


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

DNA 팔찌

혈액형마다 다른 DNA 염기 서열을 이용하여 나만의 DNA 팔찌를 만들어 봅시다.

실험키트구성

4색 구슬, 시작 구슬, 고무줄, 스티커, 종이접시

준비물

가위

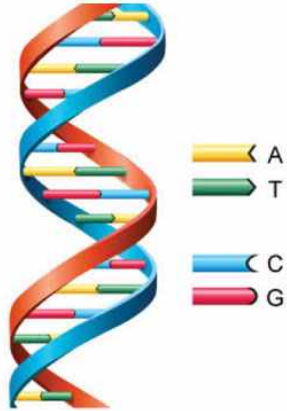
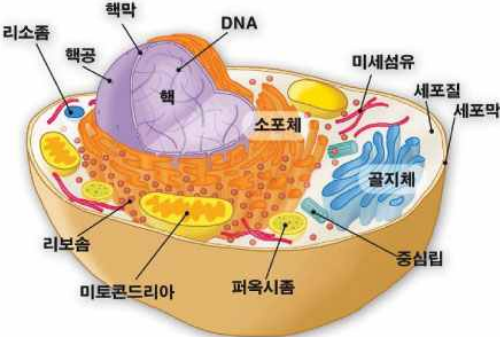
생각해보기

'쥬라기공원'이라는 영화를 기억하세요? 오래전 멸종한 공룡의 DNA를 복제하여 다시 살려낸다는 내용인데, 영화 속에서 공룡의 DNA는 어떻게 구했나요?

원리학습

DNA란 무엇일까요?

사람은 약 2조 개의 세포로 구성되어 있으며 이 세포엔 1개의 핵이 있습니다. 핵 속에는 23쌍의 염색체가 존재하며 이는 염색사가 꼬여 만들어진 것입니다.



염색사는 DNA의 이중 나선구조로 되어 있으며 오늘 우리가 활동할 DNA는 바로 이곳에 있지요.

DNA는 4가지의 염기(아데닌A, 티민T, 구아닌G, 시토신C)로 구성되어 있으며 이 4개의 염기가 어떤 순서로 배열되느냐에 따라 여러 유전정보를 담게 되는 것입니다.

이 중 혈액형을 결정하는 DNA는 46개의 염색체 중 9번 염색체에 위치하며 A, B, O, AB 형의 혈액형마다 서로 다른 염기 서열을 가지고 있습니다.

A형	ATGGCCGAGG TGTTGCGGAC GCTGGCCGGA ...
B형	AGGAAGGATG TCCTCGTGGT GACCCCTTGG ...
AB형	CGCGTGACGC TGGGGACCGG TCGGCAGCTG ...
O형	CGGGAGGCCT TCACCTACGA GCGCCGGCCC ...

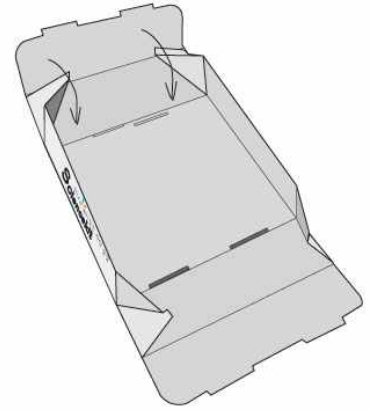
DNA를 이루고 있는 염기의 서열이 어떠한 영향에 의해 바뀌거나 없어지거나 한 경우를 유전자 돌연변이라 합니다. 이 원인은 매우 많으며 아직도 밝혀지지 않은 부분도 있지만 공기나 물 등 환경의 오염에 의한 경우도 많습니다. 유전자 돌연변이의 예를 들면, 원반형인 적혈구의 모양이 변하여 악성 빈혈을 일으키는 겸형 적혈구 빈혈증, 몸에서 멜라닌 색소를 만들어 내는 효소가 생성되지 않는 알비노(백자병 : 백호, 백사 등) 등 여러 가지 질병이 있을 수 있습니다.

인위적으로 DNA의 염기 서열을 다른 생물과 바꾸는 유전자 재조합 기술도 있습니다. 식물의 DNA에 병충해에 강한 유전자를 넣어주어 잘 자라는 식물을 만든다거나, 좀 더 열매를 많이 맺는 유전자를 넣어준다거나 하는 기술이지요. 앞으로 여러분이 연구해야할 분야입니다!

실험방법

1. 종이접시를 그림과 같이 접어 구슬을 담은 그릇으로 준비합니다.
2. 염기 4가지에 색을 다음과 같이 정합니다.

