

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

구슬로 만든 DNA 모형

생명체의 모든 정보를 담고있는 DNA의 모형을 만들어 보고, DNA에 대하여 알아보시다.

실험키트구성

구슬(8mm) 4색, 구슬(6mm) 2색, 막대비즈, 가는철사, 투명케이스, 종이접시

준비물

가위, 송곳(가능하면)

생각해보기

1. DNA는 우리 몸 어디에 있을까요?

2. DNA의 역할은 무엇일까요?

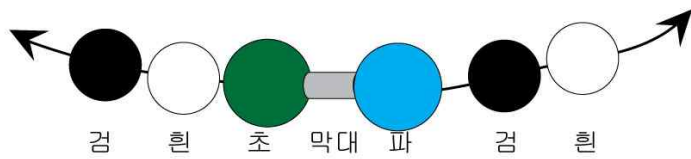
구슬이 나타내는 것

DNA는 4가지의 염기(A, T, G, C)와 염기들의 결합(수소결합), 그리고 이 결합들을 길게 이어주는 당 과 인산으로 이루어져 있습니다.

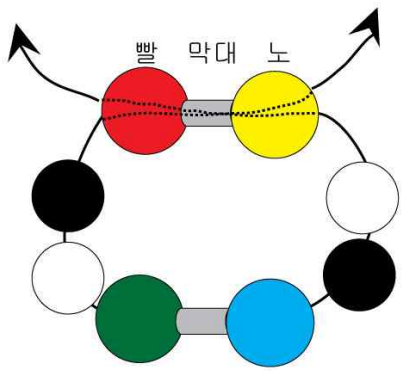
모형에 사용될 준비물에 각 역할을 지정하여 봅시다.

빨간 구슬 <input type="text"/>	초록 구슬 <input type="text"/>	막대 비즈 <input type="text"/>
노란 구슬 <input type="text"/>	파란 구슬 <input type="text"/>	검은 구슬 <input type="text"/>
		흰색 구슬 <input type="text"/>

실험방법

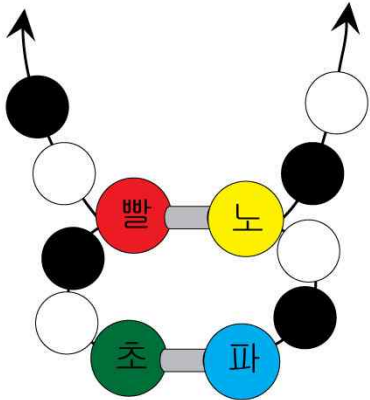


1. 가는철사의 중앙에 구슬과 막대 비즈가 그림과 같은 순서로 오도록 끼웁니다.

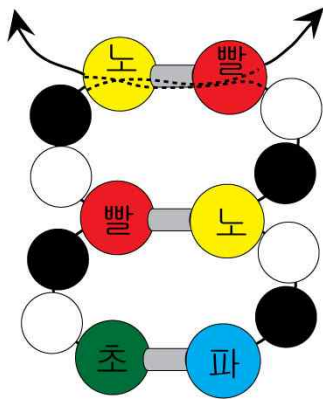


2. 빨강 구슬, 막대비즈, 노랑 구슬을 한쪽 철사에 먼저 끼웁니다.

3. 반대쪽 철사로 그림과 같이 서로 교차하도록 지나갑니다.

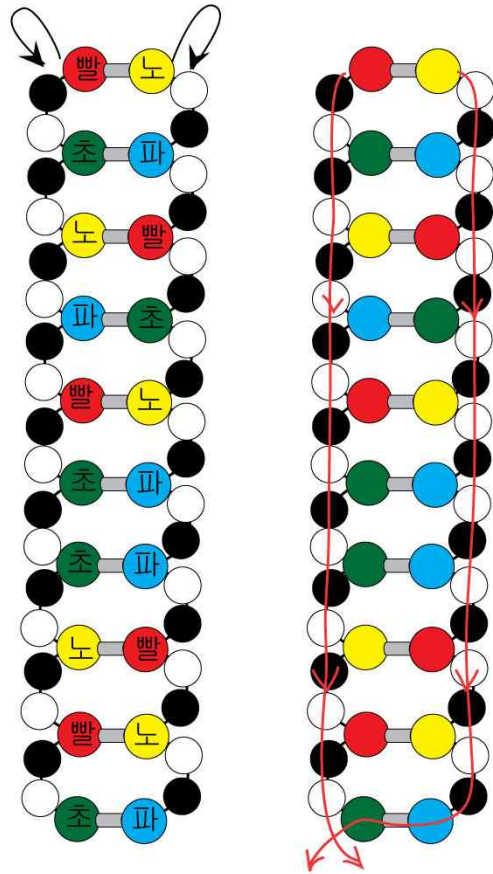


4. 양쪽 철사에 검정, 흰색 구슬을 그림과 같이 끼웁니다.



