

2015학년도 교육과정 탐구영역 배경지식

# 국어 영역 (생명과학 I)

|    |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 성명 |  | 수험 번호 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

- 문제지의 해당란에 성명과 수험번호를 정확히 쓰시오.
- 답안지의 필적 확인란에 다음의 문구를 정자로 기재하십시오.

두뇌가 우리가 이해할 수 있을 만큼 단순했다면,  
우리는 너무 단순해서 두뇌를 이해할 수가 없을 것이다.

- 답안지의 해당란에 성명과 수험번호를 쓰고, 또 수험번호와 답을 정확히 표시하십시오.
- 문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하십시오.  
배점은 2점 또는 3점입니다.

※ 시험이 시작되기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

## 제1 교시

## 국어 영역

## 1. 생물의 특성

지구에는 사람을 포함하여 매우 다양한 생물이 살고 있다. 생물은 보통 겉모습으로 비생물과 구별할 수 있지만, 구별하기 어려울 때도 있다. 생물을 비생물과 구별할 수 있는 특성은 무엇인지 알아보자.

비생물도 생물처럼 자라거나 움직일 수 있어서 생물을 단순히 자란다, 움직인다 등의 특성만으로 비생물과 구별할 수는 없다. 생물은 여러 가지 생명 현상의 특성을 공통으로 가지고 있다.

모든 생물의 몸은 **세포**로 이루어져 있다. 아메바와 같이 하나의 세포로 이루어진 생물을 단세포 생물, 사람과 같이 많은 수의 세포로 이루어진 생물을 다세포 생물이라고 한다. 사람과 같은 다세포 생물은 세포가 모여 조직을, 조직이 모여 기관을, 기관이 모여 개체를 이루는 복잡하고 조직화한 정교한 체제를 갖추고 있다.

생물의 체내에서는 생명 현상을 유지하기 위해 물질을 합성하거나 분해하는 **물질대사**가 끊임없이 일어난다. 물질대사가 일어날 때는 에너지가 흡수되거나 방출되며, 효소가 관여한다. 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성하는 광합성과 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡은 모두 물질대사에 해당한다. 생물은 물질대사를 통해 필요한 물질과 에너지를 얻음으로써 생명을 유지하므로 물질대사는 생물과 비생물을 구분하는 중요한 특성 중 하나이다.

개구리와 같은 다세포 생물은 하나의 수정란이 개체로 되는 **발생**을 하며, 어린 개체는 체세포 분열을 통해 세포 수를 늘려가면서 **성장**한다. 즉, 다세포 생물은 발생과 성장을 통해 구조적, 기능적으로 완전한 개체가 된다.

생물은 **자극**에 여러 가지 방식으로 **반응**한다. 우리는 뜨거운 물체에 손이 닿으면 순간적으로 손을 떼며, 미모사는 잎에 다른 물체가 닿으면 잎이 오므라드는 반응을 나타낸다. 이처럼 생물은 자극에 적절히 반응하여 생명을 보호하고 유지한다.

생물은 몸에서 감지된 자극에 반응함으로써 내부와 외부의 환경 변화에 대처하여 체내의 상태를 일정하게 유지하려는 **항상성**이 있다. 우리 몸에서 혈당량, 체온 등이 일정하게 유지되는 것은 항상성의 예이며, 이러한 항상성은 내분비계와 신경계의 작용을 통해 조절된다.

모든 생물은 종족을 유지하기 위해 자신을 닮은 개체를 만드는 **생식**을 한다. 생식을 통해 생물은 자신의 유전 물질을 자손에게 전해 주므로 새로 태어나는 개체는 어버이의 형질을 물려받게 된다. 이처럼 어버이의 형질은 자손에게 **유전**되는데, 적록 색맹인 어머니로부터 적록 색맹인 아들이 태어나는 것은 유전의 예이다.

건조한 사막에 사는 선인장은 잎이 가시 모양으로 변형되어 수분 손실을 줄일 수 있으며, 뱀은 머리뼈의 관절에서 아래턱을 분리하여 큰 먹이를 삼킬 수 있다. 이처럼 생물은 자신이 살아가는 환경에 적합한 몸의 형태와 기능, 생활 습성 등을 가지도록 변화하는 **적응**을 한다. 환경에 잘 적응한 생물은 그렇지 않은 생물보다 살아남아 자손을 남길 확률이 높다.

생물은 오랜 시간 환경에 적응해 가면서 새로운 종으로 **진화**한다. 현재 지구에 다양한 생물이 존재하는 것은 공통 조상으로부터 출발한 생물이 서로 다른 환경 또는 다른 생물과 끊임없이 상호 작용하면서 진화한 결과이다.

에어컨은 온도 변화에 반응하여 실내 온도가 설정 온도보다 올라가면 켜지고, 설정 온도보다 내려가면 꺼진다. 이처럼 비생물에서도 자극에 대한 반응과 같은 생물의 특성이 나타날 수 있다. 따라서 생물과 비생물을 구분하기 위해서는 생물이 가진 특성을 모두 고려해야 한다.

바이러스는 모양이 매우 다양하고, 크기가 세균보다 훨씬 작다. 또, 세포로 이루어져 있지 않고, 단백질 껍질 속에 유전 물질인 핵산이 들어 있는 단순한 구조를 하고 있다.

바이러스는 독자적으로 물질대사를 할 수 없어 숙주 세포 밖에서는 입자 상태로 존재하는 **비생물적 특성**을 나타낸다. 그러나 바이러스는 살아 있는 숙주 세포 내에서 증식할 수 있으며, 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 많은 변종 바이러스가 형성된다. 이를 통해 다양한 환경에 적응하며 진화하는 **생물적 특성**을 나타낸다. 즉, 바이러스에는 일부 생물적 특성이 존재하기도 하지만, 비생물적 특성도 존재한다.

### 1. 표는 4종류 곤충의 먹이 섭취 방법과 입 모양을 나타낸 것이다.

| 구분       | 나비                                                                                   | 매미                                                                                    | 파리                                                                                    | 잠자리                                                                                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 먹이 섭취 방법 | 입을 뻗어서 빨아 먹음                                                                         | 입으로 찢어서 빨아 먹음                                                                         | 입으로 핥아 먹음                                                                             | 입으로 씹어 먹음                                                                             |
| 입 모양     |  |  |  |  |

이 자료에 나타난 생명 현상의 특성과 가장 관련이 깊은 것은?

- ① 미모사의 잎을 만지면 잎이 접힌다.
- ② 식물 종자가 발아하여 뿌리, 줄기, 잎으로 분화한다.
- ③ 효모를 이용하여 막걸리를 만들 때 CO<sub>2</sub>가 발생한다.
- ④ 사람의 체온이 낮아지면 근육이 떨리면서 열이 발생한다.
- ⑤ 초식동물의 소화관 길이는 비슷한 몸집을 가진 육식동물의 소화관 길이보다 길다.

2. 다음은 거미가 거미줄을 이용하여 먹이를 잡는 과정의 일부를 설명한 것이다.

거미줄에 먹이가 걸리면 거미줄에 진동이 발생한다.  
㉠ 거미는 이 진동을 감지하여 먹이를 향해 다가간다.



㉠에 나타난 생명 현상의 특성과 가장 관련이 깊은 것은?

- ① 효모는 출아법으로 증식한다.
- ② 장구벌레가 자라서 모기가 된다.
- ③ 쿡은 저장된 녹말을 이용하여 발아한다.
- ④ 색맹인 어머니로부터 색맹인 아들이 태어난다.
- ⑤ 지렁이에게 빛을 비추면 어두운 곳으로 이동한다.

3. 그림은 서식 환경에 따른 두 토끼의 생김새를 나타낸 것이다.



사막 지역



북극 지역

자료에 나타난 생명 현상의 특성과 가장 관련이 깊은 것은?

- ① 효모는 출아법으로 번식한다.
- ② 미모사의 입을 건드리면 입이 접힌다.
- ③ 장구벌레는 번데기 시기를 거쳐 모기가 된다.
- ④ 지렁이에게 빛을 비추면 어두운 곳으로 이동한다.
- ⑤ 선인장은 잎이 가시로 변해 건조한 환경에 살기에 적합하다.

## 2. 생명 과학의 특성과 탐구 방법

생명 과학은 물질이나 우주의 생성 등을 연구하는 타 과학 분야와 달리 지구에 사는 생물의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다. 생명 과학의 연구 대상은 개체, 기관, 조직, 세포, 세포를 구성하는 분자로 세분화할 수 있으며, 같은 종의 개체들의 집단인 개체군, 같은 지역에서 상호 작용하며 살아가는 개체군들의 집단인 군집, 군집이 환경과 상호 작용하는 생태계로 확장할 수 있다. 따라서 생명 과학은 생명의 본질을 분자와 세포 수준에서 파악하는 미시적인 영역과 유전, 생물의 다양성, 생태, 진화 등을 연구하는 거시적이고 종합적인 영역으로 구분할 수 있다.

생명 과학은 생명체에서 일어나는 여러 가지 현상을 탐구하여 생명을 유지하는 원리를 이해함으로써 생명의 본질을 밝히고자 한다. 또, 연구 성과를 의료, 환경, 신약 개발, 생물 자원 개발 등 다양한 분야에 응용하여 인류가 당면한 질병, 환경 오염, 기후 변화 등과 같은 과제를 해결하는 데 이용하는 종합 학문이다.

관찰을 통해 수국의 꽃 색깔이 서식 환경에 따라 달라진다는 것을 알게 되고 그 까닭을 알아보기 위해 탐구를 하듯이, 오래전부터 과학자들은 생명 현상을 직접 관찰하고 탐구함으로써 생명 과학에 관한 지식을 얻었다. 생명 과학 탐구의 시작은 관찰이며, 관찰을 통해 얻은 여러 가지 사실을 토대로 한 생명 과학의 탐구 방법에는 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법이 있다.