- 아데닌 A - 하늘색, ● 티민 T - 빨간색,
- 구아닌 G - 노란색, ● 시토신 C - 분홍색.



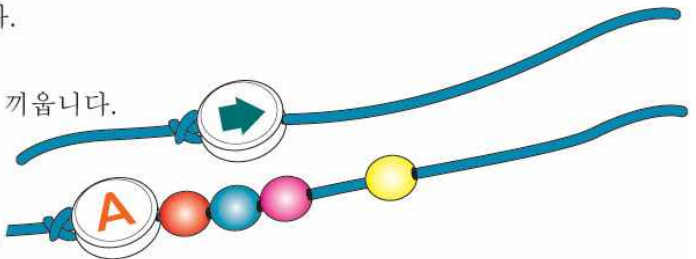
♥ 나의 혈액형은 무엇입니까?

♥ 나의 혈액형을 찾아 다음의 염기서열에 색깔을 적으세요.

A형	A T G G C C G A G G T G T T G C G G A C G C
하 빨 노	
B형	A G G A A G G A T G T C C T C G T G G T G A
하 노 노	
AB형	C G C G T G A C G C T G G G G A C C G G T C
분 노 분	
O형	C G G G A G G C C T T C A C C T A C G A G C
분 노 노	

3. 고무줄의 한 쪽 끝을 구슬이 빠지지 않게 묶어줍니다.
4. 흰색 시작 구슬을 제일 먼저 끼웁니다.
화살표 스티커를 시작 구슬 한 면에 그림의 방향으로 끼웁니다.

- 화살표가 염기서열이 진행되는 방향을 표시해줍니다.
매듭에서 나아가는 방향으로 화살표를 붙이세요.
- 시작 구슬의 다른 쪽 면에는 자신의 혈액형을 골라 붙이세요.



5. 자신의 혈액형에 해당하는 유전정보를 골라 차례로 해당 구슬을 끼웁니다.
6. 자신의 팔목 굵기에 적당한 길이가 되면 (약 18~20개 정도) 고무줄을 묶어 마무리 합니다.

실험시 주의사항

1. 구슬이 떨어지지 않게 조심하고, 줄을 놓치지 마세요.
2. 고무줄의 끝이 풀어지면 구슬을 끼우기 어렵습니다. 가위로 고무줄 끝을 잘라내어 정리한 후 구슬을 끼우세요.

확인학습

1. 자신의 팔찌를 다른 혈액형을 가진 친구와 비교하여 보세요. 색 배열이 다른가요? 같은 혈액형 끼리는 색깔의 배열이 같은지 확인해 보세요.
2. 구슬의 색깔이 바뀔 경우, 즉 염기 순서가 바뀐다면 우리 몸엔 어떤 변화가 일어날까요?

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	DNA 팔찌		실험 원리	DNA의 개념 알기	
실험 시간	40분	실험 분야	생물, 공작	실험 방법	개별 실험
세트구성물	4색 구슬, 시작 구슬, 고무줄, 스티커(혈액형, 화살표), 종이접시				
교사준비물	가위		학생준비물	자신의 혈액형 알기	
실험 결과	DNA팔찌 1개를 가져갈 수 있습니다.				
실험 팁	TIP 1. 고무줄을 묶을 때 줄을 놓치지 않도록 주의하세요. TIP 2. 유전정보대로 잘 끼웠는지 확인하고 틀렸을 때 수정하여주세요.				

생각해보기

‘슈라기공원’이라는 영화를 기억하세요? 오래전 멸종한 공룡의 DNA를 복제하여 다시 살려낸다는 내용인데, 영화 속에서 공룡의 DNA는 어떻게 구했나요?

영화에서는 공룡의 DNA를 호박석 속의 화석이된 모기에서 구했습니다. 그 모기는 중생대 공룡의 피를 빨아먹은 후 송진 속에 갇혀 화석이 된 것이지요. 현재 기술로 DNA분석까지는 가능한 이야기이며 사실 공룡의 복제는 불가능합니다.

확인학습

1. 다른 혈액형을 가진 친구와 비교하여 보세요.

각각 다른 색, 다른 혈액형을 가지고 있으므로 다른 모습을 하고 있습니다. 다양성에 대해 설명해주세요.

2. 구슬의 색깔이 바뀔 경우, 즉 염기 순서가 바뀐다면 우리 몸엔 어떤 변화가 일어날까?

유전자돌연변이(알비노증, 겸형적혈구빈혈증)가 일어납니다.

정자와 난자의 수정 시 자연적으로 일어나기도 하지만, 환경의 오염 등으로 일어날 가능성도 있습니다.

