정

- (3) 접안 마이크로미터 한 눈금의 크기를 계산한다.

$$\text{접안 마이크로미터 한 눈금의 크기} = \frac{\text{대물 마이크로미터 눈금수}}{\text{접안 마이크로미터 눈금수}} \times 10 \mu\text{m}$$

- (4) 대물 마이크로미터 대신 영구 프레파라트를 재물대에 놓은 다음 보고자 하는 세포크기를 재어 기록한다.

결과 및 논의

- (1) 관찰한 내용을 스케치 하시오.

- (2) 마이크로미터를 이용한 세포의 크기 측정

- 1) 배율에 따른 접안 마이크로미터 한 눈금의 크기는 얼마인가?
- 2) 영구 프레파라트 세포의 크기는 얼마인가?

	화 분	양파세포	기 공
1 회			
2 회			
3 회			
4 회			
평균			

- (3) 조리개를 움직일 때 재물대의 구멍을 통해 들어오는 빛의 양은 어떻게 달라지는가? 조리개의 기능은 무엇인가?

❖ 대물 마이크로미터

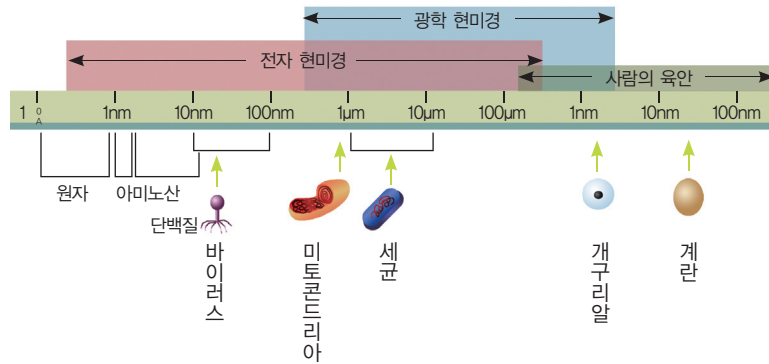
대물 마이크로미터는 슬라이드글라스와 같은 크기의 유리판에 10 μm 길이의 눈금을 새겨 넣은 것으로 슬라이드글라스와 혼용하지 않는다.

❖ 현미경 관찰 시 주의사항

미생물 관찰 시 덮개 유리를 사용하지 않으며, 고배율 관찰 시에는 이물질오일을 사용한다.

❖ 광학현미경

광학현미경은 투과시킨 빛을 관찰하느냐 또는 반사된 빛을 보는가에 따라 일반현미경과 해부현미경으로 나눌 수 있다. 해부현미경은 실체현미경이라고도 한다.



〈그림 1-9〉 현미경 해상도의 범위

- (4) 현미경의 해상도는 배율에 따라 어떻게 달라지는가? 또 이물질 오일을 사용할 경우 해상도가 어떻게 변하는지 설명하시오.
- (5) 현미경으로 시료를 관찰할 때 필터를 이용하여 적색광을 청색광으로 바꾸어 준다면 해상도의 변화가 있을까? 변화가 있다면 왜 그런지를 설명하시오.
- (6) 광학현미경에는 일반현미경과 해부현미경(실체현미경)이 있다. 이 둘의 차이는 무엇인지, 또 어떤 것을 관찰할 때 무슨 현미경을 써야 될지에 대해 생각해 보시오.
- (7) 어떤 세포를 100배로 관찰할 때 가장 긴 쪽의 길이가 접안 마이크로미터로 4눈금이었다. 똑같은 세포를 400배로 관찰한다면 긴 쪽이 접안 마이크로미터의 몇 눈금이 될 것인지 계산하시오.
- (8) 위상차현미경, DIC현미경, 형광현미경의 원리를 조사하고 어떤 것을 관찰할 때 적합할 지에 대하여 서술하시오.

탐구 활동 2

세포의 구조 관찰

동물세포와 식물세포는 어떻게 다를까? 현미경을 통해 식물세포와 동물세포를 관찰하고 그들이 가지는 공통점과 차이점을 알아보자.

