

# 수정 및 배포금지



# 1.2 생물의 구성(1)

참고한 문제  
(대학수학능력시험)

학년도	번호	학년도	번호	학년도	번호	학년도	번호
2005	-	2009	-	2013	-	2017	2
2006	-	2010	-	2014	-	2018	2
2007	-	2011	-	2015	3		
2008	-	2012	-	2016	10		

화학적 기초가 부족한 독자는 '부록 A1. 기초화학' 참조할 것

# Chapter Guide

단계적으로 생각하기



그림 1. 생태계의 환원주의적 분류

## 환원주의

자동차의 모든 것을 한꺼번에 이해하기란 여간 어려운 일이 아닙니다. 그래서 자동차를 바퀴, 핸들, 엔진, 기어 등의 부속으로 나누고 각 부속의 특징에 대해서 따로 연구한다면 자동차에 대한 이해가 좀 더 빠르고 쉬울 것입니다. 이와 같이 복잡한 연구주제를 작은 단위로 쪼개어 따로 연구하려는 사고방식을 환원주의적 사고방식이라고 합니다.



환원주의적 사고방식은 복잡한 사물을 설명할 때 유용합니다. 특히 생명과학에서는 설명이 불가능해 보일 정도로 복잡한 시스템을 연구하는 경우가 많습니다. 따라서 환원주의적 사고방식이 자주 이용됩니다.

환원주의적 사고방식에서는 기본 단위가 조립되어 더 큰 단위를 만들고, 그 단위가 더 조립되어 더 큰 단위를 만듭니다. 예컨대 원자가 모여 분자를 형성하고, 분자가 모여 세포를 형성하고, 세포가 모여 조직을 형성하고, 조직이 모여 기관을 형성하는 식입니다. 다음은 지구 생태계를 이러한 방식으로 분류해 놓은 것입니다.

**원자 - 분자 - 세포 - 조직 - 기관 - 개체 - 개체군 - 군집 - 생태계**

이번 단원은 '생태계의 구성과 기능' 단원에 걸쳐 이 책 전체를 아우르는 커다란 축 중의 하나입니다. 1. 부록A의 '기초화학' 단원은 원자부터 분자까지를 설명하였고 2. 이번 '생물의 구성' 단원에서는 분자에서 개체까지를, 그리고 3. '생태계의 구성과 기능' 단원에서 나머지 부분을 설명하게 됩니다. 부디 이번 단원을 숙지해서 이 책의 전체적인 흐름을 놓치지 않으셨으면 합니다.

# 생물을 구성하는 분자

생명의 분자들

## 생물체를 구성하는 주요 분자들 (탄수화물, 지방, 단백질 등은 생체분자이다.)

“탄수화물, 지방, 단백질”이라는 과학 용어는 너무 유명해서 모르는 사람이 없을 정도입니다. 그런데 사람들에게 “탄수화물, 지방, 단백질이 무엇인가요?”라고 물으면 거의 대부분은 “3대 영양소입니다.”라고 대답합니다. 탄수화물, 지방, 단백질은 3대 영양소이기도 하지만 동시에 생물의 몸을 구성하는 주요 '분자'이기도 합니다. 이제부터 우리는 3대 영양소에 대한 개념을 조금 바꾸어 볼 필요가 있습니다.

사자의 입장에서 본다면 인간은 3대 영양소입니다. 하지만 갓 난 어린아이를 보며 “음! 이것은 맛있는 3대 영양소이군!”이라고 말하는 사람은 없을 것입니다. 우리의 몸은 탄수화물, 지방, 단백질, 핵산, 비타민, 물 등의 분자로 구성되어 있습니다. 다음은 인체를 구성하는 분자들의 구성 비율 순서입니다.

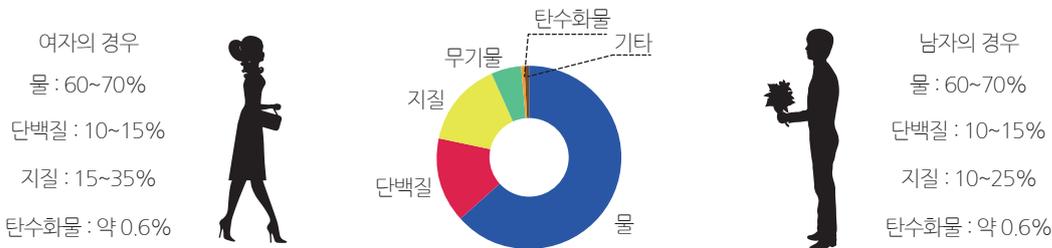


그림 2. 인체의 구성 성분 (개인차에 따라 구성비가 다를 수 있음)

## 물 > 단백질 > 지질(지방) > 무기물 > 탄수화물 > 기타(핵산, 비타민 등)

우리는 여기서 한가지 질문을 해볼 수 있습니다. 인간은 탄수화물 위주의 식사를 합니다. 그런데 왜 인체 구성 성분은 탄수화물이 지방보다 적을까요? 그리고 왜 단백질의 비율은 왜 이렇게 많을까요? 우선 비율이 가장 큰 물부터 살펴봅시다.

# 물

생명의 밑바탕

## 물 (Water)

물은 생물 질량의 가장 많은 양을 차지합니다. 생물을 근사적으로 표현한다면 ‘물주머니’라고 표현해야 옳을 것입니다.

지구상 어느 곳이든, 물이 있는 곳에는 생명이 있습니다. 주변 환경이 어떻든지 간에 물이 있다면 무조건 생물이 발견됩니다. 반대로 물이 없는 곳에는 생명도 없습니다. 주변 환경이 아무리 좋아도 습기 한 방울 없는 곳에서는 절대로 생물이 발견되지 않습니다.



그림 3. 물은 생명의 분자이다

## 물은 자석과 같다.

물은 산소원자 한 개와 수소 원자 두 개가 공유결합을 이루고 있는 분자입니다.(그림.4) 이때, 산소가 수소의 전자를 강하게 끌어당기고 있기 때문에 물은 막대자석처럼 행동합니다. 즉, 극성을 띠게 됩니다. 이러한 특성 때문에 물은 수소결합을 할 수 있으며, 생명체 내에서 특별한 기능들을 할 수 있습니다. (그림.6)

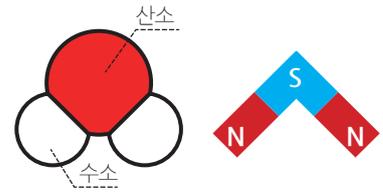


그림 4. 물분자(왼쪽)  
물분자는 자석처럼 행동한다.(오른쪽)

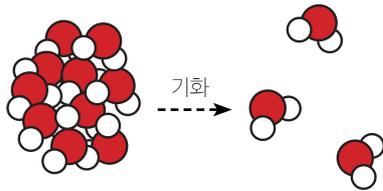


그림 5. 액체(왼쪽)와 기체(오른쪽)

## 물은 항상성을 유지시켜준다.

물이 액체에서 기체(수증기)로 변화하려면 물 분자 간의 거리가 멀어져야만 합니다.(그림.5) 그런데 물은 수소결합을 통해 서로가 서로를 끌어당기고 있습니다.(그림.6) 이 때문에 물이 기화하기 위해서는 엄청난 에너지(기화열)가 필요합니다. 또한, 건조한 대기로 물이 증발하면, 수증기가 주변으로부터 상당량의 열에너지를 빼앗아갑니다.

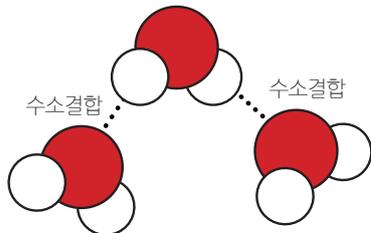


그림 6. 물 분자는 서로를 끌어당긴다.

생물은 물 분자의 이러한 특징을 이용하여 항상성을 유지할 수 있습니다. 동물은 더운 환경에 처했을 때, 땀을 흘리는 양을 조절함으로써 정상체온을 유지합니다.

## 물은 물질대사를 원활하게 돕는다. (잘 녹인다.)

물은 수소결합을 통해 극성분자들을 쉽게 녹일 수 있습니다. 수많은 자석들 속에 파묻혀 있는 쇳덩어리를 연상하시면 될 것 같습니다.