귀납적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하는 과정에서 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 끌어내는 탐구 방법이다. 모든 생물의 몸은 세포로 이루어져 있다는 생명 과학 지식은 여러 생명 과학자가 다양한 생물을 관찰하면서 얻은 사실들이 축적되어 완성된 것으로, 귀납적 탐구 방법이 이용되었다. 또, 오랜 세월 동안 연구한 결과를 종합하여 자연 선택이 진화의 원리라는 것을 밝힌 다윈의 진화론, 사람의 유전체를 이루는 DNA 염기 서열을 알아내고 유전자의 위치를 밝힌 사람 유전체 사업 등도 귀납적 탐구 방법을 이용한 예이다.

연역적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문의 답을 찾기 위해 가설을 세우고, 체계적인 검증을 통해 결론을 얻는 탐구 방법이다.

**가설**이란 관찰을 통해 인식한 문제를 해결하기 위한 잠정적인 답이다. 가설은 예측 가능해야 하고, 옳은지 그른지 실험이나 관측을 통해 확인할 수 있어야 한다.

가설을 검증하기 위하여 **탐구**를 설계하고 수행한다. 탐구를 수행할 때는 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 하여 실험 결과의 타당성을 높여야 한다. 실험에 관계되는 요인을 변인이라고 하는데, 변인에는 독립변인과 종속변인이 있다. 실험할 때는 실험 결과에 영향을 미치는 변인을 적절히 통제해야 한다. 그리고 실험을 반복하여 실험 결과의 신뢰도를 높여야 한다.

탐구를 수행하여 얻은 **결과**는 표나 그래프 등으로 정리하여 분석한다. 이 과정에서 처음에 설정한 가설이 옳지 않다고 판단되면 가설을 수정하여 새로운 탐구를 설계한 후 다시 수행한다. 그리고 실험 결과를 분석한 내용이 가설과 일치하면 결론을 내린다. 이 결론이 다른 과학자들의 탐구를 통해 반복해

서 확인되면 이론이나 학설로 인정받아 일반화되며, 이로써 새로운 생명 과학 지식을 얻는다.

4. 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구이다.

- (가) 딱충새우가 서식하는 산호의 주변에는 산호의 천적인 불가사리가 적게 관찰되는 것을 보고, 딱충새우가 산호를 불가사리로부터 보호해 줄 것이라고 생각했다.  
 (나) 같은 지역에 있는 산호들을 집단 A와 B로 나눈 후, A에서는 딱충새우를 그대로 두고, B에서는 딱충새우를 제거하였다.  
 (다) 일정 시간 동안 불가사리에게 잡아먹힌 산호의 비율은 ㉠에서가 ㉡에서보다 높았다. ㉠과 ㉡은 A와 B를 순서 없이 나타낸 것이다.  
 (라) 산호에 서식하는 딱충새우가 산호를 불가사리로부터 보호해준다는 결론을 내렸다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >  
 ㄱ. ㉠은 A이다.  
 ㄴ. (나)에서 조작 변인은 딱충새우의 제거 여부이다.  
 ㄷ. (다)에서 불가사리와 산호 사이의 상호 작용은 포식과 피식에 해당한다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구이다.

- (가) 서식 환경과 비슷한 털색을 갖는 생쥐가 포식자의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리할 것이라고 생각했다.  
 (나) ㉠갈색 생쥐 모형과 ㉡흰색 생쥐 모형을 준비해서 지역 A와 B 각각에 두 모형을 설치했다. A와 B는 각각 갈색 모래 지역과 흰색 모래 지역 중 하나이다.  
 (다) A에서는 ㉠이 ㉡보다, B에서는 ㉡이 ㉠보다 포식자로부터 더 많은 공격을 받았다.  
 (라) ㉠서식 환경과 비슷한 털색을 갖는 생쥐가 생존에 유리하다는 결론을 내렸다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >  
 ㄱ. A는 갈색 모래 지역이다.  
 ㄴ. 연역적 탐구 방법이 이용되었다.  
 ㄷ. ㉠은 생물의 특성 중 적응과 진화의 예에 해당한다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

### 3. 생명 활동과 에너지

세포에서는 구조를 유지하고 환경 변화에 반응하며, 성장하고 증식하는 등 역동적인 생명 활동이 일어난다. 이러한 생명 활동이 일어나기 위해서는 에너지가 필요하며, 이 에너지는 세포의 물질대사에서 얻는다.

물질대사는 세포에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응으로, 동화 작용과 이화 작용으로 구분된다. **동화 작용**은 저분자 물질로부터 고분자 물질을 합성하는 반응이다. 단백질이나 핵산과 같은 세포의 구성 성분을 합성하는 것은 동화 작용에 해당한다. **이화 작용**은 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 반응이다. 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포 호흡이나, 글리코젠과 같은 복잡한 탄수화물을 포도당과 같은 단순한 탄수화물로 분해하는 것은 이화 작용에 해당한다. 이러한 물질 대사에서 반응의 각 단계에는 특정한 효소가 관여한다.

동화 작용은 에너지가 흡수되는 반응이고, 이화 작용은 에너지가 방출되는 반응이다. 이처럼 물질대사에서 물질의 변화가 일어날 때는 에너지의 출입, 전환, 저장이 함께 일어난다.

세포는 이화 작용을 통해 방출된 에너지 일부를 사용하여 생명 활동에 필요한 물질을 합성하는 동화 작용을 한다. 이처럼 생명 현상은 끊임없이 에너지를 소모하는 과정이므로 에너지의 공급 없이는 유지될 수 없다.

사람은 생명 활동에 필요한 에너지를 **세포 호흡**을 통해 얻는다. 세포 호흡은 조직 세포에서 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 과정으로, 세포질과 미토콘드리아에서 일어난다.

세포 호흡에서 포도당은 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되며 에너지를 방출한다. 이때 에너지 일부는 **ATP**라는 화합물에 화학 에너지 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다. ATP는 아데닌과 리보스에 세 개의 인산기가 결합한 화합물이다. ATP가 분해될 때 제일 끝부분의 인산기가 분리되어 에너지가 방출되며, 생명체는 이 에너지를 사용하여 생명 활동을 한다. 이 과정에서 생성된 ADP와 무기 인산은 세포 호흡을 통해 다시 ATP로 합성된다.

ATP에 저장된 에너지는 화학 에너지, 기계적 에너지, 열에너지, 소리 에너지 등으로 전환되어 근육 수축, 발열, 물질 합성, 물질 운반 등 다양한 생명 활동에 사용된다. 그 결과 근육 운동, 체온 유지, 성장, 정신 활동, 발성 등이 일어난다.

세포가 물질대사를 통해 ATP를 합성하기 위해서는 산소와 영양소가 필요하다. 수 많은 세포로 이루어진 사람의 몸에서 산소와 영양소는 어떻게 세포에 공급될까?

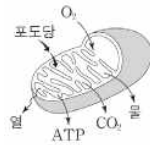
사람은 음식물 섭취를 통해 세포의 생명 활동에 필요한 영양소를 공급받는다. 음식물 속의 영양소를 분해하거나 흡수하는 일은 소화계에서 일어난다. 몸속으로 흡수된 영양소는 세포로 운반되어 세포 호흡에 이용된다. 또, 세포 호흡이 진행되려면 영양소 외에 산소가 필요하며, 세포 호흡의 결과로 이산화 탄소가 생성된다. 세포 호흡에 필요한 산소를 받아들이고, 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출하는 일은 호흡계에서 일어난다.

조직 세포로 산소와 영양소를 공급하고 노폐물을 몸 밖으로

배설하기 위해서는 효율적인 물질 운반 수단이 필요하다. 이러한 운반 기능은 순환계가 담당하며, 순환계는 펌프 역할을 하는 심장과 인체의 모든 부분에 혈액을 공급하는 혈관으로 구성되어 있다.

음식물 속의 영양소가 조직 세포에서 분해되면서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, ATP가 분해되면서 방출된 에너지는 세포의 생명 활동에 사용된다. 이 과정에 소화계, 호흡계, 순환계가 관여한다. 각 기관계는 세포에서 물질 대사가 원활하게 일어날 수 있도록 정교하게 상호 작용하며, 통합적으로 기능을 수행한다.

6. 그림은 사람의 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



- < 보 기 >
- ㄱ. 미토콘드리아에서 이화 작용이 일어난다.  
 ㄴ. ATP의 구성 원소에는 인(P)이 포함된다.  
 ㄷ. 포도당이 분해되어 생성된 에너지의 일부는 체온 유지에 이용된다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 다음은 효모를 이용한 실험 과정을 나타낸 것이다.

- (가) 증류수에 효모를 넣어 효모액을 만든다.  
 (나) 발효관 I 과 II에 표와 같이 용액을 넣는다.

| 발효관 | 용액                        |
|-----|---------------------------|
| I   | 증류수 15mL + 효모액 15mL       |
| II  | 3% 포도당 용액 15mL + 효모액 15mL |

- (다) I 과 II를 모두 항온기에 넣고 각 발효관에서 10분 동안 발생한 ㉠기체의 부피를 측정한다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠에 이산화 탄소가 있다.  
 ㄴ. II에서 이화 작용이 일어난다.  
 ㄷ. (다)에서 측정한 ㉠의 부피는 I에서가 II에서보다 크다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

#### 4. 노폐물의 생성과 배설

세포가 세포 호흡을 통해 에너지를 전환하는 과정에서 여러 가지 노폐물이 생성된다. 탄수화물, 지방, 단백질은 공통으로 탄소, 수소, 산소로 이루어져 있어 이들이 세포 호흡에 이용되면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 그러나 단백질은 질소도 포함하고 있으므로 세포 호흡에 이용되면 이산화 탄소와 물뿐만 아니라 질소 노폐물인 암모니아( $\text{NH}_3$ )도 생성된다.

배설은 이산화 탄소, 물, 암모니아와 같이 물질대사의 결과 생성된 노폐물이나 독성 물질을 몸 밖으로 내보내는 과정이다. 배설을 통해 세포 호흡이 원활하게 일어날 수 있도록 몸의 내부 환경이 유지된다.

암모니아는 독성이 강해 간에서 물질대사를 통해 독성이 약한 요소로 전환된다. 물질대사의 결과 생성되는 물질 중 여분의 물과 요소는 순환계를 통해 배설계로 이동되며, 배설계에서는 혈액 속의 요소를 걸러 내어 물과 함께 오줌으로 배설한다. 물질 대사의 결과 생성된 노폐물을 배설하는 과정을 알아보자.