준비물

- 재료: 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 이멀전 오일, 렌즈페이퍼, 스포이트, 메틸렌블루, 아세트산 카민, 면도칼, 이쑤시개, 증류수, 여과지, 핀셋, 양파

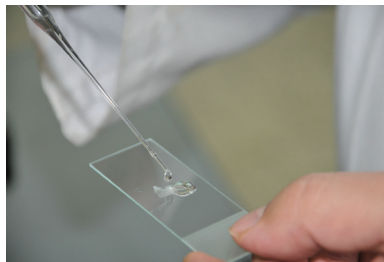


방법 및 절차

〈그림 1-10〉 세포와 구조 관찰 준비물

실험1) 양파의 표피 세포 관찰

- (1) 양파의 안쪽 표피(비늘잎)에 면도날로 가로세로 4~5 mm 가량의 정사각형을 만들어 핀셋으로 벗겨 낸다. 이를 받침 유리 위에 놓고 물을 한 방울 떨어뜨린다.



〈그림 1-11〉 양파 표피 세포 관찰

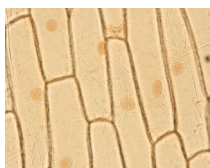
- (2) 기포가 생기지 않도록 덮개 유리를 덮어 살짝 눌러 준 후 거름종이로 물기를 제거한 후 관찰한다.
- (3) 아세트 올세인이나 아세트산 카민과 같은 염색약을 커버의 한쪽에 떨어뜨린 후 여분의 염색액을 거름종이로 제거한 후 관찰한다. 또한 메틸렌블루로도 염색해 관찰한다. 저배율로 관찰을 시작하며 이멀전 오일을 떨어뜨리고 1000배까지 관찰해 본다.

❖ 염색 시 주의사항

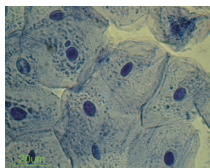
5분정도 염색을 시키며, 염색액이 너무 많이 들어간 경우 반대편에 물을 떨어뜨리고 거름종이로 여분의 물과 염색액을 씻어낸 후 관찰한다.

❖ 이쑤시개 사용 시 주의 사항

입안의 상처가 두렵다면 이쑤시개 대신 면봉을 이용해 여러 번 긁어낸 후 면봉을 받침 유리 위에 바르고 프레파라트를 제작해도 좋다.



〈그림 1-12〉 양파 세포(×400)



〈그림 1-13〉 구강 상피세포 (×1000)

실험2) 구강 상피세포 관찰

- (1) 입안을 물로 헹군 후 이쑤시개를 이용하여 볼의 안쪽 면을 가볍게 긁어 받침 유리 위에 바르고, 그 위에 메틸렌블루 용액을 한 방울 떨어뜨린다.
- (2) 양파세포와 같이 덮개 유리를 덮고 거름종이를 이용하여 여분의 용액을 제거한 후 저배율부터 관찰하고, 고배율로 관찰한다. 또한 아세트산 카민으로도 염색한 후 관찰해 보자.

결과 및 논의

- (1) 현미경 시야에 나타난 양파세포와 구강상피세포를 그리시오.
- (2) 양파세포나 구강상피세포를 메틸렌블루로 염색했을 때와 아세트카민으로 염색했을 때 차이가 있었는가? 있었다면 어떤 차이였는지 설명하시오.
- (3) 현미경으로 관찰한 결과를 점묘화로 그리는 까닭은 무엇 때문일까?
- (4) 양파 비늘잎의 안쪽 표피세포를 관찰하는 까닭은 무엇 때문일까? 실제로 양파 비늘잎의 안쪽 표피세포와 바깥쪽 표피세포, 가운데의 유조직을 관찰해 보고 그 까닭을 쓰시오.
- (5) 인은 전자현미경적 구조일까? 아니면 현미경으로 관찰 가능한 구조물일까?
- (6) 구강상피세포 관찰시 구강세포 안에 파랗게 염색된 막대형의 구조물을 발견하였는가? 발견하였다면 그것이 무엇인지 알아보자.
- (7) 양파의 표피세포나 구강 상피세포와 달리 쉽게 세포층을 벗길 수 없는 조직의 세포를 관찰하려면 어떻게 해야 할지 생각해 보시오.

기본 단서를 제공해 줄 것이다.