물은 이렇게 극성분자들을 쉽게 녹일 수 있기 때문에, 인체 내에서 혈액의 형태로 다양한 분자들을 운반할 수 있습니다. 예컨대 인체는 암모니아나 요소 같은 노폐물을 오줌이나 땀으로 배출할 수 있고, 혈액을 통해 여러 가지 영양소를 온몸으로 운반할 수도 있습니다.

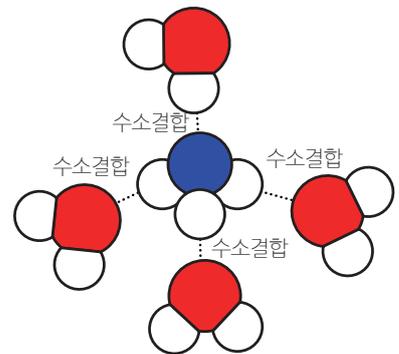


그림 7. 암모니아가 물에 녹았다.

## 물은 물질대사를 원활하게 돕는다. (화학반응이 잘 일어난다.)

화학자들은 물을 '만능 용매'라고 표현합니다. 물속에서 화학반응이 잘 일어나기 때문입니다. 화학반응을 위해서는 우선 분자들끼리 부딪쳐야 합니다. 그런데 물속에서는 두 개의 분자가 부딪친 후 멀리 도망가지 못하게 됩니다. 이 때문에 물속에서의 화학반응이 공기 중에서의 화학반응 보다 훨씬 더 유리합니다. 물이 화학반응에 유리한 조건을 만들어 내므로 생물은 물질대사(동화작용과 이화작용)를 쉽게 할 수 있습니다.

# 탄수화물

생명의 연료

## 탄수화물의 예

우리 주변에서 흔히 발견할 수 있는 탄수화물로는 '쌀이나 감자', '간이나 근육의 일부', '나무껍질이나 종이'등이 있습니다. 놀랍게도 이것들은 전부 똑같은 재료로 이루어진 물질이며, 전부 탄수화물입니다. 마치 한정된 건축재료를 가지고도 다양한 건축물이 만들어지듯이, 탄수화물도 몇 가지 최소단위들이 결합하여 다양한 형태를 만들어냅니다.

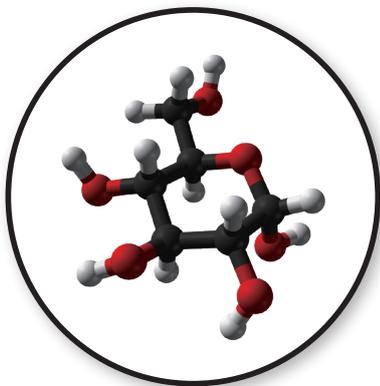


그림 8. 포도당(단당류의 한 종류)  
탄소=검은색, 산소=붉은색, 수소=흰색

## 탄수화물의 정의와 기본단위

탄수화물은 탄소(C)에 물(H<sub>2</sub>O)이 결합한 분자를 말합니다. 좀 더 정확하게 이야기하면 탄소, 수소, 산소(C,H,O)로 구성되어있고, C(탄소):H(수소):O(산소)의 비율이 1:2:1로 구성된 분자를 말합니다.

탄수화물은 탄소 원자들이 육각형 혹은 오각형으로 결합한 고리 모양의 분자를 기본단위로 가집니다. 이때, 고리 모양의 기본단위를 **단당류**라고 합니다.(그림.8)

## 탄수화물의 구성과 종류

탄수화물은 그 구조와 크기에 따라 단당류, 이당류, 다당류로 구분할 수 있습니다.

단당류는 탄수화물의 기본단위이며, 이당류는 두 개의 단당류가 결합한 형태이고, 다당류는 3개 이상의 단당류가 결합한 형태입니다.

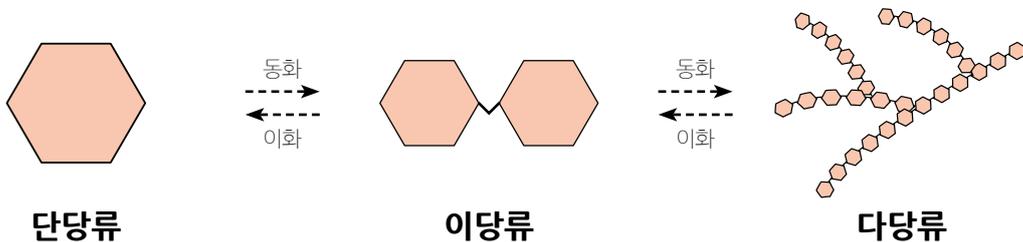


그림 9. 단당류, 이당류, 다당류

- 단당류의 예 - 포도당, 과당, 갈락토스
- 이당류의 예 - 엿당, 설탕, 젖당
- 다당류의 예 - 녹말, 글리코젠, 셀룰로스



녹말은 식물이 포도당을 저장할 때 사용하는 분자이고 감자나 밀가루의 주성분입니다. 글리코젠은 동물이 포도당을 저장할 때 사용하는 분자이며 간에 주로 저장됩니다. 셀룰로스는 식물 세포벽(식물세포의 단단한 껍질)의 주성분이며, 종이 등은 나무를 베어 만들기 때문에 셀룰로스로 구성되어 있습니다. 셀룰로스는 인간이 소화시킬 수 없고, 초식동물만이 소화할 수 있습니다.

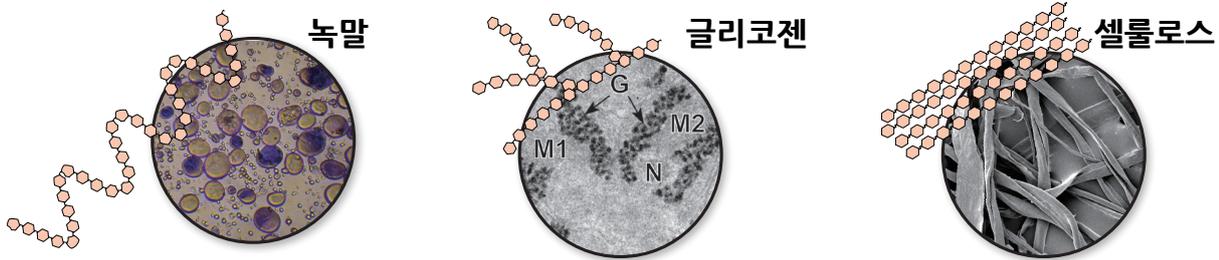


그림 11. 왼쪽부터 녹말, 글리코젠, 셀룰로스

녹말 - '녹색의 말단'이라는 의미, 녹색 줄기의 끝에 뿌리혹(감자)이나 종자(쌀)에서 발견  
 글리코젠 - glyco(달다) + gen(낳다, 만들다)로 '단 것을 만드는 놈'라는 뜻, 필요시 분해되어 포도당을 생성  
 셀룰로스 - cell(세포) + ose(당, 탄수화물)로 '세포의 당'이라는 뜻, 세포벽을 발견하면서 존재를 알게됨.

## 탄수화물의 기능

탄수화물은 1g(그램) 당 4kcal(키로 칼로리)의 에너지를 저장하며, 생물체 내에서 즉각 사용 가능한 에너지로 쓰입니다. 즉, 바로 꺼내 쓸 수 있는 지갑 속 현금과 유사하다고 생각할 수 있습니다. 단, 세포가 사용할 수 있는 형태는 단당류뿐이며, 세포가 다당류를 사용하려면 이화작용을 먼저 거쳐야 합니다.

## 지질

물에 녹지 않는 것들

### 지질의 예

우리 주변에서 흔히 발견할 수 있는 지질로는 '돼지기름', '식용유', '스테로이드'등이 있습니다. 지질은 생명의 비밀을 담고 있는 분자이며, 생물의 안과 밖을 경계 짓는 중요한 분자입니다.

### 지질의 정의 및 종류 (중성지방, 인지질, 스테로이드)

지질이란 생물 내에서 물에 녹지 않는 모든 종류의 분자들을 말합니다. (지질은 물에 녹지 않는 대신 알코올이나 아세톤과 같은 유기용매에 녹습니다.)

지질은 탄수화물처럼 탄소, 수소, 산소(C,H,O)로만 구성되어 있습니다.