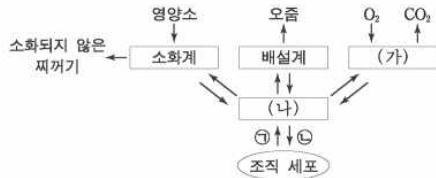
배설계를 구성하는 콩팥은 혈액을 걸러 오줌을 생성하고, 오줌은 방광에 모였다가 몸 밖으로 나간다. 우리 몸은 배설계를 통해 혈액 속의 노폐물을 몸 밖으로 내보내고 혈액의 성분과 수분량 등을 조절한다.

세포가 생명 활동을 유지하기 위해 에너지를 얻는 과정에서 소화계, 호흡계, 순환계의 통합적 작용이 일어난다. 물질대사의 결과 생성된 노폐물이 몸 밖으로 배설될 때도 여러 기관계의 통합적 작용이 일어난다. 순환계는 혈액을 순환시키면서 이산화 탄소, 요소, 여분의 물 등을 운반하고, 호흡계는 몸 밖으로 이산화 탄소를 배출한다. 배설계는 혈액에서 요소와 여분의 물을 걸러 내어 오줌을 생성하고 배설한다. 이처럼 노폐물의 배설 과정은 물질대사와 호흡계, 순환계, 배설계의 통합적 작용으로 일어난다.

여러 기관계는 통합적으로 작용하므로 어느 한 기관계의 작용에 이상이 생기면 정상적인 생명 활동을 유지하기 어렵다. 예를 들어 순환계에 이상이 생기면 산소와 영양소가 세포로 잘 운반되지 않아 세포 호흡을 통한 에너지의 저장과 사용이 원활하게 일어나지 않는다. 또, 물질대사의 결과 생성된 노폐물이 배설되지 못하면 세포나 조직이 해를 입는다.

우리 몸에서는 물질대사를 통해 물질의 생성과 변화가 일어나고, 그 결과 생성된 노폐물의 제거 작용이 일어난다. 이 과정에서 여러 기관계는 서로 다른 기능을 수행하면서도 통합적으로 작용함으로써 생명을 유지한다.

8. 그림은 체내에서 일어나는 물질의 이동 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 순환계와 호흡계 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각  $O_2$ 와  $CO_2$  중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은  $CO_2$ 이다.  
 ㄴ. (가)는 호흡계이다.  
 ㄷ. 심장은 (나)에 속한다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 그림은 사람의 4가지 기관과 각 기관이 속하는 기관계 (가)~(라)를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계 중 하나이다.

| 기관  |  |  |  |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|     | 콩팥                                                                                  | 폐                                                                                   | 소장                                                                                  | 심장                                                                                  |
| 기관계 | (가)                                                                                 | (나)                                                                                 | (다)                                                                                 | (라)                                                                                 |

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 배설계이다.  
 ㄴ. 세포 호흡 결과 생성된 물질 중 일부는 (나)를 통해 체외로 배출된다.  
 ㄷ. 음식물로 섭취한 포도당은 (다)에서 흡수되어 (라)를 통해 조직 세포로 이동한다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 5. 물질대사의 중요성

우리 몸에서 물질대사의 이상으로 발생하는 질환을 통틀어 **대사성 질환**이라고 한다. 대사성 질환에는 포도당 대사 이상에 의한 고혈당, 당뇨병, 지방 대사 이상에 의한 고지질 혈증, 비만 등이 있으며, 이러한 질환에 의해 발생하는 심혈관계 질환, 뇌혈관계 질환 등도 포함될 수 있다.

고지질 혈증은 혈액 속에 콜레스테롤, 중성 지방 등이 과다하게 들어 있는 상태를 말한다. 혈액 속에 콜레스테롤이 많아져서 혈관 벽에 쌓이면 동맥 경화를 일으키고, 고혈압, 심장병, 뇌졸중 등의 원인이 된다.

비만 등으로 내장에 지방이 많이 쌓이면 혈액 속에 지방산이 증가하고, 간에도 지방이 쌓이는 지방간이 되어 각종 성인병으로 발전할 수 있다. 대사성 질환은 물질대사의 이상 현상이 오랜 시간을 두고 서서히 진행되면서 나타난다. 생활 방식이 변화하고, 고령화가 진행됨에 따라 비만, 당뇨병 등 대사성 질환이 많이 발생하고 있다.

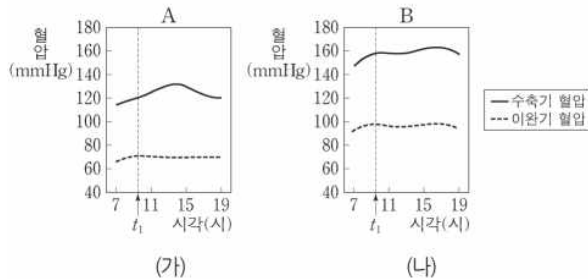
체온 조절, 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 활동과 같은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양을 **기초 대사량**이라고 한다. 기초 대사량을 제외하고 육체적 활동에 필요한 에너지양을 활동 대사량이라고 하며, 이때 소모되는 에너지는 활동의 종류, 시간, 강도 등에 따라 달라진다. 또, 음식물이 소화, 흡수, 운반, 저장되는 과정에도 에너지가 소모된다. 우리 몸이 하루에 필요로 하는 에너지양인 **1일 총 대사량**은 기초 대사량과 여러 가지 활동에 필요한 에너지양을 모두 포함한다.

우리가 섭취한 음식물로부터 얻은 에너지양이 활동에 필요한 에너지양보다 적으면, 우리 몸은 지방이나 근육에 포함된 단백질을 분해하여 필요한 에너지를 얻는다. 이러한 상태가 지속되면 체중이 감소하며, 면역력이 떨어져 각종 질환이 발생할 가능성이 커진다. 활동에 필요한 에너지양보다 더 많은 에너지양을 섭취하면, 생명 활동에 사용되고 남은 에너지는 지방의 형태로 저장된다. 이러한 상태가 지속되면 체지방 축적량이 증가하고 체중이 증가하며 당뇨병, 고혈압 등 대사성 질환이 발생하게 된다. 따라서 건강한 몸을 유지하려면 음식물로부터 얻는 에너지양과 여러 활동을 통해 소모하는 에너지양이 균형을 이루어야 한다.

우리 몸의 지방이 줄고 근육이 발달할수록 기초 대사량이 높아지므로 규칙적으로 운동하면 에너지 균형을 유지하는 데 도움이 된다. 또, 우리 몸이 생명 현상을 유지하기 위해서는 여러 종류의 영양소가 필요하므로 균형 잡힌 식단의 구성도 중요하다. 일반적으로 대사성 질환은 잘못된 생활 습관, 과도한 영양 섭취, 부족한 에너지 소모, 비만 등으로 발생하며, 유전, 스트레스 등에 의해서도 발생한다. 대사성 질환은 치료에 많은 시간과 노력이 필요하므로 올바른 생활 습관을 통해 예방하는 것이 중요하다.



10. 그림 (가)와 (나)는 각각 사람 A와 B의 수축기 혈압과 이완기 혈압의 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 정상인과 고혈압 환자를 순서 없이 나타낸 것이다.



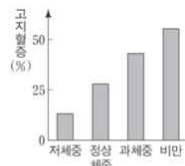
이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 대사성 질환 중에는 고혈압이 있다.  
 ㄴ.  $t_1$ 일 때 수축기 혈압은 A가 B보다 높다.  
 ㄷ. B는 고혈압 환자이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 표는 성인의 체질량 지수에 따른 분류를, 그림은 이 분류에 따른 고지혈증을 나타내는 사람의 비율을 나타낸 것이다.

| 체질량 지수*         | 분류    |
|-----------------|-------|
| 18.5 미만         | 저체중   |
| 18.5 이상 23.0 미만 | 정상 체중 |
| 23.0 이상 25.0 미만 | 과체중   |
| 25.0 이상         | 비만    |



$$\text{*체질량 지수} = \frac{\text{몸무게(kg)}}{\text{키의 제곱(m}^2\text{)}}$$

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 체질량 지수가 20.0인 성인은 정상 체중으로 분류된다.  
 ㄴ. 고지혈증을 나타내는 사람의 비율은 비만인 사람 중에서는 정상 체중인 사람 중에서도 높다.  
 ㄷ. 대사성 질환 중에는 고지혈증이 있다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 6. 흥분의 전도와 전달

신경 세포는 신경계를 구성하는 기본 단위로, 자극을 특정한 신호로 바꾸어 전달할 수 있다. 신경 세포는 신경 세포체, 가지 돌기, 축삭 돌기로 구성되어 있다.

일부 신경 세포의 축삭 돌기는 **말이집**으로 싸여 있다. 축삭 돌기가 말이집으로 싸여 있는 신경을 **말이집 신경**, 말이집으로 싸여 있지 않은 신경을 **민말이집 신경**이라고 한다. 말이집은 슈반 세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 여러 겹으로 싸고 있는 것이다. 말이집 신경에서 말이집과 말이집 사이에는 축삭이 노출된 부분이 있는데, 이를 **랑비에 결절**이라고 한다.

신경 세포는 기능에 따라 구심성 신경 세포, 연합 신경 세포, 원심성 신경 세포로 구분한다. **구심성 신경 세포**는 몸의 말단 부위에서 생성된 신호를 중추 신경계로 전달하고, **원심성 신경 세포**는 중추 신경계에서 나온 신호를 반응기로 전달한다. **연합 신경 세포**는 중추 신경계를 구성하며, 구심성 신경 세포와 원심성 신경 세포를 연결한다.

신경 세포가 자극을 받아 세포막의 전기적 특성이 변하는 현상을 **흥분**이라고 하며, 흥분이 신경 세포의 축삭 돌기를 따라 이동하는 과정을 **흥분 전도**라고 한다.

신경 세포의 안쪽과 바깥쪽에 미세 전극을 꽂으면 세포막을 경계로 전위차가 측정되는데, 이를 **막전위**라고 한다. 신경 세포가 자극을 받지 않을 때 나타나는 막전위를 **휴지 전위**라고 하며, 휴지 전위는 약 -70 mV이다. 휴지 전위가 나타날 때 신경 세포의 세포막을 경계로 안쪽은 상대적으로 음(-) 전하를, 바깥쪽은 양(+) 전하를 띠는데, 이를 **분극**이라고 한다. 분극은 세포막을 경계로 이온이 불균등하게 분포하고, 각 이온의 막 투과성이 달라서 나타난다.