원리학습 참조

1. DNA가 밝혀지기까지

1944년 오스왈드 에이버리가 DNA(디옥시리보핵산)가 유전에 관여한다는 사실을 발견

1953년 제임스 왓슨과 프랜시스 크릭이 생명 복제의 신비를 간직한 DNA 이중나선구조를 밝힘. 인간의 경우 DNA는 23쌍(한쌍은 X, Y의 성염색체)의 염색체로 이뤄졌다. 이를 연결하면 폭 1천억분의 5cm, 길이 1백52cm가 된다. 이 안에는 30억개의 염기쌍이 들어 있다. 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 시토신(C), 티민(T) 등 4종류가 있으며, 이들은 A-T, T-A, G-C, C-G 등 4가지 염기쌍의 결합을 통해 유전암호를 만든다. DNA 안에 있는 염기쌍의 결합 구조의 모형을 완성.

1958년 미국의 생화학자 아서 콘버그와 스페인 출신의 세베로 오초아가 박테리아로부터 DNA를 복제하는 효소를 찾아냈다. 이 효소는 DNA와 단백질을 공급하면 DNA를 주형(鑄型)으로 삼고 단백질을 재료로 사용해 똑같은 DNA를 만들어낸다. 콘버그와 오초아는 이듬해 노벨생리의학상을 받았다.

1960년대 중반 마셜 니런버그, 로버트 홀리, 고빈드 코라나 등은 DNA의 유전정보를 이용해 아미노산이 어떻게 단백질로 합성되는지를 밝혀 유전 연구에 박차를 가했다. 세사람은 1968년 노벨생리의학상을 받았다.

1960년대 말 DNA 안에 어떤 유전자가 들어있는지를 알아보기 위한 유전자 가위가 발견됐다. 제한효소라고 불리는 유전자 가위는 DNA 분자를 정확한 위치에서 잘라줄 뿐 아니라 특정한 유전자를 찾아 다른 유전자들과 분리시켜 주기도 한다. 제한효소의 발견으로 DNA 연구는 비약적으로 발전하기 시작했다. 이를 발견한 스위스의 분자생물학자 베르너 아르버, 미국의 대니얼 네이션스와 해밀턴 스미스 등은 1978년 노벨생리의학상을 받았다.

2. DNA 구조

1개의 염색체엔 수천개의 유전자가 들어 있으며, 하나의 유전자는 다시 약 6000 쌍의 염기로 구성되어 있어, 약 30억 쌍으로 이루어진 DNA는 길이 1.5 m, 무게 1천억 분의 1g에 불과한 DNA 가닥에 담겨 있다.

* 인체는 60100조 개의 세포로 구성

* 1개의 세포는 2개의 게놈 (46개의 염색체)

* 1개의 염색체는 수 천개의 유전자로 구성

* 1개의 유전자는 수많은 염기 벽돌로 구성

- * 3개의 염기가 하나의 아미노산을 지정
- * 아미노산 수 만개가 모여 단백질 합성
- * 단백질이 각 개인의 형태나 성질을 나타냄

3. 계놈과 유전자

인간의 몸을 구성하는 모든 세포에는 중심에 핵이 있고 그 핵 속에는 23쌍의 염색체가 있다. 이 염색체 속에는 유전자가 있으며 계놈은 바로 유전정보가 들어있는 염색체 전체를 가리키는 말이다. 유전자는 단백질을 만들기 위한 설계도라고 할 수 있다. 태아가 자라는 것에서 일상 생활 속에서 먹고 마시는 것, 각종 질병에 걸리는 것까지 모든 생명현상을 조절하고 통제하는 것이 바로 단백질이다. 유전자라는 말과 항상 함께 등장하는 DNA는 염색체를 만드는 물질로서 단백질 설계도를 그리는 화학적 언어이다. 유전자 설계도는 아데닌(A), 티민(T), 시토신(C), 구아닌(G) 이라고 하는 4가지 염기로 그려진다. 인간 계놈은 31억6천470만 개의 염기로 이루어져 있고 유전자는 저마다 크기가 다르지만 평균적으로 6천 개의 염기로 이뤄져 있다. 인체 내 세포에서는 항상 유전자의 지시에 따라 필요한 단백질이 만들어지고 있으며 이에 따라 태아의 성과 인종 등은 물론 수십년 후에 특정 질병에 걸릴 위험까지 결정된다. 인간 계놈지도 완성은 계놈을 이루고 있는 31억6천470만 개의 염기가 어떤 순서로 배열돼 있는지를 밝혀낸 것이다.

4. 인간 유전자는 몇개인가? 3만에서 15만에 이르기까지 다양한 설이 있다.