지질의 종류로는 중성지방, 인지질, 스테로이드가 있습니다. 여기서 중성지방이 우리가 흔히 말하는 지방입니다. 사람들은 지방과 지질을 자주 혼동하곤 합니다. 중성지방은 지질의 한 종류일 뿐입니다. 100% 순살이나 0%지방 닭가슴살 안에도 지방은 없지만 지질은 있습니다. 과일이나 채소에도 지질은 있습니다. 지금부터 지질의 종류인 중성지방, 인지질, 스테로이드의 구조와 특성들을 알아보시다.

## 중성지방

중성지방은 글리세롤 한 분자와 지방산 3분자가 결합한 형태의 분자입니다. 이때, 글리세롤 부분을 '머리'로 표현하고, 지방산 부분을 '꼬리'로 표현합니다. 여기서 지방산은 단당류를 일자로 펴서 산소를 없애고 줄줄이 연결한 모양의 분자이며, 글리세롤은 단당류를 반으로 쪼갠 형태의 분자입니다. (저자가 지방을 설명하면서 탄수화물에 빗대어 표현하는 이유는 지방이 탄수화물로부터 만들어지기 때문입니다.)

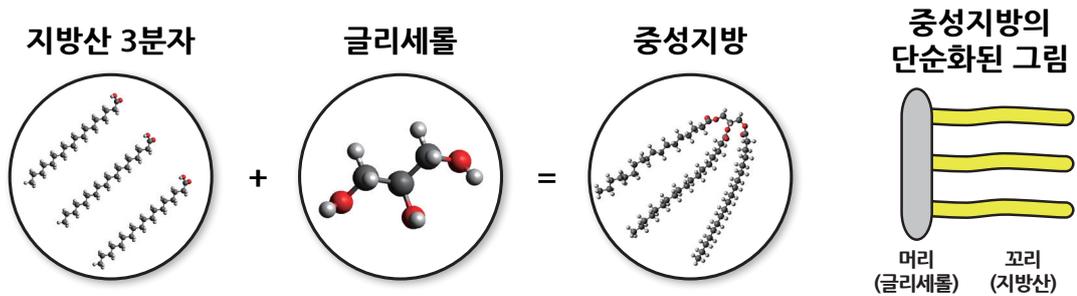


그림 12. 중성지방의 구조

## 중성지방 (지방)의 기능

중성지방은 콩기름이나 올리브유 등 식물성 기름의 주성분입니다. 그리고 뱃살의 구성 성분이기도 합니다. 기본적으로 중성지방은 에너지를 오랜 기간 저장하는데 사용됩니다. 탄수화물이 1g당 4Kcal의 에너지를 저장하는 반면 중성지방은 1g당 9Kcal의 에너지를 저장할 수 있습니다. 즉, 같은 양의 에너지를 저장한다면 탄수화물보다 지방이 2배 이상 가볍다는 의미입니다. 또한 지방은 탄수화물과는 다르게 추위에 대해 몸의 방어막 역할을 할 수도 있습니다. 이러한 이유로 인체는 에너지 저장물질로서 지방을 선호합니다. 인체는 탄수화물을 먹었을지라도 최대한 지방으로 저장하는 것이 더 유리합니다. 태아를 추위로부터 보호해야 하고 지속적인 영양공급을 해야 하는 여성이 남성보다 많은 지방을 축적하고 있는 것은 이 때문입니다.

인체의 구성 비율을 살펴보면 탄수화물보다 지방이 훨씬 더 많습니다. 이러한 사실 역시 탄수화물보다 지방이 에너지 저장에 유리하다는 점에 기인합니다. 탄수화물을 지갑 속 현금으로 표현할 수 있다면, 지방은 통장에 잔고로 표현할 수 있습니다.

## 인지질

인지질은 중성지방과 유사한 구조이나, 지방산 1개가 인산으로 치환되어 있는 형태입니다. 이때, 인지질의 인산 부위를 머리라고 부르고 지방산을 인지질의 꼬리라고 부릅니다. 인산은 중성지방에 비해 머리가 크고 꼬리는 중성지방보다 하나가 적어서 총 두 개입니다.

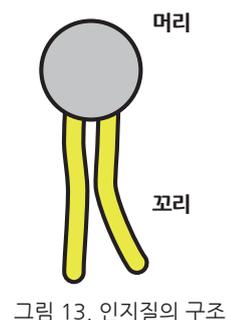


그림 13. 인지질의 구조

## 인지질의 특성과 기능

만약에 누군가 “세포를 만들 때 가장 먼저 필요한 것이 무엇이나?”라고 묻는다면 저자는 망설임 없이 “인지질”이라고 말할 것입니다. 왜냐하면 인지질은 세포의 외부와 내부를 구분 짓는 막을 형성하기 때문입니다.

인지질의 머리는 강한 극성을 띠고 꼬리는 무극성을 띵니다. 그러므로 머리는 항상 물 분자와 가까워지려고 하고 꼬리는 물과 멀어지려고 하는 경향이 있습니다. 만약 인지질 주변에 물이 빼곡하게 둘러싸고 있다면 인지질의 꼬리는 물을 피해 도망갈 곳이 없어집니다. 그래서 인지질은 자신과 동일한 인지질들과 함께 구형으로 배열할 수밖에 없습니다. (그림.15)

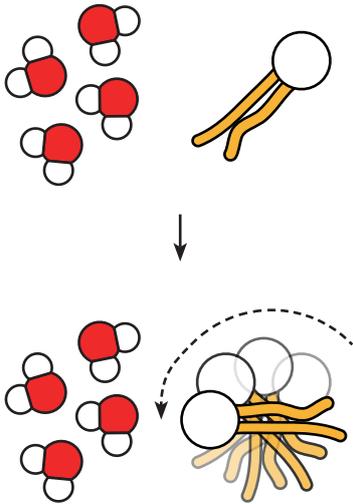


그림 14. 인지질의 머리는 물을 향하고 꼬리는 물을 피한다.

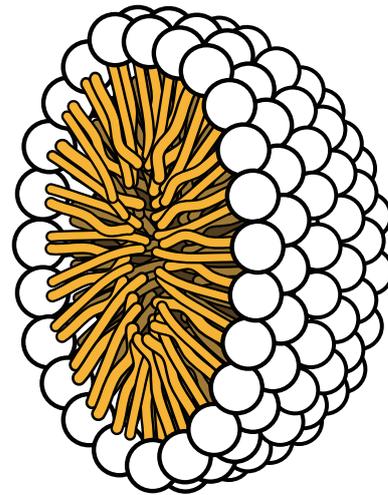


그림 15. 인지질들은 물속에서 구형으로 모이기도 한다.

또 다른 방법으로는 로마의 병사들처럼 서로의 뒤를 봐주며 일렬로 나란히 서는 것입니다.(그림.16) 이때 두 개의 인지질 층이 생기는데 이것을 ‘인지질 2중층’이라고 합니다. 그리고 인지질 2중층은 생체막의 기본구조가 됩니다. (생체막에 대해서는 다음 단원에서 자세히 설명하겠습니다.)

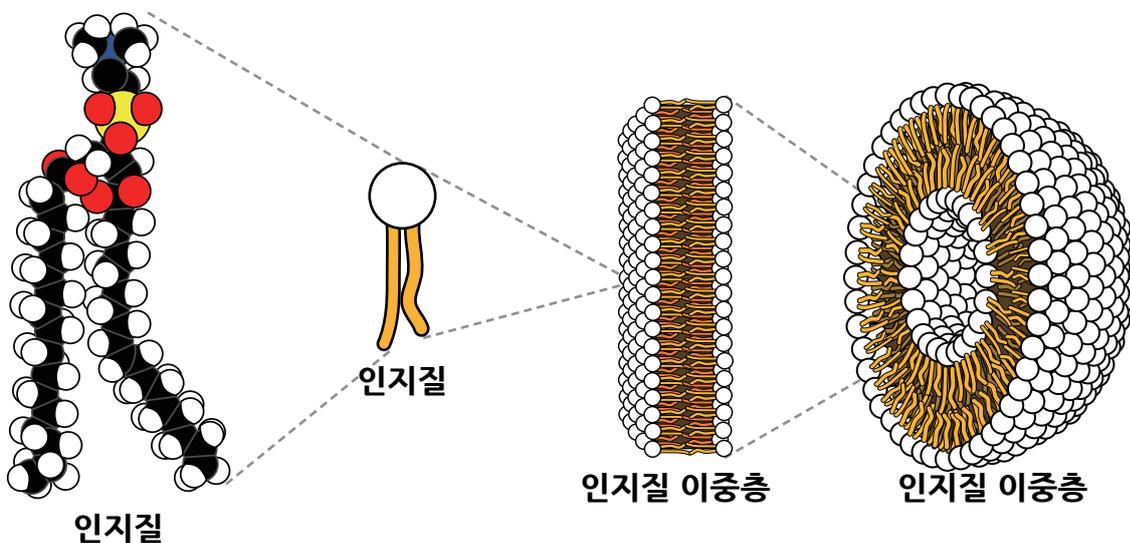


그림 16. 인지질은 물속에서 인지질 이중층을 만든다.