1) 분해능

현미경의 해상도는 분해능(resolving power)으로 나타낼 수 있으며 분해능에 의한 분해거리가 작을수록 해상도는 높다. 분해능이란 어느 한계선에 이르기까지 두 개의 작은 물체가 여전히 두 개의 물체로 분리되어 보이는가를 측정하는 것을 말한다. 가령 현미경의 분해거리가 $0.2\ \mu\text{m}$ 라고 한다면 이 현미경으로 $0.2\ \mu\text{m}$ 떨어져 있는 두 개의 물체를 서로 다른 것으로 분리하여 볼 수 있다는 것이다. 아베(Abbe)의 법칙에 따라 분해거리 $= \frac{0.61\lambda}{n \times \sin\alpha}$ 로 나타낼 수 있다. 여기서 λ 는 빛의 파장을 말하며, n 은 덮개 유리나 대물렌즈 사이의 매개물질로 굴절률(refractive index)을 의미한다. 공기는 1의 값을 가지며, 이몰전 오일(immersion oil)의 경우 1.56의 값을 갖는다. α 는 렌즈의 광축(optical axis)과 대물렌즈로 들어가는 빛 중 가장 바깥 광선으로 이뤄진 각도를 말한다. $N \times \sin\alpha$ 를 NA(numeral aperture : 개구수)라고 부르며, 모든 대물렌즈는 고유한 개구수를 가지며 그 수는 대물렌즈의 옆면에 표시되어 있다. 분해거리는 빛의 파장이 짧을수록, NA가 클수록 작은 값을 가지며 이럴 경우 해상도는 증가한다. 일반적으로 사람 눈의 분해거리는 $0.2\ \text{mm}$, 광학현미경은 $0.25\ \mu\text{m}$, 전자현미경은 $0.3\ \text{nm}$ 이다.

2) 원핵세포와 진핵세포

세포는 모두 세포막에 의해 둘러싸여 있지만 세포막으로 싸인 세포질 안에 막으로 둘러싸인 핵의 유무에 따라 원핵세포와 진핵세포로 나뉜다. 박테리아나 고세균 등은 DNA가 막으로 둘러싸여 분리되어 있지 않기 때문에 원핵세포에 해당하며, 유전물질이 세포질에 흩어져 있다. 진핵세포는 유전물질이 핵막으로 둘러싸인 핵을 가지고 있으며, 세포질에는 미토콘드리아, 리소좀, 소포체, 골지체, 엽록체 등과 같은 세포소기관이 있다. 미토콘드리아는 자체 DNA와 리보솜을 가지며, 세포내 에너지 생산 공장으로 화학삼투적 농도 구배에 의해 ATP를 생성한다. 엽록체는 이중막으로 되어 있고, 자체 DNA를 가지며 빛 에너지를 이용해 화학에너지원을 만들어 낸다. 동물, 식물, 균류, 그리고 원생생물들은 모두 진핵세포로 이루어진 진핵생물에 속한다.

❖ 세포 소기관의 구조와 기능

- 퍼옥시좀
간과 신장의 세포에 특히 많이 존재하며, 담즙산과 콜레스테롤 합성이나 지방산 산화에 관여한다. 산화효소나 카탈레이스를 가지고 있다.

- 글리옥시좀
식물의 경우 지방산을 당으로 전환하므로 발아 종자에 중요한 기관이다.

- 리소좀
약산성에 최적 pH를 가지는 가수분해효소를 가지고 있어 세포내 소화나 세포자살과 관련이 있다. 리소좀 내 대사에 관련된 효소가 부족할 때는 저장병을 일으킨다.

- 액포
약산성을 띠며, 노폐물의 저장과 분해를 담당한다. 꽃잎이 색을 나타내는 것은 액포에 색소가 함유되어 있기 때문이다.

- 소포체
핵의 외막부터 세포막까지 연결되어 있는 막 구조물로 단백질과 지질 합성이 일어나며 세포질로부터 Ca^{2+} 를 저장하는 역할을 한다.

- 골지체
막성분과 분비물질을 저장하거나 분비한다. B cell 중 형질세포와 같이 특정 물질을 분비해야 하는 세포에서 잘 발달되어 있다.

- 세포골격
진핵세포만 가지고 있는 특징으로 세포내 근육과 골격의 기능을 한다. 종류는 미세소관, 미세섬유, 중간섬유가 있다.