신경 세포의 세포막에는 이온을 운반하는  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프와 이온 통로가 있다.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프는  $\text{Na}^+$ 을 세포 밖으로 내보내고,  $\text{K}^+$ 을 세포 안으로 들여보내므로  $\text{Na}^+$ 은 세포 밖에,  $\text{K}^+$ 은 세포 안에 각각 더 많이 존재한다. 이러한 농도 차이 때문에  $\text{Na}^+$ 은 세포 안으로,  $\text{K}^+$ 은 세포 밖으로 확산하려고 한다. 분극 상태에서  $\text{Na}^+$ 은 열려있는  $\text{Na}^+$  통로가 거의 없어 세포 안으로 거의 들어오지 못하지만,  $\text{K}^+$ 은 열려 있는 일부  $\text{K}^+$  통로를 통해 세포 밖으로 나갈 수 있다. 그 결과 세포막의 안쪽보다 바깥쪽에 상대적으로 양이온이 많아 안쪽은 음(-) 전하를, 바깥쪽은 양(+) 전하를 띤다.

신경 세포가 역치 이상의 자극을 받으면 흥분이 발생한다. 이때 축삭 돌기에서 나타나는 막전위의 급격하고 일시적인 변화를 **활동 전위**라고 한다.

신경 세포가 자극을 받으면  $\text{Na}^+$  통로가 열려 세포 밖에 있던  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승하는데, 이를 **탈분극**이라고 한다. 탈분극에 의한 막전위가 역치 전위를 넘으면  $\text{Na}^+$  통로가 더 많이 열려  $\text{Na}^+$ 이 대량으로 유입된다. 이에 따라 막전위가 급격히 상승하여 활동 전위가 발생한다.

활동 전위가 진행됨에 따라  $\text{Na}^+$  통로가 닫히고, 대부분  $\text{K}^+$  통로가 열려 세포 안에 있던  $\text{K}^+$ 이 세포 밖으로 확산한다. 그 결과 막전위가 급격히 하강하는데, 이를 **재분극**이라고 한다. 이후  $\text{K}^+$  통로가 닫히고 이온이 재배치되어 휴지 전위로 돌아간다.

활동 전위가 발생한 부위에서 세포 안으로 유입된  $\text{Na}^+$ 은 염으로 확산하며, 확산한 부위의 막전위를 변화시킴으로써 탈분극이 일어나도록 한다. 그 결과 탈분극이 일어난 부위의  $\text{Na}^+$  통로가 열려  $\text{Na}^+$ 이 대량으로 유입되어 새로운 활동 전위가 발생한다. 이처럼 활동 전위가 축삭 돌기를 따라 연속으로 발생하여 흥분이 전도된다.

축삭 돌기의 굵기는 흥분 전도 속도에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나이다. 축삭 돌기의 굵기가 증가할수록 흥분 전도 속도가 빨라진다. 하지만 사람처럼 많은 수의 신경 세포를 가진 동물은 굵은 축삭 돌기를 갖는 대신 말미집을 이용하여 흥분 전도 속도를 빠르게 한다.

말미집 신경에서는 말미집이 절연체 역할을 하므로 말미집에 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 활동 전위가 발생한다. 따라서 정감다리를 건너뛰듯이 랑비에 결절에서 다음 랑비에 결절로 흥분이 전도되는데, 이를 **도약전도**라고 한다. 말미집 신경에서는 도약전도가 일어나므로 흥분 전도 속도는 말미집 신경이 민말미집 신경보다 빠르다.

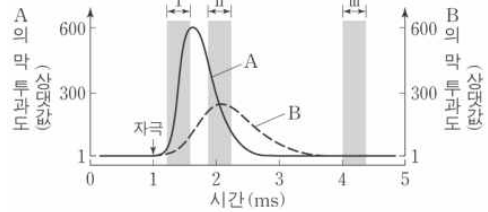
신경 세포의 축삭 돌기 말단은 다른 신경 세포나 근육과 좁은 틈을 사이에 두고 접해있는데, 이 접촉 부위를 **시냅스**라고 한다. 신경 세포의 축삭 돌기를 따라 말단까지 전도된 흥분은 시냅스를 통해 다른 세포로 전달되며, 이 과정을 **흥분 전달**이라고 한다.

신경 세포의 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 많이 존재한다. 흥분이 축삭 돌기 말단에 도달하면 시냅스 소포에서 신경 전달 물질을 시냅스 틈으로 분비한다. 분비된 신경 전달 물질이 시냅스 이후 신경 세포의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 이온 통로가 열려 시냅스 이후 신경 세포가 탈분극되고 활동 전위가 발생한다.

신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 시냅스 이전 신경 세포의 축삭 돌기 말단에 있고, 신경 전달 물질의 수용체가 시냅스 이후 신경 세포의 신경 세포체나 가지 돌기에 있어서 흥분 전달은 한 방향으로만 일어난다.

시냅스 틈으로 분비된 신경 전달 물질은 일반적으로 매우 짧은 시간 동안 작용한 후 분해되거나 시냅스 이전 신경 세포로 흡수되어 제거된다. 각성제, 진정제, 환각제와 같은 약물은 시냅스에서 신경 전달 물질의 작용을 강화하거나 방해함으로써 흥분 전달에 영향을 미친다. 그 결과 신경계의 기능에 심각한 이상이 나타날 수 있다.

12 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막에서의 이온 A와 B의 막 투과도를 나타낸 것이다. A와 B는 각각  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$  중 하나이다.

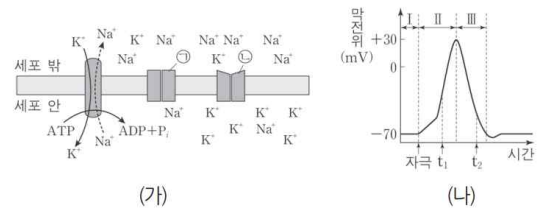


이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 구간 I에서 A가 세포 밖으로 확산된다.
  - ㄴ. 구간 II에서 B의 농도는 세포 밖에서보다 세포 안에서 높다.
  - ㄷ. 구간 III에서 세포 안의 A 농도 유지에 ATP가 사용된다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 그림 (가)는 신경 축삭 돌기의 세포막을 경계로 휴지 전위가 유지될 때의 이온 분포를, (나)는 활동 전위가 발생하였을 때 막전위의 변화를 나타낸 것이다. (가)에서 ㉠은  $\text{Na}^+$  통로, ㉡은  $\text{K}^+$  통로이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 구간 I에서  $\text{K}^+$ 의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높다.
- ② 구간 II에서 재분극이 일어난다.
- ③  $t_1$ 일 때  $\text{Na}^+$ 의 유입에 ATP가 사용된다.
- ④  $t_2$ 일 때 ㉠을 통해  $\text{Na}^+$ 이 유출된다.
- ⑤ 구간 III에서  $\text{K}^+$ 이 ㉡을 통해 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다.



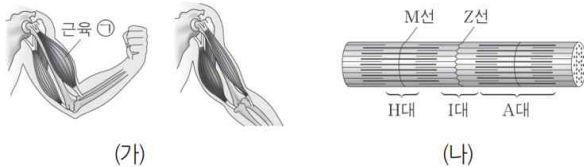
## 7. 근육 수축의 원리

우리가 운동할 때 이용하는 근육은 **골격근**이다. 근육계에서 골격근은 혈관, 신경, 근육 섬유 등이 모여 이루어진 기관이다. 근육의 여러 구성 요소 중 **근육 섬유**가 근육 수축을 담당한다. 근육 섬유는 여러 개의 핵을 가지고 있는 하나의 세포이며, 각 근육 섬유는 가느다란 근육 원섬유 다발로 이루어져 있다. 근육 원섬유는 막대 모양의 가닥이며, 근육 수축의 기본 단위는 **근육 원섬유 마디**이다. 근육 원섬유 마디는 나란히 놓인 가는 액틴 필라멘트 사이에 굵은 마이오신 필라멘트가 일부분 씩 겹쳐 배열된 구조이다.

근육 원섬유 마디에서 마이오신 필라멘트가 있는 A대는 어둡게 보이고, 액틴 필라멘트만 있는 I대는 밝게 보이므로 현미경으로 근육 원섬유를 관찰하면 밝은 부분과 어두운 부분이 교대로 반복되는 것을 확인할 수 있다.

근육 섬유에는 운동 신경 세포가 시냅스를 통해 연결되어 있다. 운동 신경 세포의 말단에서 분비된 신경 전달 물질이 근육 섬유막의 수용체에 결합하면 근육 수축이 일어난다. 근육 수축은 근육 원섬유 마디를 구성하는 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가면서 일어나며, 이때 ATP가 소모된다. 이와 같은 근육 수축 이론을 **활주설**이라고 한다.

14. 그림 (가)는 팔을 구부렸을 때와 폈을 때를, (나)는 근육 ㉠의 근육 원섬유를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 근육 ㉠의 길이는 팔을 구부렸을 때가 폈을 때보다 짧다.
  - ㄴ. 팔을 구부리는 동안 (나)의 액틴 필라멘트 길이는 짧아진다.
  - ㄷ. (나)의 H대 길이는 팔을 구부렸을 때와 폈을 때가 동일하다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 8. 신경계

신경계는 감각 기관에서 보내는 정보를 전달하고, 전달된 정보를 종합, 분석하여 적절한 명령을 내리며, 이 명령을 반응기에 전달한다. 또, 내부와 외부의 환경 변화에 대처하여 체내의 상태를 일정하게 유지하는데 관여한다. 사람의 신경계는 중추 신경계와 말초 신경계로 구분한다.

중추 신경계는 감각 기관에서 보내오는 정보를 받아 통합한 후 반응이 일어나도록 신호를 보낸다. 중추 신경계는 **뇌**와 **척수**로 구성된다.