## 스테로이드

스테로이드는 ‘스테로이드 핵’ 구조를 가지는 모든 분자를 통틀어서 지칭합니다.(그림.17 ; 스테로이드 핵은 마치 테트리스 블록을 연상시킵니다.) 즉, 어떤 분자이든 스테로이드 핵을 가지고 있는 분자는 모두 스테로이드라고 합니다. “스테로이드”라는 단어의 어원을 살펴보면 strong(강하다)와 iod(~처럼 보인다)가 합쳐진 형태로 “단단하고 강해 보인다.”라는 의미를 가지고 있습니다.

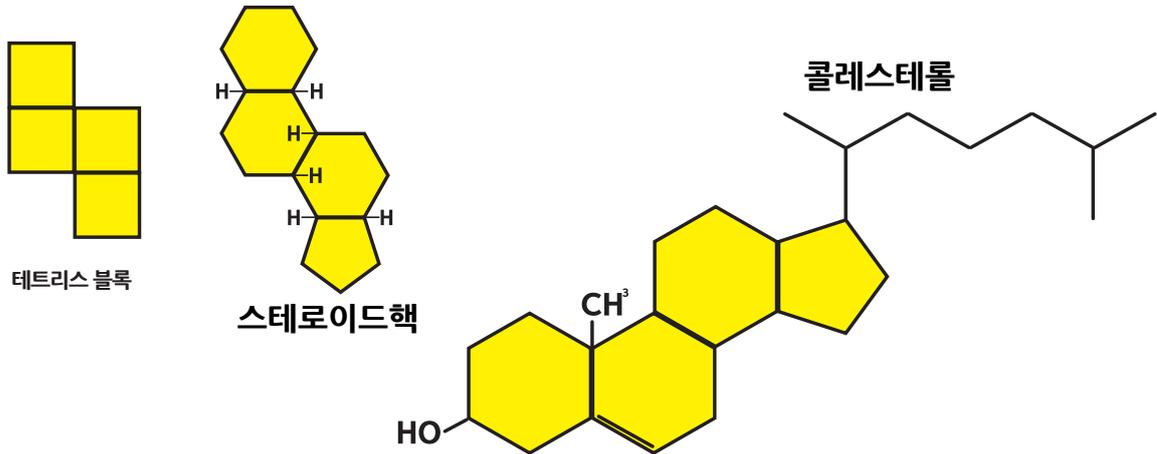


그림 17. 스테로이드 핵(테트리스 블록과 닮음)과 콜레스테롤

## 스테로이드의 기능

스테로이드의 독특한 구조는 인지질을 만나 진가를 발휘합니다. 인지질을 자세히 보면 두 개의 꼬리 중에 하나가 휘어있습니다. 이때, 인지질의 꼬리로 생긴 빈 공간에 스테로이드가 끼어들어가는 것입니다. 스테로이드의 한 종류인 콜레스테롤은 인지질 2중층 사이로 끼어들어가서 세포막을 강화시킵니다.

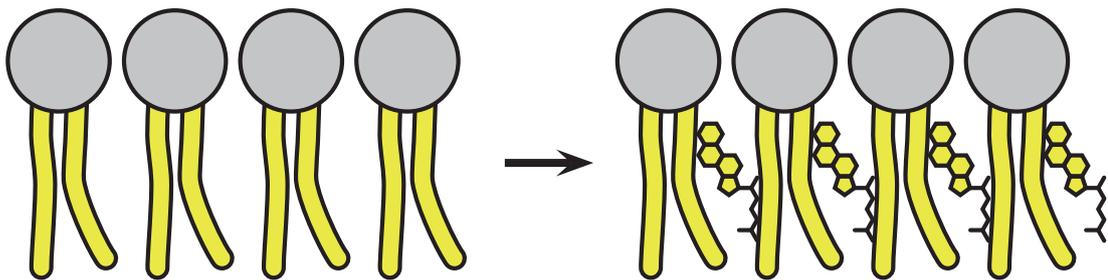


그림 18. 콜레스테롤은 인지질 사이로 끼어 들어간다.

스테로이드 중에는 **호르몬으로 작용하는 것들도 있습니다.** 이 경우 스테로이드는 세포막을 쉽게 통과하기 때문에 세포 안으로 직접 들어가는 호르몬이 됩니다. 단어 중에 ‘스테로’ 혹은 ‘오이드’가 들어가 있다면 스테로이드 계열 호르몬입니다. (예: **에스트로젠**, **테스토스테론**, **코르티코이드**) 자세한 사항은 호르몬을 공부할 때 더 깊이 다루도록 하겠습니다.

# 단백질

생체 기계

## 단백질의 예

우리 주변에서 흔히 발견할 수 있는 단백질로는 '고기', '근육', '달걀의 흰자' 등이 있습니다. 단백질은 일상생활에서 주로 먹는 것으로 표현되곤 합니다. 그러나 단백질은 예상과는 달리 엄청나게 복잡하고 다양한 분자이며, 그 기능 또한 엄청나게 다양합니다. 즉, 단백질은 다른 생체분자들과는 근본부터가 다른 특별한 분자입니다.

## 단백질의 정의와 기본단위

단백질은 탄소, 수소, 산소, 질소, (황) [C,H,O,N,(S)] 으로 구성된 생체 내 거대분자입니다. (때때로 황을 포함하지 않는 단백질도 있습니다.) 단백질은 물을 제외하고 생체 내에서 가장 많은 분자입니다.

단백질은 “한 개 이상의 폴리펩타이드 집합체”라고 정의되며, 폴리펩타이드는 “아미노산이 펩타이드결합을 통해 사슬형태로 연결된 고분자화합물”이라고 정의됩니다.

쉽게 말해 단백질의 기본단위는 아미노산이며, 아미노산이 사슬형태로 결합하면 폴리펩타이드가 되고, 폴리펩타이드가 1개 이상 모이면 단백질이 된다는 의미입니다.(아미노산 < 폴리펩타이드 < 단백질)

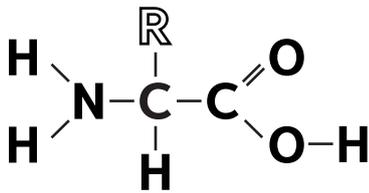
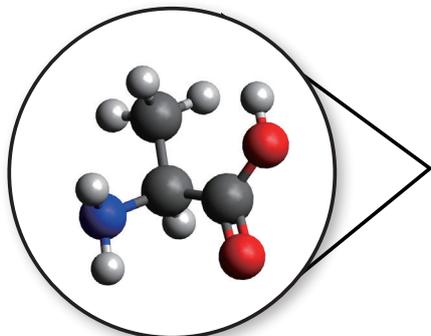


그림 19. 아미노산의 기본구조  
흰색 : 아미노산의 종류에 따라 달라짐  
검은색 : 모든 아미노산에 공통된 구조

## 아미노산 (단백질의 기본단위)

아미노산은 그림.19와 같은 구조를 가진 분자로 정의됩니다. 아미노산은 총 20가지 종류가 있으며, 'R'부위(흰색으로 표현)가 아미노산의 종류마다 서로 다릅니다. 예를 들어 그림.20은 아미노산의 세 가지 예시를 든 것입니다. (주의!: 아미노산의 정의를 설명하기 위해 화학구조를 그렸을 뿐, 구조와 명칭을 암기할 필요는 없습니다.)