〈표 I-1〉 원핵생물과 진핵생물의 비교

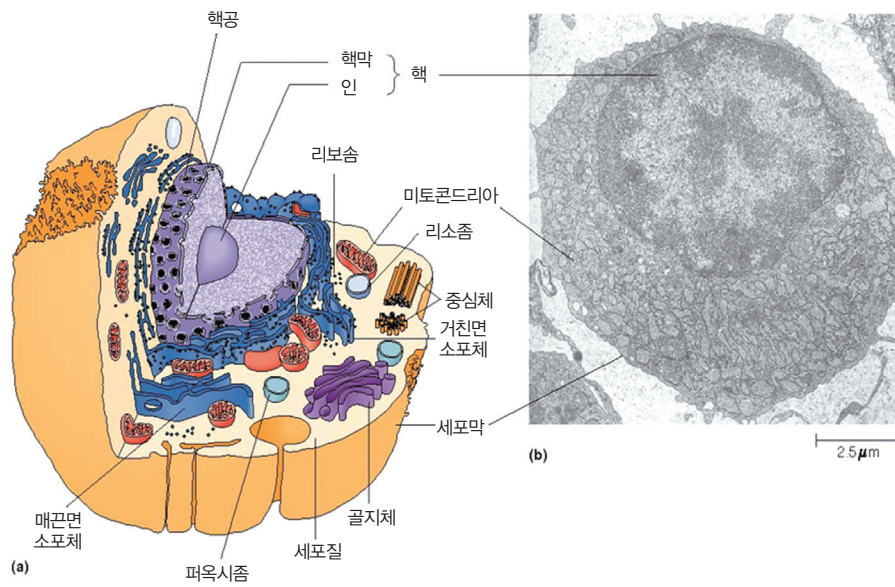
특징	원핵	진핵
크기	~ μm size	$10^{-2} \sim 10^{-1}$ mm size
핵막	없음	있음
세포소기관	없음	있음
미세소관, 미세섬유, 중간섬유	없음	있음
내포, 외포작용	없음	있음
세포분열	무사분열	유사분열(체세포 분열, 감수분열)
유전물질의 구조	DNA, 1개의 원형염색체, 단백질은 거의 없음	DNA와 결합한 히스톤, 하나이상의 선형염색체
RNA 프로세싱	조금	많음
리보솜	70S ; 3RNA분자 +55단백질분자	80S ; 4RNA분자 +약 78단백질분자
스테롤 성분	대부분 존재 x	세포막에 존재
세포벽	펩티도글리칸 등 복잡한 화학 구성	화학적 단순 중합체 균류 : 키틴, 식물 : 셀룰로오스

3) 동물세포와 식물세포의 구조적 차이

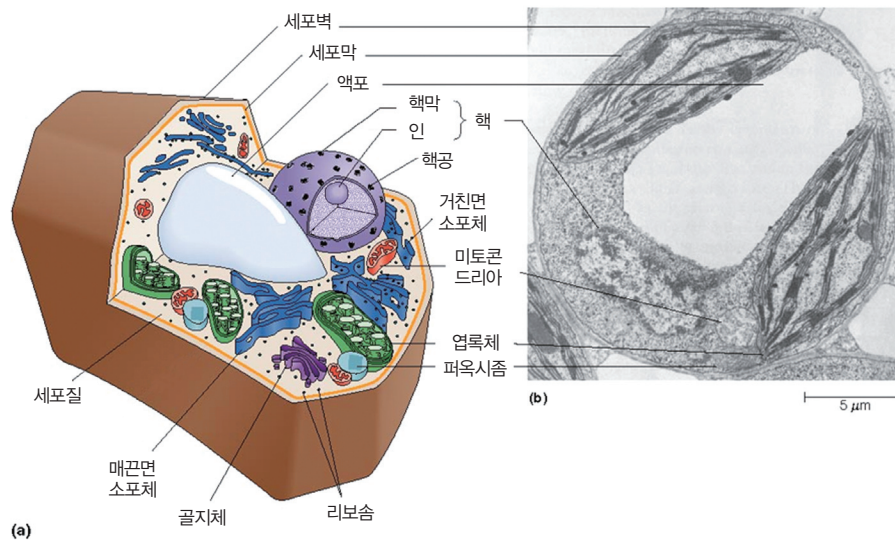
식물세포를 관찰할 때 엽록체는 엽록소라는 녹색의 색소를 가지고 있어 관찰이 용이하다. 그러나 핵과 같은 기관들은 세포질과 대비되지 않아 관찰이 용이하지 않다. 이러한 기관들에 특별히 염색이 잘되는 물질을 이용하여 염색하면 세포질과 대비되어 원하는 세포내 소기관을 뚜렷이 관찰할 수 있다. 예를 들어 메틸렌블루는 푸른색을 띠는 염기성 용액으로 핵 속의 음전하를 띠는 DNA에 주로 달라붙게 되므로 핵을 염색하기 위해 많이 사용한다.