사람의 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수 등으로 구성된다. **대뇌**는 사람의 뇌에서 가장 큰 부분이며, 좌우 2개의 반구로 이루어져 있다. 대뇌의 단면은 겉질과 속질이 뚜렷하게 구분된다. 겉질은 주로 신경 세포의 신경 세포체가 모인 회색질이고, 속질은 주로 축삭 돌기가 모인 백색질이다. 겉질에는 신경 세포 사이의 시냅스가 밀집해 있어 시냅스를 통한 자극의 통합이 활발하게 이루어진다.

대뇌는 언어, 기억, 상상, 판단, 감정 등 고등 정신 활동과 감각, 수의 운동의 중추이며, 이러한 활동은 대부분 겉질에서 일어난다. 대뇌 겉질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다. 감각령은 감각 기관에서 오는 정보를 받아들이고, 연합령은 감각령으로 들어온 정보를 종합, 분석하여 운동령에 적절한 명령을 내리며 정신 활동을 담당한다. 운동령은 연합령의 명령을 받아 골격근의 운동을 조절한다.

**소뇌**는 대뇌의 뒤쪽 아래에 위치하며, 좌우 2개의 반구로 이루어져 있다. 몸의 평형 유지 및 운동 능력을 습득하고 기억하는 데 관여한다.

**간뇌**는 대뇌의 중간 아래에 위치하며, 시상과 시상 하부로 이루어져 있다. 시상은 척수나 연수에서 오는 감각 신호를 대뇌 겉질에 전달하는 역할을 한다. 시상 하부는 체내의 항상성 조절에 중요한 역할을 한다.

**중간뇌**는 간뇌의 아래에 위치하며, 동공의 크기를 조절하고 소뇌와 함께 몸의 평형을 유지하는 데 관여한다. **뇌교**는 중간뇌와 연수 사이에 위치하며, 뇌의 여러 부분과 연결된다. **연수**는 뇌교와 척수 사이에 위치하며, 대뇌와 연결되는 대부분의 신경이 좌우 교차하는 곳이다. 중간뇌, 뇌교, 연수를 합하여 **뇌줄기**라고 하는데, 뇌줄기는 생명 유지에 중요한 역할을 한다.

척수는 연수에 연결되어 몸의 등 쪽을 따라 아래로 뻗어 있으며, 척추의 보호를 받는다. 척수의 겉질은 주로 신경 세포의 축삭 돌기가 모인 백색질이고, 속질은 주로 연합 신경 세포와 운동 신경 세포의 신경 세포체가 모인 회색질이다. 따라서 신경 세포와 신경 세포 사이에서 흥분 전달이 일어나는 곳은 속질이다.

척추의 마디마다 배 쪽으로 원심성 신경 (운동 신경과 자율 신경) 다발이 좌우로 1개씩 나와 **전근**을 이루고, 등 쪽으로 구심성 신경 (감각 신경) 다발이 좌우로 1개씩 나와 **후근**을 이룬다.

척수는 뇌와 말초 신경계 사이에서 정보를 전달하는 역할을 하며, 회피 반사, 무릎 반사, 배변, 배뇨 반사 등의 중추이다.

중추 신경계는 감각 기관에서 보내온 정보를 처리하고 저장하며, 적절한 반응을 지시한다. 야구 선수가 날아오는 공을 보

고 야구 방망이로 치는 반응과 맨발로 날카로운 물체를 밟았을 때 무의식적으로 다리를 움츠리는 반응은 그 경로가 서로 다르다. 야구 선수의 반응은 대뇌의 판단과 명령에 따라 일어나는 의식적인 반응이지만, 날카로운 물체를 밟았을 때 무의식적으로 다리를 움츠리는 반응은 척수가 중추인 반사이다.

날카로운 물체를 밟았을 때와 같은 위급한 상황에서는 대뇌보다 척수에서 먼저 명령을 내려보낸다. 즉, 반사를 통해 위급한 상황에 먼저 반응한 후 감각 신경을 통해 대뇌에 정보가 전달된다. 이처럼 자극을 받아 반사가 일어나기까지의 경로는 일반적으로 의식적인 반응의 경로보다 짧아서 반사는 위협으로부터 몸을 보호하는 데 도움이 된다.

말초 신경계는 뇌와 직접 연결된 **뇌 신경**과 척수와 직접 연결된 **척수 신경**으로 구성된다. 또, 말초 신경계는 기능에 따라 구심성 신경과 원심성 신경으로 구분할 수 있다. 몸의 내부와 외부의 자극을 중추로 전달하는 **감각 신경**은 구심성 신경이다. 뇌와 척수의 명령을 골격근에 전달하는 **체성 신경계**와 내장 기관의 운동과 내분비샘의 기능 등을 조절하는 **자율 신경계**는 원심성 신경이다.

체성 신경계는 **운동 신경**으로 이루어져 있으며, 운동 신경의 축삭 돌기 말단에서 골격근으로 아세틸콜린이 분비되면 근육 수축이 일어난다.

자율 신경계는 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않고 중간뇌, 연수, 척수 등에서 뻗어 나와 각종 내장 기관과 혈관에 분포한다. 자율 신경계는 **교감 신경**과 **부교감 신경**으로 구성되며, 주로 순환, 호흡, 소화, 호르몬 분비 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절 한다.

자율 신경계는 중추에서 나온 신경 세포가 반응기에 이르기 전에 신경절에서 시냅스를 형성한다. 교감 신경은 신경절 이전 신경 세포에서 아세틸콜린이, 신경절 이후 신경 세포에서 노르에피네프린이 분비되며, 부교감 신경은 신경절 이전 신경 세포와 신경절 이후 신경 세포에서 모두 아세틸콜린이 분비된다.

교감 신경과 부교감 신경은 대부분 같은 내장 기관에 분포하면서 서로 반대 효과를 나타내는 **길항 작용**을 한다. 예를 들어 교감 신경은 심장 박동을 촉진하고, 부교감 신경은 심장 박동을 억제한다. 이와 같은 길항 작용을 통해 자율 신경은 상황에 따라 심장 박동 속도를 조절함으로써 조직과 기관에 혈액이 적절하게 공급될 수 있도록 한다.

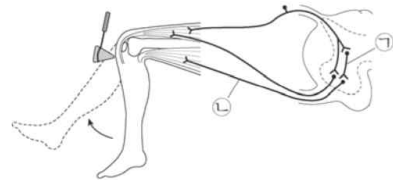
교감 신경은 위급한 상황에서 강한 육체적 활동을 준비하는데 필요한 반응이 일어나게 한다. 즉, 교감 신경이 활성화되면 간에서는 글리코젠이 포도당으로 분해되어 에너지를 공급하고, 폐에서는 기관지가 이완되어 산소와 이산화 탄소 교환이 활발하게 일어나며, 심장 박동이 빨라져 조직에 혈액을 신속하게 공급할 수 있다. 그리고 위급한 상황이 지나가면 부교감 신경이 원래의 편안한 상태로 회복시켜 준다.

자율 신경의 길항 작용은 항상성에 매우 중요한 역할을 한다. 간뇌의 시상 하부는 체내 상태의 변화가 감지되면 자율 신경을 통해 내장 기관의 기능과 호르몬 분비를 조절하여 체내의 상태를 일정하게 유지한다.

신경계는 외부 환경으로부터의 자극을 감지하고 적절히 반응하게 하며, 체내의 상태를 일정하게 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 따라서 신경계에 이상이 생기면 우리 몸에 심각한

질환이 발생할 수 있다.

15. 그림은 무릎 반사가 일어날 때 흥분 전달 경로를 나타낸 것이다.

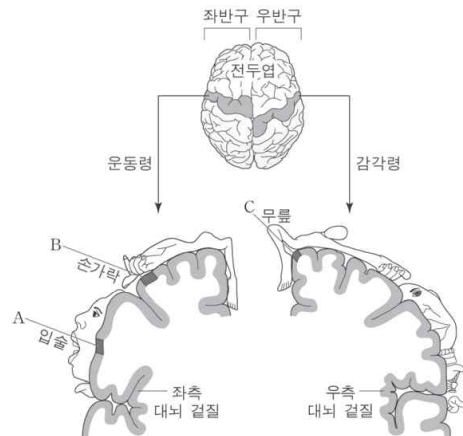


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ①은 연합 뉴런이다.
  - ㄴ. ②은 후근을 통해 나온다.
  - ㄷ. 이 반사의 조절 중추는 척수이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 그림은 사람 대뇌의 좌반구 운동령, 우반구 감각령 각각의 단면과 여기에 연결된 사람의 신체 부분을 대뇌 겉질 표면에 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 입술, 손가락, 무릎에 연결된 대뇌 겉질 부위이다.

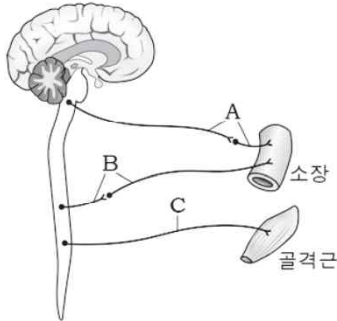


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A가 손상되면 입술의 감각이 없어진다.
  - ㄴ. B에 역치 이상의 자극을 주면 오른손의 손가락이 움직인다.
  - ㄷ. C에 역치 이상의 자극을 주면 무릎 반사에 의해 다리가 올라간다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

17. 그림은 중추 신경계와 반응기 사이에 연결된 신경 A~C를 나타낸 것이다.

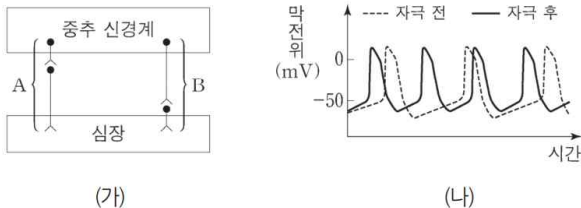


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A는 대뇌의 영향을 직접 받지 않는다.  
 ㄴ. B는 소장에서 소화액 분비를 촉진한다.  
 ㄷ. C는 체성 신경이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 그림 (가)는 심장 박동을 조절하는 자율 신경 A와 B를, (나)는 A와 B 중 하나를 자극했을 때 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도의 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A는 말초 신경계에 속한다.  
 ㄴ. B의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 존재한다.  
 ㄷ. (나)는 A를 자극했을 때의 변화를 나타낸 것이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 9. 항상성 유지

우리 몸은 내부와 외부의 환경이 변하더라도 혈당량, 삼투압, 체온과 같은 체내 상태를 일정하게 유지하려는 **항상성**을 지니고 있다. 항상성은 신경계와 내분비계에 의해 유지된다.