알라닌 (Ala)

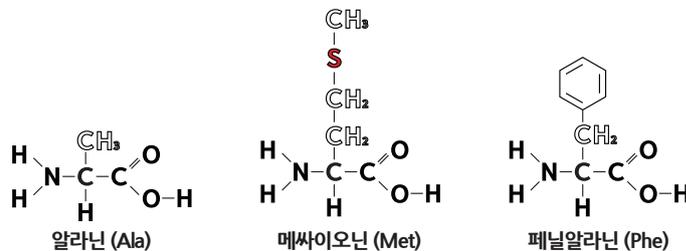


그림 20. 아미노산의 예시.

아미노산의 종류는 총 20가지이지만 그중 3가지만 표현하였다. 중간에 있는 메티오닌이라는 아미노산에 주목해보자. 이 아미노산만은 특별히 S(황)을 포함하고 있다. (붉은색) 즉, 메티오닌을 포함하는 단백질은 S(황)을 포함하게 되고, 메티오닌이 없는 단백질은 S(황)을 포함하지 않는다.

## 펩타이드 (아미노산의 연결체)

아미노산은 화학반응을 통해서로 결합할 수 있습니다. 두 아미노산이 화학반응을 일으키면 물 한 분자가 빠져나가며 합체가 됩니다. 이렇게 만들어지는 결과물을 **펩타이드**라고 하며, 아미노산을 연결하는 결합 부위를 **펩타이드결합**이라고 합니다. 그리고 3개 이상의 아미노산이 연결된 펩타이드는 특별히 **폴리펩타이드**라고 부릅니다.

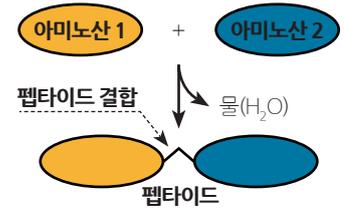


그림 21. 펩타이드와 펩타이드결합



## 단백질

폴리펩타이드는 물속에서 자동으로 접혀서 3차원 구조를 만듭니다. 이때 **폴리펩타이드가 적절하게 접혀서 3차원 구조를 가지면 이것을 단백질이라고 부릅니다.** 폴리펩타이드는 아미노산의 연결 순서에 따라 접히는 방향이 달라져서 결과적으로 단백질의 기능과 모양에 차이를 발생시킵니다. 즉, 아미노산의 연결 순서가 단백질의 특성(모양과 기능)을 결정합니다.

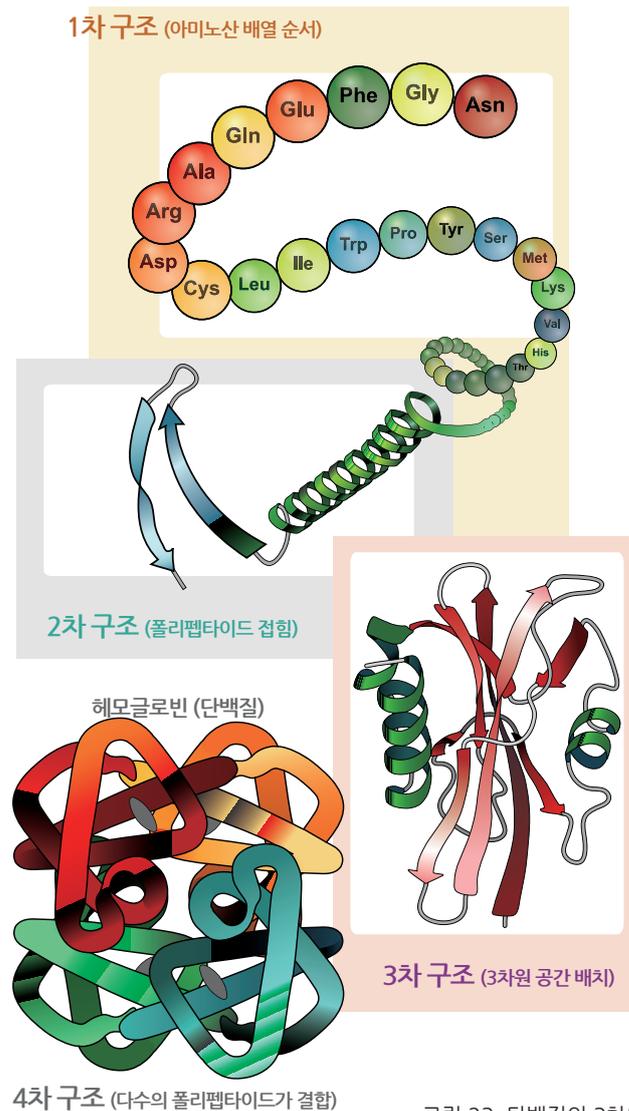


그림 23. 단백질의 3차원 구조형성

## 단백질의 기능

단백질은 1g당 4kcal의 에너지를 냅니다. 하지만 단백질을 에너지로 소모하면 질소 화합물(암모니아) 혹은 황 화합물 같은 독성물질이 나옵니다. 이러한 이유로 단백질을 에너지원으로 사용하는 것은 생물에게 불리합니다.

단백질이 에너지로 사용 되지 않는다면 어디에 사용 되는 것일까요? 단백질은 탄수화물, 지질, 물과 같은 분자와는 근본적으로 다릅니다. 단백질은 다른 분자의 도움 없이 스스로 에너지를 소비해서 주체적으로 움직이는 유일한 분자입니다. 그래서 생물학자들은 단백질을 일꾼, 로봇 혹은 기계 등에 비유해서 표현 하곤 합니다. 실제로 단백질은 조건만 잘 맞으면 살아있는 것처럼 움직이며 다양한 단백질들이 분해, 조립, 운반, 수송, 지지 골격, 신호 감지, 병원균 방어, 발색(coloring), 수축, 이완 등 수많은 일들을 해냅니다. 극단적으로 말하면 우리가 보고, 듣고, 말하고, 움직이고, 생각하는 것들은 모두 수많은 단백질들의 복합적인 상호작용인 것입니다.

이렇게 생체 내 중요한 일들은 모조리 단백질이 하기 때문에 생물은 단백질이 부족하면 사망합니다. 동물, 식물, 미생물 할 것 없이 단백질은 생물에게 없어서는 안 되는 중요한 생체분자입니다. (과일이나 채소에도 단백질이 들어 있습니다.)

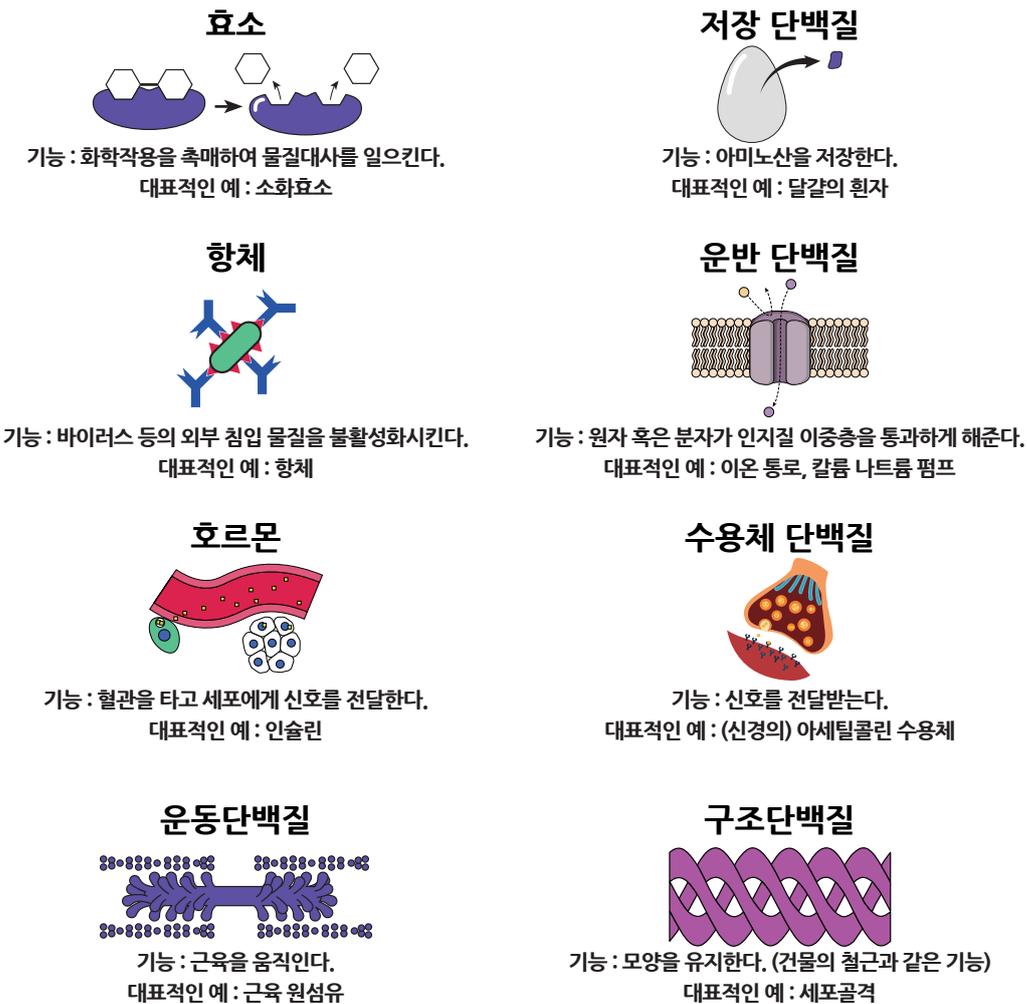


그림 24. 다양한 단백질들의 다양한 기능 (단백질은 보라색으로 표현하였다.)