5. 그림과 같이 철사가 교차하도록 구슬을 끼웁니다.

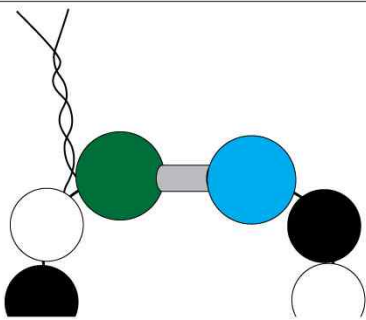
6. 위의 4~5 과정을 반복하여 10개의 결합을 완성합니다.



7. 10개의 결합이 완성된 다음 양쪽에 나와 있는 철사를 그림과 같이 검정과 흰색 구슬만 지나가면서 끼워 구조를 튼튼히 합니다.

8. 되돌아온 철사가 한쪽 끝에서 만나도록 합니다.

마무리하기



9. 양쪽으로 나온 철사를 한테 모아 풀리지 않게 꼬아줍니다.

10. 꼬아준 철사를 잘 매듭지어 짧게 잘라내고 마무리합니다.

11. 제일 위쪽 결합과 제일 아래쪽 결합이 360도 회전하도록 돌린 후 이중 나선구조의 모양을 잡습니다.

12. 투명케이스 안에 완성된 DNA모형을 넣습니다.



[케이스에 고정하기] - 선택활동
뚜껑에 두 개의 작은 구멍을 낸 다음, DNA 모형 윗부분을 가는 철사로 고정하면 그 모양이 잘 유지됩니다.

실험시 주의사항

1. 가는철사는 약 100cm가 필요합니다.
2. 긴 철사의 끝에 눈이나 손이 찢리지 않도록 주의합니다.

확인학습

DNA가 두 줄의 늘어진 스프링처럼 보이는 구조를 무엇이라고 할까요?

원리학습

DNA의 단위구조는 당과 인산과 염기가 결합하고 있는 뉴클레오티드입니다.
이 중 당은 5개의 탄소로 이루어진 5탄당이며,
염기는

아데닌(adenine, A), 시토신(cytosine, C), 구아닌(guanine, G), 티민(thymine, T)
중 하나로 이루어져 있습니다.

뉴클레오티드의 인산과 또 다른 뉴클레오티드의 당이 서로 결합하여 길다란 사슬 모양을 이루게 됩니다.

뉴클레오티드의 염기는 다른 염기와 짝을 지어 수소결합을 하는데 반드시 아래와 같이 결합합니다.

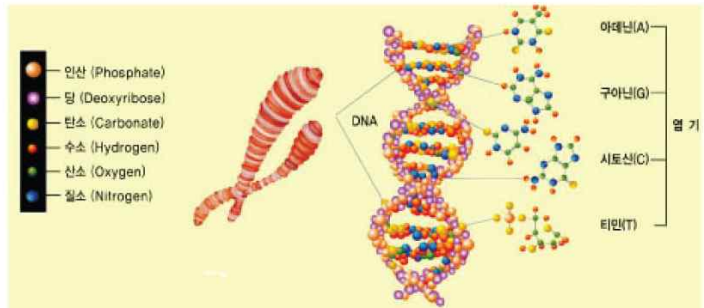
아데닌(A) = 티민(T)

구아닌(G) = 시토신(C)

이런 결합을 상보적인 결합이라 부릅니다.

이렇게 구성된 뉴클레오티드의 사슬 두 줄이 결합하여 마치 스프링이 늘어진 듯한 모양을 이루는데 이것을 이중나선(double helix)구조라 부릅니다.

나선구조를 이루는 두개의 뉴클레오티드 사슬은 그 방향이 서로 반대로 결합되어 있습니다.



DNA는 각 사슬의 뉴클레오티드 서열(순서)의 형태로 정보를 암호화하고 있습니다. 그 정보로 우리의 머리모양, 얼굴생김, 혈액형에서 부터 성격에 이르기 까지 모든 모습을 결정하게 됩니다.

DNA에 존재하는 총체적 정보를 게놈(genome, 총체적 유전정보를 내장하는 DNA를 지칭하기도 한다)이라고 부르며, 전형적인 사람의 세포는 약 1미터 길이의 DNA를 가지고 있다고 하고, 아직도 암호화된 모든 DNA의 정보를 해독하지 못했다고 합니다.

여러분의 몫이 되겠지요?

