

※ 시작 전 반드시 쪽 번호를 확인하십시오.

문제 1. 유전병의 발병원인을 규명하고 그 질병에 대한 진단 및 치료를 하기 위해서는 원인 유전자를 찾아내어 그 유전자의 기능을 분석하는 것이 중요하다. 어떤 유전병(GD)에 대한 연구를 위해 GD 환자가 많은 가계를 찾아 조사하여 가계도를 만들었다. 이 가계도의 각 구성원에 대해 대립인자 Xa와 Xb로 이루어진 인자 X에 대한 분석을 시행하여 그 결과를 가계도에 함께 표시하였다(그림 1). 인자 X에 대한 분석 방법은 아래와 같다. 각 구성원의 혈액에서 DNA를 분리한 후 그것을 주형으로 사용하여 인자 X를 포함하는 지역을 PCR(Polymerase Chain Reaction, 중합효소 연쇄 반응)로 증폭하고 PCR의 결과물을 전기영동하였다. 그 결과 인자 X는 긴 서열을 가지는 대립인자(Xa)와 짧은 서열을 가지는 대립인자(Xb)의 두 가지 형태로 나타나는 것을 확인하였다(그림 2). 다음 물음에 답하십시오.

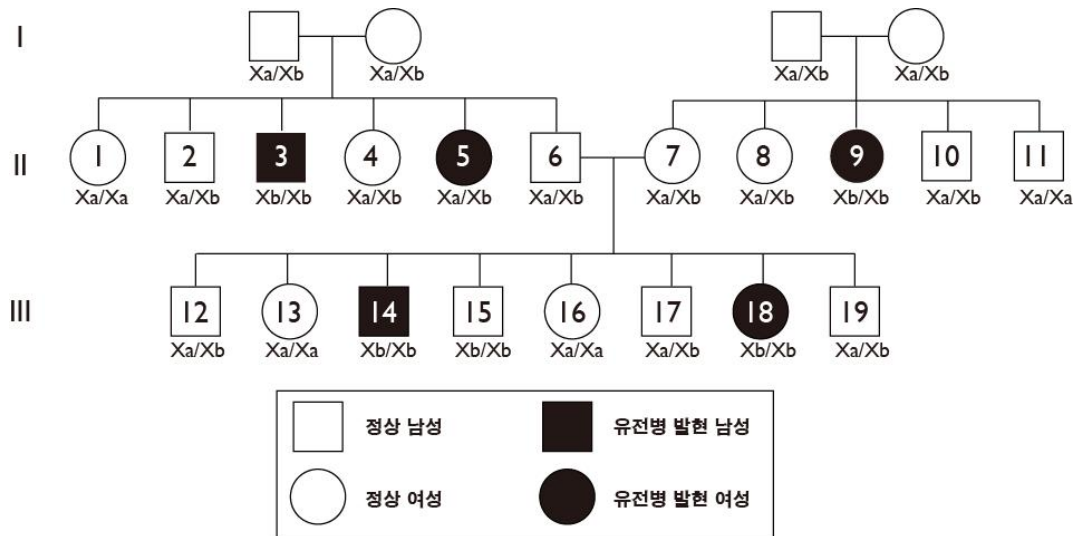


그림 1. 유전병 가계의 가계도

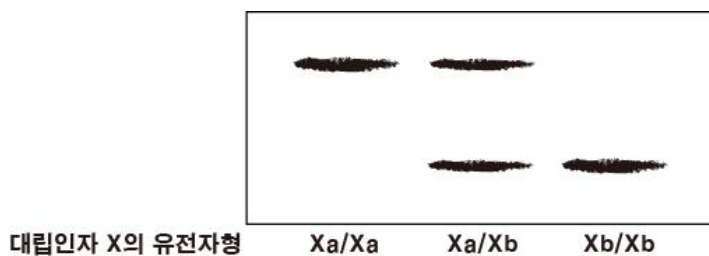


그림 2. 인자 X를 포함하는 지역을 PCR법으로 증폭한 후 결과물을 전기영동한 사진

1-1. GD가 우성인지 열성인지 답하고 그 이유를 설명하시오.

1-2. GD 관련 유전자와 인자 X가 같은 연관군에 있는지 답하고 그 이유를 설명하시오.