〈표 I-2〉 동물세포와 식물세포의 비교

세포 소기관	동물세포	식물세포
세포벽	없음	있음
색소체(엽록체)	없음	있음
액포	잘 발달되지 않음	잘 발달됨
글리옥시좀	없음	있음
중심체	있음	없음
세포질 중간섬유	잘 발달됨	잘 발달되지 않음



〈그림 I-14〉 동물세포



〈그림 I-15〉 식물세포

토론하기

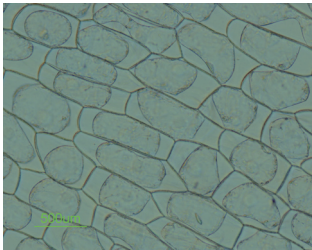
진핵생물의 미토콘드리아나 엽록체는 적어도 두 개의 막을 가지고 있다. 진화적인 측면에서 살펴봤을 때 이 두 개의 막이 지니는 의미가 무엇일지 토론해 보자.

03

원형질 분리

학·습·목·표

- 세포막을 통한 물질의 출입을 설명할 수 있다.
- 식물세포에서 일어나는 원형질 분리 현상을 삼투 현상으로 설명할 수 있다.



〈그림 1-16〉 양파세포 원형질 분리(×400)

세포가 생명활동을 유지하기 위해서는 환경과 세포 사이의 막을 통한 물질이동이 반드시 필요하다. 세포는 영양분을 외부로부터 얻어야 하며, 노폐물 등은 세포 밖으로 내보내져야 한다. 또한 무기이온들은 세포막을 통해 안이나 밖으로 이동할 수 있어야 한다. 모든 세포들은 다양한 물질들에 대해 세포 안 밖의 농도를 일정하게 유지하려고 하며, 이런 과정 중 다양한 생명 현상이 나타난다.

살아있는 세포에서는 에너지를 사용하여 물질이동이 이루어지기도 하고, 에너지 없이 세포막을 통해 물질이 이동하기도 한다.

토론하기

세포막이 가져야 하는 특성에 대해 토론해 보자. 또 세포막으로 적합한 물질은 어떤 것들이어야 할지에 대해서도 생각해 보자.

식물세포는 골지체에 의해 수송된 후 세포막을 통해 분비된 물질로 구성된 세포벽으로 둘러싸여 있다. 세포벽은 식물세포를 지지하는 중요한 역할을 하지만 물질 이동에 관해서는 세포막과 달리 전투성을 보인다. 세포막의 구성성분인 인지질 이중층은 물에 대해서는 투과성을 보이지만 용질과 이온들은 잘 통과시키지 않는다. 이러한 특성으로 고장액이나 저장액에 세포를 넣으면 세포에서 물이 빠져나와 줄어들거나 물을 흡수하여 부풀어 오르는 현상을 보인다. 고장액에 세포를 넣으면 식물세포에서는 동물세포와 달리 세포에서 물이 빠지는 과정에서 특이한 현상이 나타난다.

이번 실험에서는 농도가 다른 용액에 식물세포를 넣었을 때 어떤 현상이 일어나는지 관찰하고 이와 같은 현상이 일어나는 원리에 대해 알아보자.

탐구 활동 3

식물의 원형질 분리현상

준비물

- 재료: 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 비이커, 면도칼, 스포이트, 여과지, 핀셋, 양파, 다양한 농도의 설탕용액

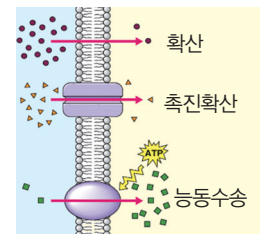
방법 및 절차

- (1) 5%, 10%, 15%, 20%의 4가지 농도의 설탕용액을 준비하여 비커에 담고 표시를 한다.
- (2) 양파의 안쪽 표피에 면도날로 가로세로 5 mm 가량의 정사각형 금을 그은 후 핀셋으로 표피 조각을 떼어내 각각의 비커에 담근다.
- (3) 10분 정도 지난 후 표피 조각을 꺼내 프레파라트를 만들고 현미경으로 관찰한다.
- (4) 원형질 분리가 일어난 양파 표피의 프레파라트에 증류수를 한 방울 떨어뜨린 후 여분의 물을 닦은 후 다시 현미경으로 관찰한다.