## 단백질의 변성

단백질의 기능은 3차원의 접힘 구조가 완전해야 작동합니다. 즉, 단백질의 3차원 구조가 파괴되면 단백질의 기능은 없어집니다. 만약 제대로 접힌 단백질을 외부의 힘으로 풀어버린다면 단백질의 기능은 사라질 것입니다. 이렇게 열이 나 산, 염기 등으로 인하여 단백질의 구조가 파괴되는 것을 단백질 변성이라고 합니다.

단백질 변성은 미용실에서 자주 볼 수 있습니다. 머리카락에는 케라틴이라는 단백질이 많이 있는데 염기성 파마약은 케라틴의 3차원 구조를 파괴해서 머리카락의 탄력을 없앨 수 있습니다. 이후에 미용사는 환원제를 사용하여 케라틴을 원하는 방향으로 다시 접어 고정시켜버립니다.



그림 25. 단백질 변성의 예  
계란 흰자의 변성(위), 케라틴의 변성(아래)

## 핵산

살아있는 글자

### 핵산의 예

생물학을 모르는 사람도 DNA라는 말은 들어본 적이 있을 것입니다. 그리고 DNA가 사람의 유전과 관련된 분자 임도 알고 있을 것입니다. 여기서 DNA는 핵산의 일종입니다.

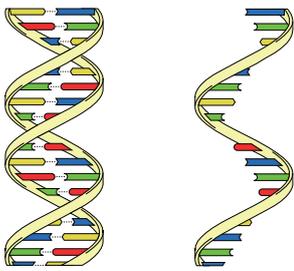


그림 26. DNA(왼쪽)와 RNA(오른쪽)

### 핵산의 정의와 기본단위

핵산이라는 단어는 ‘세포 핵심에서 발견되는 산성물질’이라는 뜻이며, 핵산의 정확한 정의는 “뉴클레오타이드로 구성된 중합체”입니다. 구체적으로 핵산은 DNA와 RNA를 지칭합니다. (DNA= 디옥시리보핵산, RNA= 리보핵산 으로 한글 번역됨.)

핵산은 C,H,O,N,P로 구성되어 있고, 다른 분자들과 다르게 인(P)을 포함하는 생체 내 거대분자입니다.

### 뉴클레오타이드

핵산은 ‘뉴클레오타이드’라는 분자를 기본단위로 하고 있습니다. 즉, 뉴클레오타이드가 여러 개 연결되면 핵산이 됩니다. (뉴클레오타이드의 nucleo-(뉴클레오)는 핵, 중심, 핵심이라는 의미이고 -ide(아이드)는 화합물이라는 의미입니다.)

뉴클레오타이드는 당, 인산, 염기로 구성되어 있습니다. 그림.27 처럼 당을 중심으로 인산과 염기가 양쪽에 결합한 형태입니다.

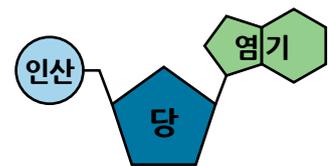
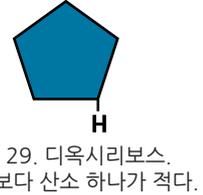


그림 27. 뉴클레오타이드의 구조

## 뉴클레오타이드의 구성 성분

**당** : 뉴클레오타이드의 당은 5탄당인 리보스 혹은 디옥시리보스입니다. 여기서 ‘디옥시’는 ‘산소가 없다.’라는 의미로 디옥시리보스는 산소가 하나 없는 리보스라는 의미입니다. 디옥시리보스는 리보스에 있는 산소 하나가 없기 때문에 리보스보다 화학적으로 안정적 입니다.

RNA(=리보핵산)를 구성하는 당으로 리보스가 사용되는 반면, DNA(=디옥시리보핵산)를 구성하는 당으로는 디옥시리보스가 사용됩니다.



설명 : 리보스와 디옥시리보스는 탄수화물이며, 포도당을 변형하여 생산됨.

**염기** : 뉴클레오타이드의 염기는 링 구조의 분자입니다. 염기에는 아데닌(A), 구아닌(G), 티민(T), 시토신(C), 유라실(U) 5가지 종류가 있습니다.

DNA의 뉴클레오타이드는 염기로 아데닌(A), 구아닌(G), 티민(T), 시토신(C)을 가질 수 있습니다. 반면, RNA의 뉴클레오타이드는 염기로 아데닌(A), 구아닌(G), 티민(T), 유라실(U)을 가질 수 있습니다. (즉, 성분분석을 하면 DNA에서는 유라실(U) 대신에 시토신(C)만 발견되며, RNA에서는 시토신(C) 대신에 유라실(U)만 발견됩니다.) (염기의 구조는 암기할 필요 없음!)

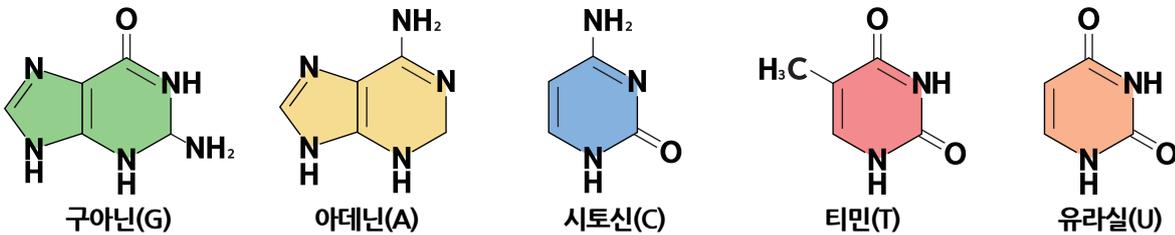


그림 30. 염기의 종류와 구조

**인산** : DNA와 RNA의 뉴클레오타이드는 똑같은 구조의 인산을 가집니다.

## 염기쌍

염기는 수소결합을 통해 서로 짝을 이룰 수 있습니다. 이렇게 만들어진 염기의 결합을 염기쌍이라고 합니다. 이때, 구아닌(G)는 오로지 시토신(C)과, 아데닌(A)은 티민(T) 혹은 유라실(U)과 모양이 맞아떨어져서 서로 수소결합을 할 수 있습니다. 즉, 그림.31처럼 3가지 염기쌍만이 가능하며, 다른 경우는 물리적으로 불가능합니다.

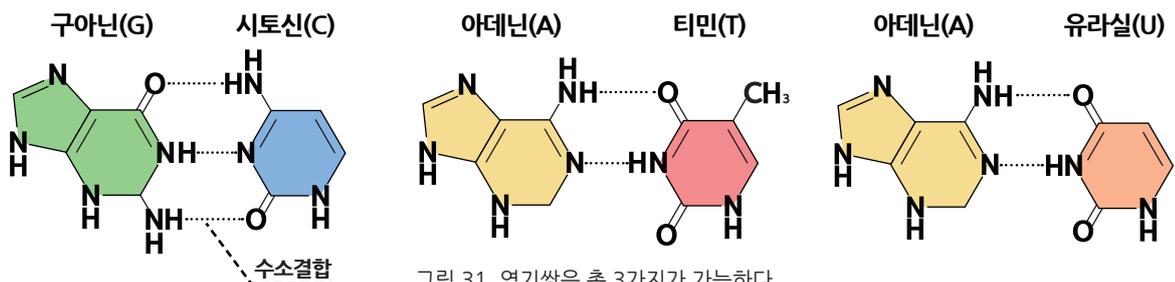


그림 31. 염기쌍은 총 3가지가 가능하다.