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	구슬로 만든 DNA 모형		실험 원리	DNA의 구조와 기능	
실험 시간	50분	실험 분야	생물	실험 방법	개별 실험
세트구성물	구슬(6mm) 2색, 구슬(8mm) 4색, 원통형비즈, 가는 철사, 투명케이스				
교사준비물			학생준비물	가위, 송곳	
실험 결과	완성된 DNA 모형 1개를 가져갈 수 있습니다.				
실험 팁	<p>TIP 1. 처음에 가는 철사가 길어도 잘라내지 말고 구슬을 끼우도록 지도하세요.</p> <p>TIP 2. 철사가 꼬이면 끊어질 수 있습니다. 주의하도록 지도하세요.</p> <p>TIP 3. 철사가 길어 옆 사람의 눈이나 손에 찔릴 우려가 있습니다. 조심해주세요.</p> <p>TIP 4. 모형 안쪽의 염기배열은 선생님 임의로 조절하실 수 있습니다.</p> <p>TIP 5. 제일 위쪽 결합과 제일 아래쪽 결합이 360도 회전하여야 합니다.</p> <p>TIP 6. 케이스 안에 잘 서있을 수 있도록 철사로 뚜껑에 매달아 고정해도 좋습니다.</p>				

생각해보기

1. DNA는 우리 몸 어디에 있을까요?
모든 생물의 세포 내 핵 속에 있습니다.

2. DNA의 역할은 무엇일까요?

원리학습 참조

참고: 1차적으로는 아미노산의 결합을 결정하여 체내 단백질 합성을 주관합니다.

구슬이 나타내는 것

DNA는 4가지의 염기(A, T, G, C)와 염기들의 결합(수소결합), 그리고 이 결합들을 길게 이어주는 당 과 인산으로 이루어져 있습니다.

모형에 사용될 준비물에 각 역할을 지정하여 봅시다.

빨간 구슬	A	초록 구슬	G	막대 비즈	수소결합
노란 구슬	T	파란 구슬	C	검은 구슬	당
				흰색 구슬	인산

확인학습

DNA가 두 줄로 된 스프링이 늘어진 것처럼 보이는 구조를 무엇이라 부르나요?

이중나선구조(double helix)

DNA

핵산의 일종으로 유전자의 본체.

핵산은 뉴클레오티드(nucleotide)라고 하는 단위물질이 많이 연결된 고분자 유기물이다. 이 뉴클레오티드는 염기, 탄수화물의 일종인 펜토오스(pentose), 그리고 인산이 각 한 분자씩 결합하여 구성된 것인데, 펜토오스가 디옥시리보오스(deoxyribose)이면 DNA(디옥시리보핵산)라고 하고, 리보오스이면 RNA(리보핵산)라고 구별하여 부른다. 따라서 DNA를 구성하는 뉴클레오티드는 염기·디옥시리보오스·인산 한 분자씩의 연결체이다.

이중 염기에는 아데닌(adenine:A)·구아닌(guanine:G)·시토신(cytosine:C)·티민(thymine:T)의 네 가지가 있다. 따라서, DNA를 구성하는 뉴클레오티드는 A를 가진 것, G를 가진 것, C를 가진 것, 그리고 T를 가진 것의 4종류가 있다. 이 4종의 뉴클레오티드가 무수히 많이 연결된 것이 DNA이므로 4종의 뉴클레오티드 배열순서에 따라 서로 다

른 DNA가 만들어진다. 4종의 뉴클레오티드가 수천 개 또는 수만 개 연결될 때 그 배열순서에는 무한히 많은 종류가 있을 수 있으므로 그 결과 만들어지는 DNA의 종류도 무한히 많을 수 있다. 생물에 무수히 많은 종류의 유전자가 있을 수 있는 것은 DNA의 종류가 무수히 많을 수 있기 때문이다.

DNA의 분자구조

DNA의 분자구조는 1953년 미국의 J.D.윌슨과 영국의 F.C.크릭에 의해 해명되었다. 이 구조는 2중나선(二重螺旋:double helix) 구조로서, 뉴클레오티드의 기다란 사슬 두 가닥이 새끼줄처럼 꼬여 있다. 이 구조는 마치 사다리를 비틀어서 꼬아놓은 것과 같은 것이라고도 할 수 있는데, 가령 이 새끼줄과 같은 2중나선을 똑바로 펴면 다음과 같은 구조가 된다. 여기서 A,G,C,T는 4종의 염기를 표시하고, S는 디옥시리보오스를, 그리고 P는 인산을 나타낸다. 사다리의 두 다리는 디옥시리보오스와 인산의 연결(-S-P-S-P...)에 해당하고, 사다리의 발판은 두 다리에서 직각으로 뻗어나와 서로 마주보고 있는 염기에 해당한다고 할 수 있다. 위의 구조에서 A와 T, 그리고 G와 C는 서로 짝을 이루고 있는데 그들 사이의 점선은 이 두 염기 사이에 형성된 약한 결합인 수소결합을 의미한다. A와 T 사이에는 두 곳에서 수소결합이 형성되어 있고, G와 C 사이에는 세 곳에서 형성되어 있다. 이 수소결합으로 2개의 서로 마주보는 염기가 붙들려 있으므로 사다리의 두 다리 또는 새끼의 두 가닥이 서로 붙들려 있게 된다.