**내분비계**는 호르몬을 생성하고 분비하는 여러 가지 내분비샘으로 이루어져 있다. **호르몬**은 혈관으로 분비된 후 멀리 떨어져 있는 표적 세포에 신호를 전달하여 특정 조직이나 기관의 생리 작용을 조절한다. 호르몬은 신경보다 작용 속도가 느리지만, 지속해서 작용하며 여러 표적 세포에 광범위하게 영향을 미치므로 항상성, 생식, 발생, 생장 과정 등에 중요한 역할을 한다.

혈액 속 호르몬의 농도는 신경계와 내분비샘을 비롯한 여러 기관에 의해 일정하게 유지된다. 예를 들어 간뇌의 시상하부에서 분비된 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)은 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다. 분비된 TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다. 혈액 속 티록신의 농도가 일정 수준 이상으로 증가하면 티록신은 시상하부와 뇌하수체 전엽에 작용하여 TRH와 TSH의 분비를 억제한다.

이처럼 어떤 과정을 통해 나타난 결과가 그 과정을 억제하는 현상을 **음성 피드백**이라고 한다. 대부분 호르몬은 음성 피드백을 통해 적정량이 분비되도록 정교하게 조절되며, 이를 통해 체내의 항상성이 유지된다. 호르몬 분비에 이상이 생기면 어떤 일이 일어나는지 알아보자.

우리 몸의 항상성 조절에는 감각 기관, 신경계, 내분비계, 근육, 내장 기관 등 다양한 기관이 관여한다. 그중에서 항상성 조절의 최고 중추는 **시상하부**이며, 시상하부의 명령을 받는 자율 신경계와 내분비계가 항상성 조절에서 핵심적인 역할을 한다.

포도당은 체내의 주요 에너지원이므로 혈당량이 과다하거나 부족하면 세포의 정상적인 기능에 문제가 생긴다. 따라서 혈당량은 일정한 수준으로 유지되어야 한다. 이차에서 분비되는 호르몬인 인슐린과 글루카곤은 혈당량 조절에서 가장 중요한 역할을 한다. 인슐린과 글루카곤의 길항 작용을 통해 혈당량이 조절되는데, **인슐린**은 혈당량을 감소시키고 **글루카곤**은 혈당량을 증가시킨다. 인슐린과 글루카곤의 분비량은 혈당량의 변화에 따른 음성 피드백 작용과 자율 신경계에 의해 조절된다.

혈당량이 정상적으로 조절되지 않으면 당뇨병이 발생할 수 있다. 당뇨병은 인슐린 분비가 부족하거나 인슐린의 작용이 적절하지 않을 때 발생한다. 당뇨병 환자가 혈당량을 제대로 조절하지 못하면 콩팥의 기능 약화, 시력 상실과 같은 심각한 합병증이 나타날 수 있다.

우리 몸을 구성하는 세포들은 대부분 외부 환경에 직접 노출되어 있지 않고 체액에 둘러싸여 있다. 체액의 농도가 변하면 체액과 세포 사이에 삼투압 차이가 발생하여 세포가 부풀어 오르거나 쪼그라져 정상적인 기능을 할 수 없게 된다. 따라서 내부와 외부의 환경이 변해도 체액의 삼투압은 일정하게 유지되어야 한다.

체액의 삼투압은 체내 수분량과 무기염류의 양에 의해 결정된다. 물과 무기염류의 섭취량과 콩팥을 통한 물과 무기염류의 배설량이 균형을 이루면 체액의 삼투압은 일정하게 유지된다.

다.

짠 음식을 많이 섭취하거나 땀을 많이 흘려 체액의 삼투압이 높아지면 시상 하부는 **항이뇨 호르몬(ADH)**의 합성을 늘리고 뇌하수체 후엽을 통해 항이뇨 호르몬을 분비한다. 항이뇨 호르몬이 분비되면 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되어 체내 수분량이 증가한다. 따라서 항이뇨 호르몬의 분비가 증가하면 오줌량이 줄어들고 체액의 삼투압은 정상 수준으로 회복된다.

물을 너무 많이 섭취하여 체액의 삼투압이 낮아지면 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬의 분비가 억제된다. 그 결과 콩팥에서 수분의 재흡수량이 감소하여 많은 양의 물이 오줌으로 배출되고 체액의 삼투압은 정상 수준으로 회복된다.

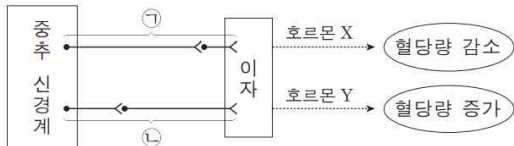
생명 활동에는 단백질로 이루어진 효소가 관여하며, 효소의 활성과 기능은 온도의 영향을 많이 받는다. 따라서 우리는 체온을 일정하게 유지해야 생명을 유지할 수 있다.

체온은 체내에서의 열 발생량과 몸의 표면을 통한 열 발산량을 조절함으로써 일정하게 유지된다.

체온이 정상보다 높아지면 시상 하부는 피부 근처의 혈관을 확장하고 땀 분비를 촉진함으로써 열 발산량을 증가시킨다.

체온이 정상보다 낮아지면 시상 하부는 골격근이 떨리도록 하여 열 발생량을 증가시킨다. 또, 교감 신경의 작용을 강화하여 피부 근처의 혈관을 수축시킴으로써 열 발산량을 감소시킨다.

19. 그림은 부교감 신경 ㉠과 교감 신경 ㉡을 통한 혈당량 조절 경로를 나타낸 것이다. 호르몬 X와 Y는 각각 인슐린과 글루카곤 중 하나이다.

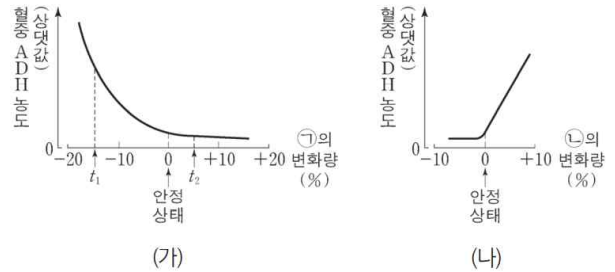


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠과 ㉡의 신경절 이전 뉴런의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 같다.
  - ㄴ. ㉡의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수의 회색질(회백질)에 존재한다.
  - ㄷ. 호르몬 Y는 이자의  $\alpha$ 세포에서 분비된다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 그림 (가)와 (나)는 정상인에서 각각 ㉠과 ㉡의 변화량에 따른 혈중 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 혈장 삼투압과 전체 혈액량 중 하나이다.



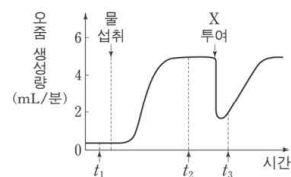
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외에 체내 수분량에 영향을 미치는 요인은 없다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉡은 혈장 삼투압이다.
  - ㄴ. 콩팥은 ADH의 표적 기관이다.
  - ㄷ. (가)에서 단위 시간당 오줌 생성량은  $t_1$ 에서  $t_2$ 에서보다 많다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

21. 다음은 어떤 동물의 혈장 삼투압 조절에 대한 자료이다.

- 어떤 정상 동물에게 다량의 물을 섭취시키고 일정 시간이 지난 후 호르몬 X를 혈관에 투여한다. X는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬이다.
- 그림은 이 동물의 단위 시간당 오줌 생성량을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외에 체내 수분량에 영향을 미치는 요인은 없다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. X의 표적 기관은 콩팥이다.
  - ㄴ. 혈장 삼투압은  $t_1$ 일 때보다  $t_2$ 일 때가 높다.
  - ㄷ. 생성되는 오줌의 삼투압은  $t_3$ 일 때보다  $t_2$ 일 때가 높다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

## 10. 방어 작용

질병은 비감염성 질환과 감염성 질환으로 구분할 수 있다.

**비감염성 질환**은 고혈압, 당뇨병처럼 병원체 없이 발생하며, 유전, 환경, 생활 방식 등 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하여 발생한다.

**감염성 질환**은 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등의 병원체가 우리 몸에 침입했을 때 발생한다. 병원체는 물과 음식물의 섭취, 호흡을 통한 흡입, 피부 접촉 등 다양한 경로를 통해 우리 몸에 감염된다. 병원체의 특성과 감염 경로를 이해하면 감염성 질환의 예방과 치료에 도움이 된다.

세균은 단세포 원핵생물로, 막으로 둘러싸인 세포 소기관이 없어 구조는 단순하지만, 효소가 있어 물질대사를 할 수 있다. 분열법으로 번식하므로 환경이 적합하면 빠르게 증식할 수 있다.

세균 대부분은 사람에게 해롭지 않지만, 일부는 병원성이 있어서 질병을 일으킨다. 병원성 세균은 소화 기관, 호흡 기관 등을 통해 인체 내로 침입한 후 빠르게 증식하거나 독소를 생산하는데, 그 결과 세포나 조직이 손상되고 물질대사에 이상이 생긴다. 병원성 세균에 의해 발생하는 질병으로는 세균성 식중독, 세균성 패혈, 결핵, 위궤양 등이 있다.

바이러스는 세균보다 크기가 작은 병원체로, 세포로 이루어져 있지 않다. 독자적으로 물질대사를 하지 못하므로 독립적인 생활이 불가능하며, 다른 생물의 세포에 침입하여 자신의 유전 물질을 복제하고 증식하는 과정에서 여러 가지 질병을 일으킨다.

바이러스는 감염된 사람의 호흡 분비물이나 혈액, 접촉 등을 통하여 다른 사람에게 전염될 수 있다. 병원성 바이러스는 대부분 사람에서 사람으로 전염되지만, 동물에서 사람으로 전염되기도 한다. 바이러스에 의해 발생하는 질병으로는 구순 포진, 감기, 독감, 수두, 홍역, 대상 포진, 후천성 면역 결핍증(AIDS) 등이 있다.