인간계놈의 염기서열이 거의 결정됐지만 그 속에 담겨 있는 유전자의 개수는 아직 미지수로 남아있다. 일반적으로 사람 유전자 개수는 8만-10만개로 추산되고 있지만 학자들이 제시한 수는 3만에서 15만에 이르기까지 다양하다.

*2만6천-3만8천개 정도라고 주장---HGP와 셀레라사

이것은 선충(1만8천개)과 과실파리(1만3천 개)의 2배 정도에 지나지 않는 것이며 효모(6천 개)나 결핵균(4천 개)과도 큰 차이가 없는 것이다.

*2만7천7백-3만4천3백개---프랑스 지노스코프의 크롤리우스 박사

인간계놈 프로젝트의 공동 참가국인 프랑스 지노스코프의 크롤리우스 박사는 인간과 복어의 염기서열을 비교해 보면 그 숫자는 더 작아진다고 주장했다. 두 염기서열을 비교해서 동일한 유전자가 포함된 부분을 찾아내는 형식으로 계산 했더니 인간의 유전자 개수는 2만7천7백-3만4천3백개로 추정됐다

*3만8천5백개라고 주장---독일 분자생물공학 연구소의 로젠탈 박사-미국 워싱턴 대학의 필 그린 박사

1999년 12월과 올해 5월 인간 염색체 중에서 처음으로 21번, 22번 염색체의 염기서열 해독이 완료됐다. 이들 염색체의 염기쌍 수는 각각 33.8Mb(3천3백80만 염기쌍)와 33.4Mb(3천3백40만 염기쌍)으로 둘을 합하면 인간계놈 크기의 약 2%에 해당한다. 그리고 두 염색체로부터 찾은 유전자는 7백70개에 이른다. 그렇다면 단순한 산술계산으로 인간 계놈의 총 유전자수가 불과 3만8천5백개(770/0.02)라고 논문에서 주장하였다.

*4만8천11개---미국 국립 인간계놈 연구소의 콜린스 박사

초파리는 선충보다 더 고등하지만 유전자의 개수가 적은 점을 고려할 때 생물체의 복잡성이 유전자의 개수와 비례하는 것은 아니라는 말이다. 그러므로 인간계놈의 유전자가 하등 생물보다 훨씬 많을 것이라는 생각이 틀릴 수 있다는 추측도 가능하다.

*6만6천 개 이상으로 밝혀졌다고 주장---미국 오하이오 주립대학 연구팀

유전자돌연변이 [遺傳子突然變異, gene mutation]

유전자를 이루는 DNA에 구조상의 변화가 일어나서 유전자의 형질이 변한 돌연변이.

유전자의 DNA 중에서 한 개의 뉴클레오티드가 상실되든지, 다른 것과 교체되는 극히 미소한 변화를 받아도 단백질을 구성하는 아미노산이 변하여 돌연변이를 일으킨다. 이러한 변이는 자연상태에서도 100만 번의 DNA복제 중에서 한 번 정도의 비율로 일어나며, 방사선이나 약품을 처리하면 높은 빈도로 일어나기도 한다. DNA는 수백의 뉴클레오티드에 영향을 미칠 정도의 대형 변이를 받는 일도 가끔 일어난다. 이들 변이가 살아남을 수 있으면 돌연변이가 되어 나타난다. 다시 염색체의 모양이나 구조에 변화를 미칠 만큼의 대형 변이도 흔히 볼 수 있다. 이것들을 염색체 돌연변이라고 한다. 여기에는 염색체 일부의 결실, 단편의 역결합, 단편의 전좌(轉座) 등이 있다.

유전자재결합 [遺傳子再結合, gene recombination]

어떤 생물의 DNA 단편을 다른 DNA 분자에 결합시키는 조작.

바이오테크놀러지에서 가장 중요한 기술의 하나인 유전자재결합은 본래 유전자의 구조나 기능을 더 자세하게 해명하는 분자생물학 연구의 한 수단으로 고안된 것이다. 현재 널리 쓰이고 있는 방법은 1973년 미국 스탠퍼드대학교의 S.코헨박사 연구진이 처음으로 사용하였던 것이다. 이 기술은 각 생물이 지닌 종(種)의 차이라는 두꺼운 벽을 뛰어넘어 DNA의 재결합체를 만들 수 있게 하였기 때문에 분자생물학의 기초연구뿐만 아니라, 의학·농업·공업 등 광범위한 분야에 대하여 응용이 시도되고 있다. 이미 몇 가지 호르몬을 비롯한 인터페론 등 의약품을 세균이 만들도록 하는 데 성과를 거두었다.