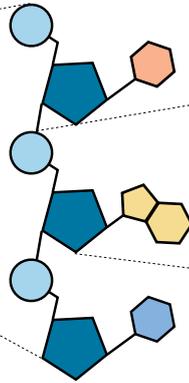
## 폴리뉴클레오타이드

그림.32 혹은 그림.33처럼 뉴클레오타이드의 인산과 당이 한 줄로 길게 결합된 거대분자를 폴리뉴클레오타이드 라고 합니다.

폴리뉴클레오타이드의 단순화된 표현



폴리뉴클레오타이드



뉴클레오타이드

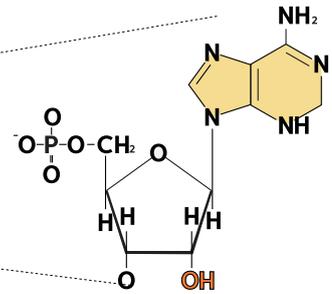
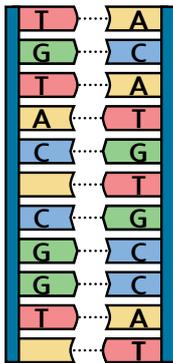
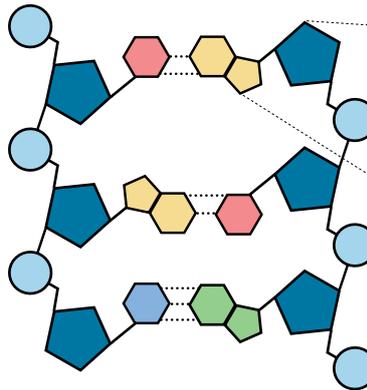


그림 32. 폴리뉴클레오타이드의 구조(RNA)

폴리뉴클레오타이드의 단순화된 표현



폴리뉴클레오타이드



뉴클레오타이드

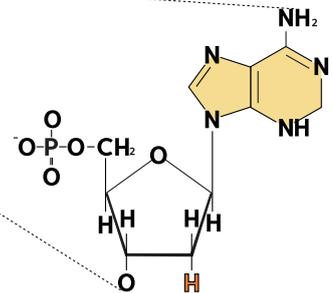


그림 33. 폴리뉴클레오타이드의 구조(DNA)

## 핵산

폴리뉴클레오타이드가 3차원적인 구조를 만들면 **핵산**이 됩니다.(그림.34) 핵산은 두 가지 종류가 있습니다. 하나는 DNA(디옥시리보핵산)이고, 또 다른 하나는 RNA(리보핵산)입니다. 다음은 DNA와 RNA의 차이점을 비교한 표입니다. (이중나선구조는 그림.34참조.)

표 1. DNA와 RNA의 비교

	염기	당	구조
DNA	A,T,G,C	디옥시리보스	이중나선구조(염기쌍O)
RNA	A,T,G,U	리보스	단일가닥(염기쌍X)

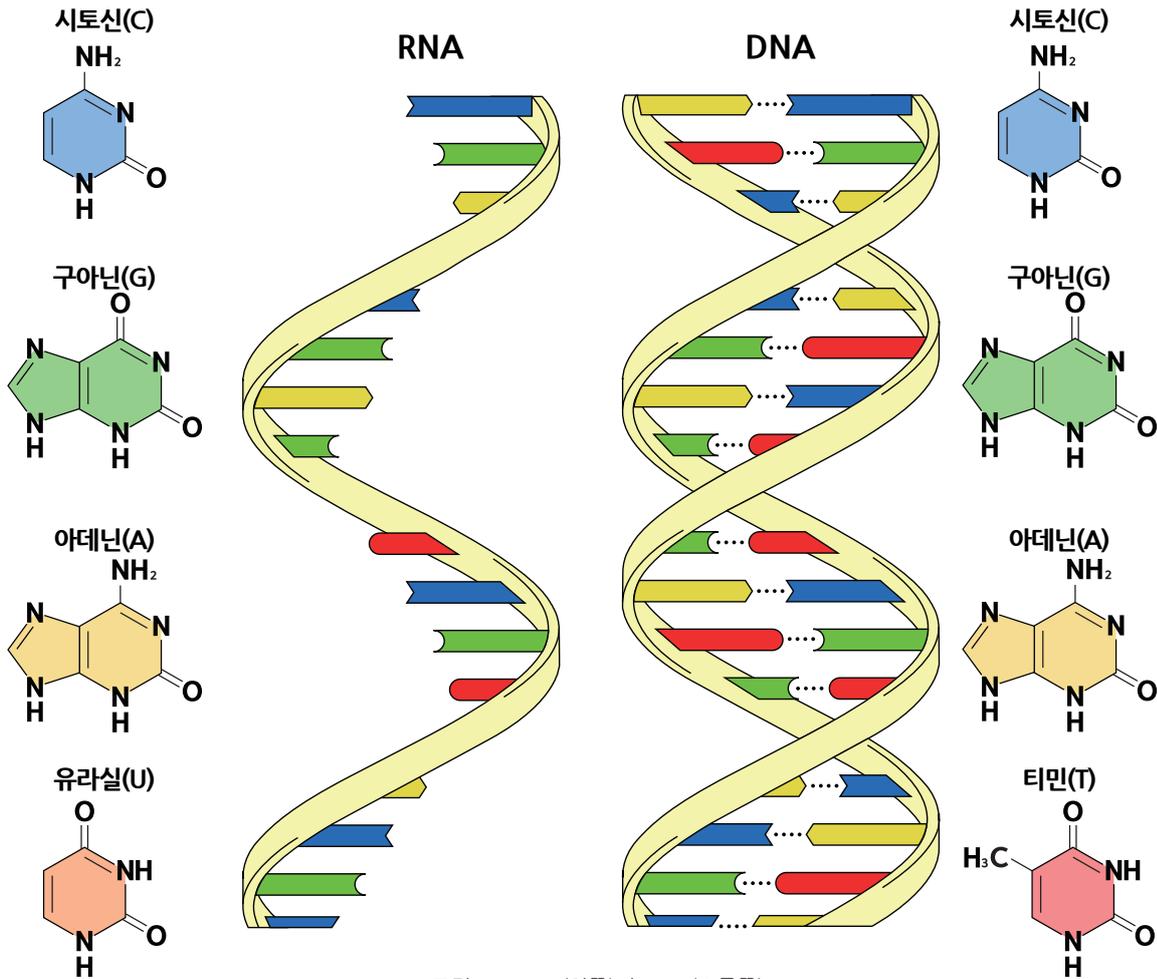


그림 34. RNA(왼쪽)와 DNA(오른쪽)

## 핵산의 기능

핵산은 유전정보를 저장하는 거대분자입니다. 여기서 유전정보란 단백질의 아미노산 순서가 암호화된 것을 말합니다. 우리는 핵산을 단백질의 설계도 혹은 설명서 정도로 생각할 수 있습니다.

유전정보는 부모에게서 자손으로 전달됩니다. 이때, 유전정보는 핵산의 형태로 전달됩니다. 단백질이 전달되는 것이 아니라 그 설계도가 전달되는 것입니다.