병원성이 있는 원생생물은 대부분 단세포 진핵생물이다. 오염된 물 또는 음식물을 통해 인체에 감염되거나 모기, 파리, 쥐 등의 매개 생물에 의해 감염된다. 원생생물에 의해 발생하는 질병으로는 아메바성 이질, 말라리아, 수면병 등이 있다.

곰팡이는 균계에 속하는 진핵생물로, 습한 환경에서 포자로 번식한다. 곰팡이의 포자는 소화 기관이나 호흡 기관을 통해 인체 내로 들어와 식중독, 폐 질환, 알레르기 등을 일으키며, 일부는 각질층이 파괴된 피부를 감염시키기도 한다. 곰팡이에 의해 피부에 발생하는 질병으로는 무좀이 있으며, 무좀은 피부 접촉을 통해 다른 사람 말라리아 원충에게 전염될 수 있다.

감염성 질환을 예방하기 위해서는 휴식을 충분히 취하고 적당한 운동을 하며, 영양 섭취에 유의하여 우리 몸의 면역을 강화해야 한다. 또, 병원체에 감염되었을 때는 병원체의 종류와 감염 경로를 파악하여 적절한 치료를 해야 한다. 세균에 의한 질병은 대부분 항생제로 치료할 수 있다. 그러나 항생제를 과도하게 사용하면 항생제로 치료할 수 없는 내성 세균이 출현할 수 있으므로 항생제를 오용하거나 남용하지 말아야 한다. 바이러스에 의한 질병은 항바이러스제로 치료한다.

병원체는 우리가 생활하는 곳 어디에나 존재하며, 언제라도 우리 몸에 침입할 수 있다. 즉, 우리는 병원체에 일상적으로

노출되어 있지만, 항상 질병에 걸리는 것은 아니다. 그 까닭은 우리 몸이 병원체와 같은 이물질의 침입에 대항하는 방어 체계를 갖추고 있기 때문이다.

우리 몸의 방어 작용은 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용으로 구분할 수 있다. **비특이적 방어 작용**은 병원체에 감염된 즉시 일어나며, 병원체의 종류를 구별하지 않는다. **특이적 방어 작용**은 감염된 병원체의 종류를 구별하여 일어난다.

비특이적 방어 작용은 물리적, 화학적 장벽과 염증을 통해 병원체의 침입을 억제하는 작용이다. **피부**의 각질층은 우리 몸의 바깥쪽을 둘러싸고 있어서 외부의 유해 물질과 병원체를 차단한다. 호흡 기관이나 소화 기관의 내벽과 같이 가스 교환이 일어나거나 영양소를 흡수하는 등 주위 환경과 상호 작용을 하는 상피 세포층은 각질층으로 덮여 있지 않고 **점막**을 형성한다. 점막에서는 점액을 분비하는데, 점액에는 라이소자임과 같은 효소가 포함되어 있어 병원체의 침입을 차단하고 상피 세포가 손상되는 것을 막는다.

상처나 화상에 의해 피부가 손상되거나 점막을 뚫고 병원체가 체내로 침입하면 **염증**이 일어난다. 염증은 병원체를 제거하기 위해 일어나는 방어 작용으로 열, 부어오름, 붉어짐, 통증 등을 동반한다. 가시에 찔리거나 모기에 물렸을 때처럼 조직 손상이 가벼울 때는 감염된 부위에서만 염증이 일어난다. 그러나 조직 손상이 심하면 온몸에서 염증이 일어나기도 한다. 염증은 감염 초기에 조직 세포의 손상을 억제하고, 세포의 재생을 돕는 역할을 한다.

병원체가 침입하여 비특이적 방어 작용이 지속해서 일어나면 림프구에 의한 특이적 방어 작용이 촉진된다. 림프구는 골수에서 생성되는데, 골수에 남아 성숙 과정을 거치면 **B 림프구**로 분화하고, 가슴샘으로 이동하여 성숙 과정을 거치면 **T 림프구**로 분화한다. B 림프구와 T 림프구는 모두 병원체와 같은 이물질의 침입에 대비한다.

체내로 침입하여 B 림프구와 T 림프구에 의한 면역 반응을 일으키는 이물질을 **항원**이라고 한다. 세균, 바이러스, 곰팡이 등과 같은 병원체뿐만 아니라 각종 독성 물질, 꽃가루, 먼지 등도 항원으로 작용할 수 있다. 외부에서 침입한 항원에 대항하여 체내에서 만들어지는 물질을 **항체**라고 한다. 항체가 항원과 결합하는 항원 항체 반응이 일어나면 항원은 체내에서 활동하지 못하게 된다.

특이적 방어 작용은 외부에서 침입한 항원을 인식하는 것에서부터 시작되며, 세포성 면역과 체액성 면역으로 구분할 수 있다.

항원이 체내에 침입하면 대식세포 등이 식세포 작용(식균 작용)으로 항원을 잡아먹은 후 항원 조각을 세포막 표면에 제시한다. 보조 T림프구가 이 항원을 인식하면 신호 물질을 분비하여 세포독성 T림프구를 활성화한다. 활성화된 세포독성 T림프구는 병원체에 감염된 세포나 암세포를 직접 공격하여 파괴하는데, 이와 같은 면역 반응을 **세포성 면역**이라고 한다.

항원을 인식한 보조 T림프구가 B 림프구를 자극하면 B 림프구는 증식하여 형질 세포와 기억 세포로 분화한다. 형질 세포는 항체를 생성하여 분비하고, 항체와 결합한 항원은 백혈구의 식세포 작용(식균 작용)으로 제거된다. 이와 같은 면역 반응을 **체액성 면역**이라고 한다.

항원이 체내에 처음 침입하면 항원의 종류를 인식하는 과정



과 B 림프구의 분화 과정을 거쳐 형질 세포가 항체를 생성하는 **1차 면역 반응**이 일어난다. 1차 면역 반응이 일어날 때 형질 세포와 함께 기억 세포가 생성된다. 기억 세포는 항원이 제거된 후에도 체내에 남아 있다가 같은 항원이 다시 침입하면 빠르게 증식하고 형질 세포로 분화하여 항체를 생성한다. 이처럼 항원이 재침입하면 기억 세포의 작용으로 다량의 항체가 빠르게 생성되는 **2차 면역 반응**이 일어난다. 특이적 방어 작용에 관여하는 림프구가 적정 수준보다 적게 존재하거나 필요할 때 일정 수준 이상 활성화되지 못하면 면역 결핍 증상이 나타난다.

B 림프구는 체내에 침입한 항원을 인식하고 형질 세포로 분화하여 항체를 생성한다. 항체에는 항원과 결합하는 부위가 있는데, 항체의 종류에 따라 항원과 결합하는 부위의 구조가 다르다. 따라서 항체는 항원 결합 부위에 맞는 특정 항원만을 인식하여 결합하는데, 이를 **항원 항체 반응의 특이성**이라고 한다.

항원 항체 반응은 특이적 방어 작용 이외에 적혈구 세포막과 혈장에 있는 물질 사이에서도 일어날 수 있다.

ABO식 혈액형은 적혈구 세포막에 있는 응집원의 종류에 따라 A형, B형, AB형, O형으로 구분하는데, 응집원은 다른 사람의 혈액과 섞었을 때 항원으로 작용한다. 체내에 없는 응집원이 들어왔을 때 이 응집원과 반응하여 항체로 작용하는 응집소는 혈장에 존재한다. 응집원 A는 응집소 α와, 응집원 B는 응집소 β와 만나면 각각 특이적으로 결합하여 혈액의 응집 반응이 일어난다.

Rh식 혈액형은 Rh 응집원의 유무에 따라 Rh<sup>+</sup>형과 Rh<sup>-</sup>형으로 구분한다. Rh<sup>+</sup>형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원이 있고, Rh 응집소는 없으며 형성되지도 않는다. Rh<sup>-</sup>형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원과 Rh 응집소가 없지만, Rh 응집원에 노출되면 Rh 응집소가 형성될 수 있다. 따라서 수혈할 때는 각 혈액에 들어 있는 응집원과 응집소가 만나 응집 반응을 일으키지 않도록 유의해야 한다.

천연두를 예방하는 방법인 우두법은 예방 접종의 시초가 되었으며, 예방 접종에 사용하는 약물을 **백신**이라고 한다. 우리 몸에 백신을 주입하면 가볍게 병을 앓을 수도 있지만, 대부분 특별한 증상을 겪지 않고 지나간다. 오늘날 홍역, 유행성 이하선염(볼거리), 소아마비, 풍진, 디프테리아, 수두 등과 같은 감염성 질환은 대부분 백신을 접종하여 예방할 수 있다.

백신은 질병을 일으키는 병원체의 독성을 약화하거나 비활성 상태로 만든 것이다. 병원체의 독성은 약화되었지만 항원으로 작용하기 때문에 백신은 체내에서 항체와 기억 세포의 생성을 유도한다.

건강한 사람에게 백신을 접종하면 체내에서 1차 면역 반응이 일어나 소량의 항체와 기억 세포가 생성된다. 따라서 이후에 실제로 병원체가 체내에 침입하더라도 기억 세포의 작용으로 2차 면역 반응이 일어나 다량의 항체가 빠르게 생성되므로 병을 앓지 않고 이겨 낼 수 있다.

백신은 감염성 질환을 예방하는 방법의 하나일 뿐이며, 모든 질병을 백신으로 예방할 수 있는 것은 아니다. 또한 모든 감염성 질환의 백신이 개발된 것은 아니며, 이미 개발되었다고 하더라도 변이가 심한 병원체에 대해서는 계속 새로운 백신을 개발해야 하는 어려움이 있다. 또, 백신을 사용했을 때 인체

내에서의 안전성이나 부작용이 나타나는지의 여부 등을 지속해서 관리해야 한다.