DNA의 2중나선 구조에서 A는 반드시 T와, 그리고 G는 반드시 C와 마주보고 있다. 그 이유는 이 4종의 염기의 화학구조 때문인데 이렇게 짝지었을 때 비로소 두 가닥이 일정한 간격을 가지고 2중나선 구조를 유지할 수 있는 것이다. 따라서, DNA를 그 성분 뉴클레오티드로 완전히 분해한 다음 4종의 염기의 함량비를 측정해 보면 A의 함량(mol)은 T와 똑같고 G의 함량은 C와 똑같다. 이 A-T, G-C의 짝짓기는 DNA가 유전자로서의 기능을 나타내는 데 매우 중요한 의미가 있다. DNA의 2중나선 구조에서 나선의 한 바퀴 수직길이는 3.4nm(1nm=1×10⁻⁹m)이고 뉴클레오티드 10개가 나선 한 바퀴를 형성한다. 그리고 나선의 지름은 2nm이다.

DNA의 기능

바이러스나 대장균을 이용한 여러 가지 실험 결과 이 DNA는 바로 생물의 유전물질, 즉 유전자임이 1940년대에 분명하게 밝혀졌다. DNA가 유전자로서의 기능을 나타내려면, 첫째 DNA는 자신과 똑같은 새 DNA를 만들어낼 수 있어야 하고, 둘째 DNA는 어떤 방식으로 그 생물 특유의 유전형질을 나타낼 수 있어야 한다. 유전이라는 것은 자신과 닮은 새 개체를 만들어내는 현상이기 때문이다.

첫째의 기능, 즉 자신과 똑같은 DNA를 만드는 기능을 DNA복제라고 하는데, 새 DNA를 만들 때 DNA의 2중나선이 풀려서 2개의 외가닥 나선이 되고 각각의 외가닥 나선 위에 뉴클레오티드가 와서 붙는다. 이때, 외가닥 나선의 A가 있는 곳에는 화학구조의 특징으로 말미암아 반드시 T가 붙게 되고 G가 있는 곳에 C가 붙게 된다. 이렇게 A-T와 G-C의 짝짓기가 이루어지면, 원래의 뉴클레오티드와 새 뉴클레오티드 간의 결합이 이루어지고 이에 따라 새 사슬이 형성되면서 새 2중나선이 만들어진다.

따라서, 하나의 2중나선에서 2개의 2중나선이 생기게 된다. 그리고 새 2중나선의 염기 배열순서는 모체인 2중나선에서의 염기의 배열순서와 똑같게 되는 것이다. DNA의 종류, 즉 유전자의 종류는 염기의 배열순서에 의하여 결정되는 것이므로 염기의 배열순서가 똑같은 새 2중나선이 2개 형성된 것은 유전자의 정확한 복제인 것이다. 세포가 분열할 때는 DNA의 2중나선이 위와 같이 풀려서 각각의 외가닥 사슬이 분열된 두 세포에 하나씩 들어가서 거기서 새 2중나선을 만들게 되므로 2개의 새 세포는 그 어버이 세포와 똑같은 유전자를 가지게 된다.

이와 같이 세포는 몇 번을 분열하여도 언제나 똑같은 유전자를 가진, 똑같은 세포가 되는 것이다. 이것은 A-T와 G-C의 충실한 짝짓기에 의해서 가능하게 된다. 한 개체가 생식을 통하여 자손을 만들 때에도 세포의 분열시와 마찬가지로 자손에게 물려진 어버이의 DNA가 그 자손의 체내에서 충실한 복제를 함으로써 어버이의 유전형질을 그대로 물려받은 새 개체가 만들어지게 된다.

유전자의 둘째 기능인 유전형질의 발현은 상당히 복잡한 과정을 거친다. 유전형질은 단백질에 의해 나타난다는 사실이 입증되었다. 즉, 어떤 특정 유전형질이라는 것은 어떤 특정 단백질의 존재를 의미하는 것이다. 단백질의 종류라는 것은 그 단백질의 구성 성분인 20종의 아미노산의 연결순서 또는 배열순서이기 때문에 유전자인 DNA가 특정 유전형질을 나타나게 하는 것은 특정 단백질의 아미노산 배열순서를 결정한다는 것을 뜻한다.