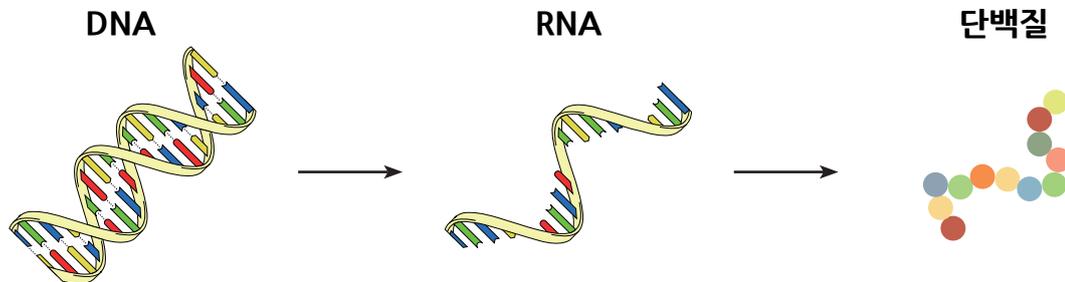
만약 두 명의 자손이 부모로부터 동일한 유전정보(핵산)를 물려받았다면, 각각의 개체는 동일한 생물학적 특성을 보입니다. 예를 들어 일란성 쌍둥이는 부모로부터 동일한 핵산을 물려받은 개체들입니다. 좀 더 극단적인 예로, 방금 수정된 수정란에서 기존의 핵산을 모두 제거하고 다른 개체의 핵산을 집어넣으면 이 수정란은 자라면서 핵산 제공자와 완벽하게 동일한 생물학적 특성을 가지는 개체가 됩니다.(이를 '클론'이라 한다.)



그림 30. 일란성 쌍둥이 소(위)와 개의 클론(아래). 유전정보가 동일하다면 생물학적 특성도 동일하다.

## 중심원리

유전정보는 DNA로부터 RNA를 거쳐 단백질로 발현됩니다. 비유적으로 표현하면 DNA는 단백질의 설계도이고 RNA는 설계도의 복사본이며 단백질은 유전정보의 설계도를 실제로 발현한 물질입니다. 이러한 유전정보의 흐름을 설명한 것을 중심원리라고 합니다.



## 비타민 & 무기물

기타

### 비타민과 무기물

비타민과 무기물(미네랄)은 둘 다 단백질의 보조 역할을 합니다. 일부 단백질은 비타민 혹은 무기염류 없이 작동할 수 없기 때문에 이들은 인체에 필수적으로 필요합니다. 소량으로도 충분하므로 과량 섭취할 필요는 없습니다. 비타민과 무기물의 결정적인 차이점은 비타민은 탄소기반의 분자인 반면, 무기물은 주로 철이나 마그네슘 같은 금속원자라는 점입니다.

## 참고문헌

### 단행본

- Bruce Albert et al, Molecular Biology of The Cell, Garland science(1983)  
David Savada et al, Life : the science of biology, Sinauer Associates, Inc(2012)  
Gerard J. Tortora et al, PRINCIPLES OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY, Wiley(2000)  
Jane B. Reece et al, Campbell Biology, REASON(2014)  
Kingsley R. Stern et al, Introductory Plant Biology, Mc Graw Hill(2006)  
Lubert Stryer et al, Biochemistry, W.H. Freeman and Company(1975)  
Stuart Ira Fox, Fox's Human Physiology, Mc Graw Hill(2010)

### 사진판권

- |                              |  |  |       |  |                 |
|------------------------------|--|--|-------|--|-----------------|
| 그림.1                         |  | Kenshinb   | 그림.34 |  | Sponk           |
| 그림.2                         |  | Wellcome Library, London<br><small><a href="http://wellcomeimages.org/indexplus/image/L0051225.html">http://wellcomeimages.org/indexplus/image/L0051225.html</a></small> | 그림.30 |  | Steve Jurvetson |
| 그림.11<br><small>앨범포스</small> |  | Featheredtar   | 그림.25 |  | watashiwani     |
| 그림.11<br><small>클러코엔</small> |  | Jordi Miquel, Daniel Vilavella, Zdzisław Wąderski, Vladimir V. Shimalov and Jordi Torres   |       |  |                 |

---

## 용어정리

---

**탄수화물** : 탄소와 물이 결합한 분자로 주로 세포호흡에 사용된다.

**지질** : 생체를 구성하는 물질 중에서 물에 녹지 않는것.

**단백질** : 인체의 다양한 기능을 담당하는 아미노산의 연결체.

**핵산** : 유전정보를 저장하는 뉴클레오타이드의 연결체.

---

## 요약정리

---

### <생물을 구성하는 원자>

- C(탄소), H(수소), O(산소), N(질소), P(인), S(황)

### <생물을 구성하는 분자>

- 물, 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산 등

### <생물을 구성하는 분자의 구성비율>

- 물 > 단백질 > 지질 > 탄수화물 > 핵산 > 기타

### <물>

#### 물의 특성

1. 온도가 잘 변하지 않는다. → 항상성유지에 유리
  2. 물질이 잘 녹는다. →
  3. 화학반응이 잘 일어난다. →
- 물질대사에 유리

## <탄수화물>

### 1. 탄수화물의 특성

기능 : 세포호흡을 통해 에너지로 사용

구성원자 : C, H, O로 구성

세포호흡으로 생성되는 노폐물 : CO<sub>2</sub>(이산화탄소), H<sub>2</sub>O(물)

기본단위 : 단당류

에너지량 : 1g당 4Kcal

### 2. 탄수화물의 구성과 종류

구성단계 : 단당류 → 이당류 → 다당류

단당류 : 포도당, 과당, 갈락토스

이당류 : 엿당, 설탕, 젖당

다당류 : 녹말, 글리코젠, 셀룰로스

엿당 = 포도당+포도당 | 설탕 = 과당+포도당 | 젖당 = 갈락토스+포도당

녹말, 글리코젠, 셀룰로스 = n×포도당

## <지질>

### 1. 지질의 특성

기능 : 에너지원, 몸 보호

구성원자 : C, H, O로 구성

세포호흡으로 생성되는 노폐물 : CO<sub>2</sub>(이산화탄소), H<sub>2</sub>O(물)

기본단위 : 글리세롤, 지방산 등

에너지량 : 1g당 9Kcal

### 2. 지질의 구성과 종류

종류 : 중성지방, 인지질, 스테로이드

중성지방 = 글리세롤 + 지방산×3

인지질 = 인산 + 글리세롤 + 지방산×2

스테로이드 = 스테로이드핵 + 기타

### 3. 인지질 이중층

인지질은 샌드위치처럼 겹쳐서 **인지질이중층**을 생성한다.(그림19 참조)  
인지질이중층은 세포막으로 사용된다.

#### <단백질>

##### 1. 단백질의 특성

기능 : **그림.23** 암기

구성원자 : **C, H, O, (S)**로 구성 (단백질에 따라 S가 포함되기도 하고 그렇지 않기도 하다.)

세포호흡 생성되는 노폐물 : **CO<sub>2</sub>**(이산화탄소), **H<sub>2</sub>O**(물), **NH<sub>3</sub>**(암모니아)

기본단위 : **아미노산** (20종류의 아미노산이 한줄로 **펩타이드결합**)

에너지량 : **1g당 4Kcal**

##### 2. 단백질의 구성과 종류

구성단계 : 아미노산 → (폴리)펩타이드 → 단백질

단백질의 변성 : 단백질은 산, 염기, 열 등으로 원래 기능을 잃어버린다.

#### <핵산>

##### 1. 핵산의 특성

기능 : 유전정보 저장

구성원자 : **C, H, O, N, P**로 구성

기본단위 : **뉴클레오타이드**

(뉴클레오타이드의 **염기쌍**은 **수소결합**을 할 수 있다.)

##### 2. 핵산의 구성과 종류

구성단계 : 뉴클레오타이드 → 폴리뉴클레오타이드 → 핵산

뉴클레오타이드 = 당 + 염기 + 인산 (그림.32 참조)

핵산의 종류 : DNA, RNA

	염기	당	구조
DNA	A,T,G,C	디옥시리보스	이중나선구조(염기쌍O)
RNA	A,T,G,U	리보스	단일가닥(염기쌍X)

## <무기물 및 비타민>

기능 : 단백질의 보조역할

종류 : 무기물(미네랄)에는 각종 금속원자가 포함되고, 비타민에는 탄소기반의 분자가 포함된다.

## <그림>



---

## 오개념 노트

---

**탄수화물은 인체를 구성하는 물질 중 비율이 가장 높다.(X)**

-인체를 구성하는 물질 중 비율이 가장 높은 것은 물입니다. 우리가 탄수화물을 많이 섭취하기 때문에 쉽게 착각하곤 합니다.

**셀룰로스는 포도당, 과당, 갈락토스로 이루어져 있다.(X)**

-녹말, 글리코젠, 셀룰로스는 전부 포도당으로만 이루어져 있습니다.

**채소에는 단백질이 없다.(X)**

-모든 살아있는 생명체는 탄수화물, 단백질, 지질로 구성되어 있습니다.