결과 및 논의

- (1) 원형질 분리가 일어난 양파의 표피세포를 그리고 관찰내용을 적으시오.
- (2) 원형질 분리된 세포를 증류수로 씻어 내면 어떤 변화가 있는지 쓰시오.
- (3) 각 %의 설탕 용액에서 전체 세포수와 원형질 분리가 일어난 세포수를 비교하시오.
- (4) 양파 안쪽 표피세포의 등장액은 설탕 몇%에 해당하는지 그 범위를 추론하시오. (단 한계 원형질 분리는 50%의 세포에서 원형질 분리가 시작될 때를 말한다.)

❖ 삼투현상에 의한 원형질 분리현상을 관찰하기 위해서는 10분 이상 충분히 기다리는 것이 좋다.

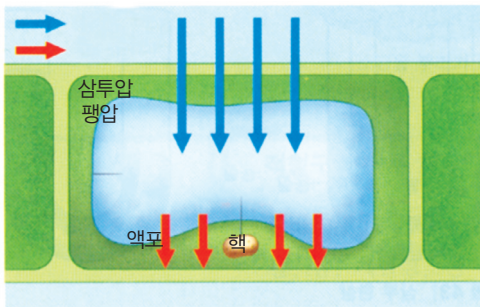


〈그림 1-17〉 세포막을 통한 물질의 이동

❖ 선택적 투과성
세포막은 일부 물질에 대해서만 확산을 통해 이동이 가능하며, 다른 물질은 세포막을 통해 이동할 수 없으므로 이를 세포막의 선택적 투과성이라고 한다. 생물의 막은 왜 이런 선택적 투과성을 가져야 하는지 그 생물학적 의의를 생각해보자.

세포가 에너지를 사용하여 물질을 이동시키는 것을 능동수송이라고 한다. ATP의 가수분해 시 나오는 에너지를 이용해 낮은 농도에서 높은 농도 쪽으로 물질을 수송하는 것은 1차 능동수송이며, 직접적인 ATP의 사용은 없지만 다른 이온의 농도 차이에 의해 물질이 이동하는 것에 짝지어 물질의 수송이 일어나는 경우를 2차 능동수송이라고 한다. 이 경우 역시 짝지은 물질의 수송은 농도 차이에 역행하여 발생하게 된다.

확산은 고농도에서 저농도로 물질이 이동하는 현상을 말하며, 에너지가 필요하지 않다. 세포막의 지질 이중층을 통해 물질이 확산되는 것을 단순확산이라고 하며, 기체 또는 일부 작은 극성 또는 무극성 분자가 막을 통해 이동한다. 그러나 전하를 띠는 이온이나 아주 큰 분자는 통과하지 못한다. 세포막에는 물질을 이동시킬 수 있는 단백질이 존재하는 데 이를 통해 확산되는 현상을 촉진확산이라고 한다. 포도당의 일부가 촉진확산을 통해 세포 안으로 이동한다.

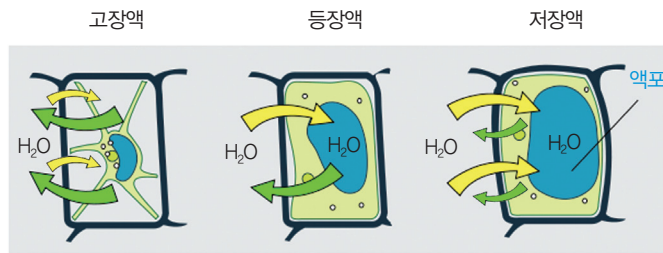


〈그림 I-18〉 식물세포에 작용하는 힘

이렇듯 일부 물질이 확산을 통해 세포막을 통과할 수 있으므로 세포막을 사이에 두고 물질들의 농도 차이가 발생하게 된다. 이러한 농도 차이로 인해 이동할 수 없는 물질 대신 물이 이동하는데 이 현상을 삼투라고 한다. 즉 선택적 투과성을 가지는 막을 통한 물의 확산을 삼투현상이라고 한다. 삼투압은 물과 같은 용매가 반투성 막을 미는 압력을 말하며, 저장액 상태의 세포에서 삼투압은 밖에서 안으로 작용한다. 삼투압은 기체방