1-3. 만약 GD 관련 유전자와 인자 X가 같은 연관군에 있지 않다면 그림 1 가계도의 6번과 7번 사이에서 나온 직계 자손 중에서 두 대립형질(GD/유전병과 Xa/Xb) 간의 조합의 비율이 이론적으로 어떻게 나타날지 답하시오.

1-4. 위 가계도에서 GD와 인자 X 사이에 교차가 일어나 부모의 형질 조합과 다른 형질 조합을 가지게 된 자손의 번호를 모두 고르시오. 문제 1-3의 형질의 조합 중 교차에 의해서 생긴 형질의 조합을 모두 고르시오.

1-5. 약 1×10^6 염기쌍 정도의 거리에 있는 두 종류의 인자 Y와 Z 사이에 GD 관련 유전자가 위치한다는 것을 알았다(인간유전체사업의 결과로 대립인자의 서열을 알면 이 두 인자 간의 물리적 위치를 바로 알 수 있다는 점을 참고하시오). 또 인간유전체 서열 정보에 대한 주석을 해 놓은 웹사이트에 접속하여 이 지역에 1 개의 단백질을 암호화하는 유전자가 예측되어 있다는 것을 알았다. 이때 예측된 유전자가 실제 GD의 원인 유전자인지를 확인하기 위해서 어떤 실험을 해야 하는가? 순차적으로 설명하시오.

문제 2.

1. 문제 1의 GD 환자의 증상은 다음과 같다. 기관지의 점액 성분이 진하고 끈적끈적하다. 호흡이 가쁘고 기침이 심하며 폐에 감염이 쉽게 일어난다. 수분이 적은 변(똥)이 나온다. 땀이 많이 나고 그 땀이 매우 짜다.
2. GD의 원인 유전자를 찾아낸 결과 이 유전자는 세포막에 위치하는 염화 이온(Cl^-) 수송 단백질을 암호화하고 있음을 알았다.

2-1. 이 유전자가 유전체에서 차지하는 길이는 250,000 염기쌍 정도였다. 그러나 이 유전자가 전사되어 만들어진 mRNA는 길이가 6,000 염기였고, 이를 이용하여 만들어진 단백질은 1,500개의 아미노산으로 이루어져 있었다.

- 1) 이와 같이 유전자의 길이와 mRNA의 길이에 차이가 있는 이유를 설명하시오.
- 2) mRNA의 길이와 단백질을 암호화하는 부위의 길이에 상당한 차이가 나타나는데 그 이유는 무엇인지 설명하시오.

2-2. 다음 그림에서 이 단백질이 번역되는 세포 내 장소는 어디인지 고르고 설명하시오.

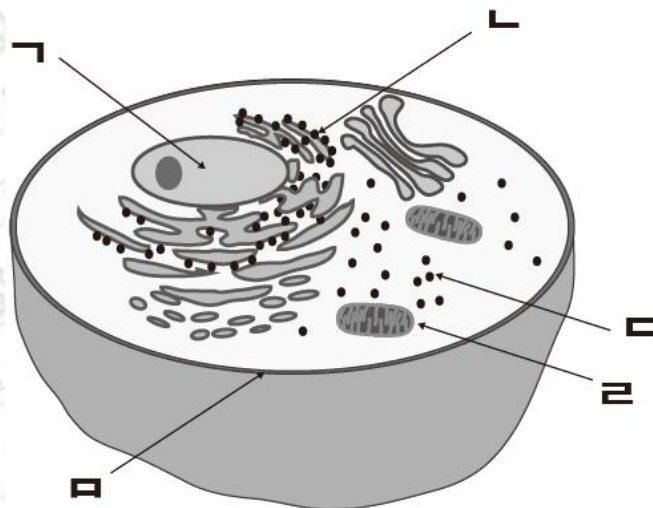


그림 3. 동물세포 내부를 나타낸 모식도

2-3. 전 세계의 여러 나라에서 GD 환자들을 분석한 결과, 조사한 GD 환자 중 66~70%의 환자에서 508번 아미노산(페닐알라닌)이 결실된 돌연변이가 발견되었다. 특히하게도 미국의 GD 환자 중에서는 이 돌연변이가 90%의 높은 빈도로 나타났다. 아래 GD단백질의 아미노산 서열 분석도를 참조하여 다음 물음에 답하시오.

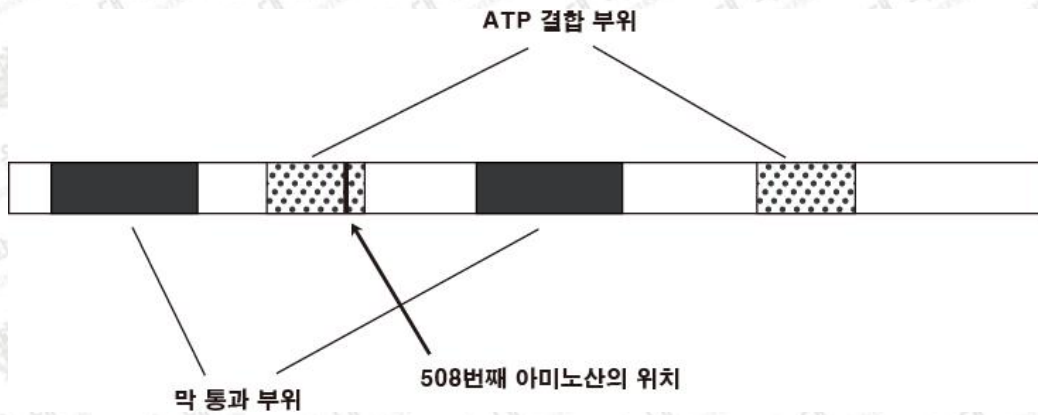


그림 4. GD 단백질의 기능부위와 돌연변이 위치 분석

- 1) 508번째 위치의 아미노산 결실이 단백질의 기능에 어떻게 영향을 미칠지 설명하시오.
- 2) 508번째 위치의 아미노산 결실이 미국에서 더 높은 빈도로 나타나는 이유를 설명하시오.

2-4. 문제 2에서 설명한 GD 환자의 증상이 나타나는 이유를 유전자의 기능이라는 관점에서 각 조직별로 설명하시오.

활용 모집단위

자연과학대학 생명과학부

간호대학, 농업생명과학대학(식품생산과학부, 식품동물생명공학부, 응용생물화학부, 바이오시스템소재학부)
생활과학대학(식품영양학과, 의류학과)

활용 문항

[문제 1], [문제 2]

[문제 1]

1-1.

[출제의도] 가계도와 우열관계에 대한 이해를 묻는 문제이다.

[개념] 가계도와 우열의 법칙

[출처] 이준규 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-2. 사람의 유전”, 《생명과학Ⅰ》, 천재교육, 78쪽.
심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 사람의 유전”, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 88쪽.
권혁빈 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 멘델 법칙”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 70쪽.
권혁빈 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 사람의 유전 형질”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 83쪽.
박희송 외, “2. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 멘델의 유전 법칙”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 88쪽.

1-2.

[출제의도] 연관과 연관군에 대한 기본개념을 확실히 알고 있는지 묻는 문제이다.

[개념] 연관, 연관군

[출처] 권혁빈 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 멘델 법칙”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 79~80쪽.
심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 사람의 유전”, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 84쪽.

1-3.

[출제의도] 우열관계가 다른 두 대립인자의 분리의 개념을 이해하는지 파악하는 문제이다.

[개념] 형질, 멘델법칙의 확장

[출처] 심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 사람의 유전”, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 80쪽.
권혁빈 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 멘델 법칙”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 69쪽.
박희송 외, “2. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 멘델의 유전 법칙”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 87~88쪽.
권혁빈 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 멘델 법칙”, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 78쪽.

1-4.

[출제의도] 연관된 두 대립인자의 분리 시 부모형과 교차형(재조합형)을 구별할 수 있는지 파악하는 문제이다.

[개념] 연관과 교차

[출처] 심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 1-2. 세포 분열”, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 65쪽.
심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 사람의 유전”, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 84쪽.
이준규 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-1. 유전의 기본 원리”, 《생명과학Ⅰ》, 천재교육, 74쪽.

총 7쪽 중 5쪽

이 문서는 상업적인 목적으로 사용할 수 없으며, 문서의 변형 및 발체도 금지합니다.