정식을 이용하여 나타낼 수 있으며, 기체방정식은 $P = \frac{n}{V}RT$ 이므로 삼투압은 $P = n/V RT$ 로 나타낸다. (단, n : 분자수, V : 부피, R : 기체상수, T : 절대온도이다.)

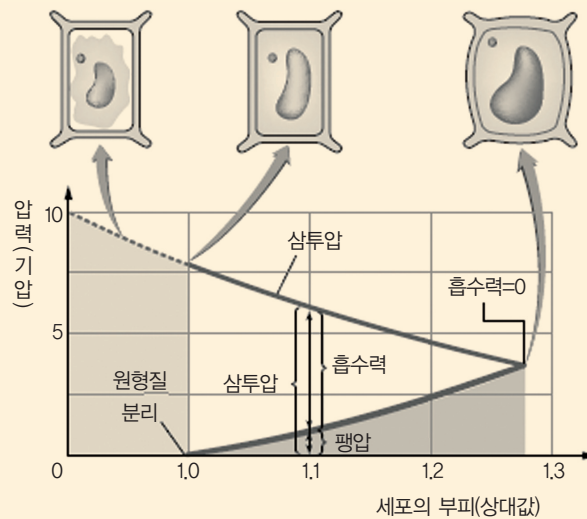
생물에서 용액상태에 따라 세포의 모양이 달라지므로 삼투현상을 쉽게 관찰할 수 있다. 세포를 저장액에 담가놓으면 물이 세포 안쪽으로 이동하여 동물세포는 용혈현상을 보이고, 세포벽이 있는 식물세포는 세포 자체가 어느 한계까지만 팽창하는 팽윤상태를 보인다. 고장액에 넣으면 물이 세포로부터 빠져나가게 되며 식물세포의 경우 세포벽과 세포막으로 둘러싸인 원형질이 분리되는 원형질분리가 관찰된다.



〈그림 1-19〉 고장액, 등장액, 저장액에서의 식물세포의 모양

읽을거리 한계 원형질 분리

원형질 분리가 일어난 식물세포를 순수한 물에 넣게 되면 식물세포의 상대적 부피가 커진다. 이 과정에서 팽압이 형성되기 시작하는데, 팽압이 0이 되는 지점을 한계 원형질 분리라고 말한다. 식물세포를 용액에 넣었을 때 용액의 농도에 따라 삼투압은 달라진다. 삼투압은 용질의 몰수에 비례하므로 농도가 증가할수록 삼투압은 커진다. 다음은 삼투압과 팽압의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 흡수력은 세포가 물을 더 흡수할 수 있는 능력으로 삼투압-팽압의 관계가 성립한다.



〈그림 1-20〉 식물 세포의 삼투압, 팽압, 흡수력의 관계

정리하기

생명의 특성

- 생명체의 가장 큰 특징 중의 하나는 생물체의 구조와 기능을 위한 기본단위가 세포라는 점일 것이다.

세포의 구조

- 마이크로미터를 이용하여 세포와 세포 소기관의 크기를 측정할 수 있다.
- 식물세포는 동물세포와 달리 세포벽과 엽록체를 가지고 있다.

원형질 분리

- 고장액에 식물세포를 넣으면 세포로부터 물이 빠져나와 세포벽과 세포막이 분리되는 원형질 분리 현상을 관찰할 수 있다.

1. 이물질 오일을 처리 했을 때와 처리하지 않았을 때 대물렌즈로 들어가는 빛의 경로에 어떤 차이가 있는지 설명하시오.

2. 염색하여 세포를 관찰하는 까닭은 무엇 때문일까?
 염색을 하지 않으면 핵이 보이지 않을까?
 염색을 하지 않으면 어떤 점이 좋을까에 대해 생각해 보시오.

3. 원형질 분리현상은 살아있는 세포에서만 일어나는 현상인가?
 왜 그렇게 생각하는지에 대해 설명하시오.