1-5.

[출제의도] 유전병 관련 후보 유전자를 찾은 후, 그 유전자가 유전병의 원인 유전자인지를 확인하는 과정의 원리를 수험생이 가지고 있는 지식(DNA 염기서열 분석, 유전자 재조합, 생명공학 기술 등)을 활용하여 도출할 수 있는지 여부를 알아보고자 하는 문제이다.

[개념] 생명 공학 기술

[출처] 이길재 외, “Ⅱ. 유전자와 생명 공학, 2-1. 생명 공학 기술”, 《생명과학Ⅱ》, 상상아카데미, 150쪽.
이준규 외, “Ⅱ. 유전자와 생명 공학, 2-1. 생명 공학 기술의 원리와 응용”, 《생명과학Ⅱ》, 천재교육, 142쪽.
이준규 외, “Ⅱ. 유전자와 생명 공학, 2-1. 생명 공학 기술의 원리와 응용”, 《생명과학Ⅱ》, 천재교육, 146쪽.
심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-3. 사람의 돌연변이”, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 102쪽.

2-1.

[출제의도] 1) 유전자의 구조를 교과서 수준에서 이해하는지를 묻는 문제이다. 교과서에서 제시된 유전자와 mRNA의 구조를 보고 그 차이를 이해하는지 묻고 있다.
2) 교과서에 나온 mRNA의 구조를 이해하고 RNA 수송과 효율적인 번역, RNA 수명조절 등을 위해 필요한 서열신호가 필요함을 유추할 수 있는지 묻는 문제이다.

[개념] 형질 발현

[출처] 박희송 외, “2. 유전자와 생명공학, 1-3. 형질 발현”, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 142~154쪽.
심규철 외, “Ⅱ. 유전자와 생명 공학, 1-2. 유전자의 발현”, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 150~161쪽.

2-2.

[출제의도] 교과서에서 설명하고 있는 분비단백질과 마찬가지로 막단백질도 세포막으로 전달되기 위해서는 번역과정에서 인지질 이중막 속에서 생성되어야 한다는 사실을 추론할 수 있는지 묻는 문제이다.

[개념] 세포의 구조와 기능, 세포막을 통한 물질 이동

[출처] 이준규 외, “1. 세포와 물질대사, 1-2. 생명 공학 기술의 원리와 응용”, 《생명과학Ⅱ》, 천재교육, 24~26쪽.
박희송 외, “1. 세포와 물질대사, 1-3. 세포 소기관의 구조와 기능”, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 26쪽.

2-3.

[출제의도] 1) 교과서에서 소개된 다양한 돌연변이에 의해 단백질이 변형되었을 때 어떻게 그 기능을 잃게 될지 추론하는 문제이다.
2) 하디-바인베르크(Hardy-Weinberg) 법칙이 깨지는 경우, 그 이유를 추론할 수 있는지 묻는 문제이다. 특히 교과서에서 배우는 유전적 부동을 적용할 수 있는지 묻고 있다.

[개념] 유전자 돌연변이, 유전적 부동

[출처] 심규철 외, “Ⅱ. 세포와 생명의 연속성, 2-3. 사람의 돌연변이”, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 101쪽.
이길재 외, “Ⅱ. 유전자와 생명 공학, 1-3. 유전자 발현 과정”, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 118쪽.
권혁빈 외, “Ⅲ. 생물의 진화, 3-2. 집단 유전과 진화”, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 287~293쪽.
이길재 외, “Ⅲ. 생물의 진화, 2-2. 집단 유전학”, 《생명과학Ⅱ》, 상상아카데미, 287~293쪽.

2-4.

[출제의도] 문제에서 주어진 유전자의 기능을 이용하여 증상을 추론할 수 있는지 여부를 묻는 문제이다.

[개념] 세포막을 통한 물질 이동

[출처] 이길재 외, “Ⅰ. 세포와 물질대사, 1-3. 세포막을 통한 물질 이동”, 《생명과학Ⅱ》, 상상아카데미, 36쪽~45쪽.
권혁빈 외, “Ⅰ. 세포와 물질대사, 1-3. 세포막을 통한 물질 출입”, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 36쪽~44쪽.