22. 표는 사람의 질병을

A와 B로 구분하여 나타낸 것이다. A와 B는 각각 감염성 질병과 비감염성 질병 중 하나이다.

| 구분 | 질병                                 |
|----|------------------------------------|
| A  | ㉠ 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS),<br>㉡ 독감, 결핵 |
| B  | 낮 모양 적혈구 빈혈증                       |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠의 병원체는 세포 구조로 되어 있다.  
 ㄴ. ㉡의 병원체는 스스로 물질대사를 하지 못한다.  
 ㄷ. 혈우병은 B의 예에 해당한다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

23. 표 (가)는 질병 A~C에서 특징 ㉠~㉣의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 각각 결핵, 독감, 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS) 중 하나이다.

| 질병 | 특징 |   |   | 특징(㉠~㉣)                                                             |
|----|----|---|---|---------------------------------------------------------------------|
|    | ㉠  | ㉡ | ㉢ |                                                                     |
| A  | ○  | × | × | • 바이러스성 질병이다.<br>• 병원체는 유전 물질을 가진다.<br>• 병원체는 인간 면역 결핍 바이러스(HIV)이다. |
| B  | ○  | ○ | × |                                                                     |
| C  | ○  | ○ | ○ |                                                                     |

(○:있음, ×:없음)

(가)

(나)

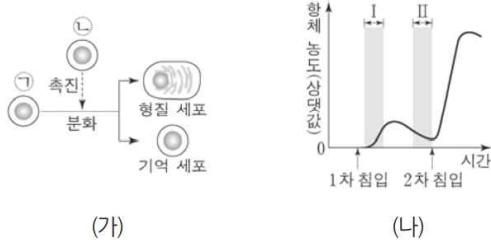
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A는 독감이다.  
 ㄴ. B의 병원체는 세포 구조로 되어 있다.  
 ㄷ. C의 병원체는 스스로 물질대사를 하지 못한다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



24. 그림 (가)는 어떤 사람이 세균 X에 감염된 후 나타나는 특이적 면역(방어) 작용의 일부를, (나)는 이 사람에서 X의 침입에 의해 생성되는 X에 대한 혈중 항체의 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 보조 T 림프구와 B 림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.

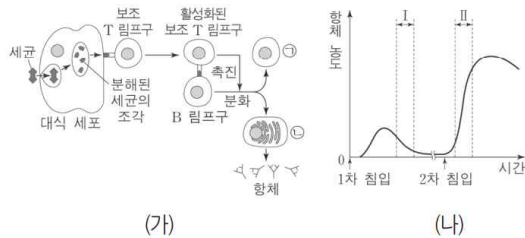


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠은 보조 T 림프구이다.  
 ㄴ. 구간 I에서 형질 세포로부터 항체가 생성되었다.  
 ㄷ. 구간 II에는 X에 대한 기억 세포가 있다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

25. 그림 (가)는 어떤 세균이 인체에 침입했을 때 일어나는 방어 작용을, (나)는 이 세균의 침입에 의해 생성되는 혈중 항체의 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 형질 세포와 기억 세포 중 하나이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)에서 보조 T 림프구는 대식 세포를 통해 항원을 인식한다.  
 ㄴ. 구간 I에서 항체 농도가 감소하는 것은 ㉠의 수가 감소하기 때문이다.  
 ㄷ. 구간 II에서 ㉡은 ㉠으로 분화된다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 11. 염색체와 DNA

모든 생물은 세포 분열을 통해 성장하고 증식한다. 분열 중인 세포에서 **염색체**는 끈이나 막대 모양으로 관찰되며, 유전 정보를 저장하고 전달하는 역할을 한다.

사람을 비롯한 많은 종류의 생물은 하나의 세포 안에 여러 개의 염색체를 가지고 있다. 염색체의 구성 물질 중에서 유전 물질은 핵산의 일종인 DNA이다. DNA의 기본 구성 단위는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기로 구성된다. DNA는 뉴클레오타이드가 반복적으로 연결된 두 개의 가닥으로 구성되며, 이 두 가닥이 서로 결합해 꼬여 있는 이중 나선 구조이다. 염색체에서 DNA가 히스톤 단백질 주위를 감싸고 있는 구조를 **뉴클레오솜**이라고 한다.

생물의 형질을 결정하는 유전 정보는 DNA 일부분에 저장되어 있다. DNA에서 유전 정보가 저장된 부분을 **유전자**라고 하며, 하나의 DNA에는 많은 수의 유전자가 각각 정해진 위치에 존재한다. 한 생명체가 가진 모든 DNA의 유전 정보를 **유전체**라고 한다.

한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등의 특성을 **핵형**이라고 한다. 염색체 수가 같아도 염색체의 모양과 크기에 차이가 있으면 핵형이 다르다. 따라서 핵형은 생물 중에 따라 고유하다.

**핵상**은 하나의 세포에 들어 있는 염색체의 상대적인 수를 뜻한다. 체세포처럼 모든 염색체가 두 개씩 상동 염색체를 이루고 있으면 핵상을  $2n$ 으로 표시하고, 생식세포처럼 염색체가 쌍을 이루고 있지 않으면 핵상을  $n$ 으로 표시한다.

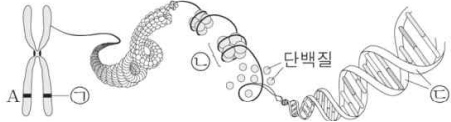
세포 분열 전기의 염색체를 관찰하면 X자 모양을 하고 있다. 이것은 하나의 염색체가 **염색 분체**라고 하는 두 개의 가닥으로 이루어져 있기 때문이다. 염색 분체는 유전 물질인 DNA가 복제되어 형성된다.

생물의 발생과 성장, 생식은 모두 세포 분열을 통해 이루어지는데, 모세포가 가진 DNA는 세포가 분열하기 전에 복제되었다가 분열 과정에서 분리되어 딸세포로 나뉘어 들어간다. 만약 DNA가 복제되지 않는다면 세포가 분열할수록 세포의 DNA양은 줄어들 것이다. 따라서 세포가 분열하기 전에 하나의 DNA가 복제되어 둘이 되며, DNA는 동원체 부위에서 서로 연결되어 두 가닥의 염색 분체가 된다. 상동 염색체의 같은 위치에 존재하며, 같은 형질을 결정하는 유전자를 **대립유전자**라고 한다. 상동 염색체와 염색 분체에는 모두 대립유전자가 존재한다.

세포가 분열할 때 염색 분체는 분리되어 두 개의 딸세포로 나뉘어 들어간다. 따라서 체세포 분열 과정에서 염색 분체가 분리되어 형성된 딸세포는 유전자 구성이 같다.

체세포에서 분열을 마친 딸세포가 성장하여 다시 분열을 마칠 때까지의 기간을 세포 주기라고 한다. 세포 주기는 그림 IV-5와 같이 크게 간기와 분열기(M기)로 나뉘며, 간기는  $G_1$ 기, S기,  $G_2$ 기로 나뉜다. 세포 주기 동안 간기에는 세포가 성장하고 DNA가 복제되며, 분열기에는 염색 분체가 두 개의 딸세포로 분리된다.

26. 그림은 어떤 사람의 체세포에 있는 염색체의 구조를 나타낸 것이다. 이 사람의 어떤 형질에 대한 유전자형은 Aa이다.

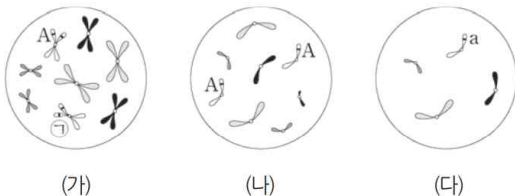


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ㄱ. ㉠은 대립 유전자 a이다.  
 ㄴ. ㉡은 뉴클레오타이드이다.  
 ㄷ. ㉢은 RNA이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

27. 그림은 같은 종인 동물( $2n=?$ ) I와 II의 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(다) 중 1개는 I의 세포이며, 나머지 2개는 II의 세포이다. 이 동물의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다. A는 a와 대립 유전자이고, ㉠은 A와 a 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- ㄱ. ㉠은 A이다.  
 ㄴ. (나)는 II의 세포이다.  
 ㄷ. I의 감수 2분열 중기 세포 1개당 염색 분체 수는 8이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 12. 생식세포의 형성과 유전적 다양성

사람처럼 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 생물은 부모의 염색체 중 절반씩이 생식세포를 통해 자손에게 전달된다. 따라서 세대를 거듭해도 생물종의 염색체 수는 일정하게 유지된다. 생식세포는 감수 분열을 통해 만들어진다. 감수 분열에서는 간기(S기)에 DNA가 복제된 후 연속 2회의 분열이 일어난다. 감수 1분열에서는 상동 염색체끼리 접합해 2가 염색체를 형성한 후 상동 염색체가 분리되며, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다. 따라서 감수 분열 결과 만들어진 생식세포의 염색체 수는 모세포의 절반이다.

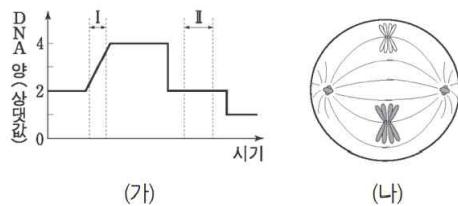
상동 염색체는 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 것이므로 유전자 구성이 다르다. 감수 분열에서는 상동 염색체가 분리되어 각각의 딸세포로 이동하며, 그 결과 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다.

감수 분열에서 2가 염색체가 무작위로 배열되며, 한 상동 염색체의 분리는 다른 상동 염색체의 분리와는 독립적으로 일어난다. 따라서 두 쌍의 상동 염색체를 가진 모세포 ( $2n=4$ )로부터  $4(=2^2)$ 가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어지며, 이 생식세포들은 여러 형질에 관한 대립유전자의 조합도 서로 다르다.

감수 분열을 통해 유전적으로 다양한 생식세포가 만들어지고, 생식세포들이 무작위로 수정되므로 태어나는 자손의 유전자 구성은 더욱 다양해진다.

감수 분열 결과 형성된 부모의 생식세포가 수정되어 자손이 태어남으로써 부모의 DNA는 각각 절반씩 자손에게 전달된다. 그 결과 시간이 지나더라도 개체의 DNA는 자손에게 남아 세대를 거듭해도 사라지지 않게 된다. 따라서 자손은 DNA를 매개로 하여 시간을 거슬러 올라가 조상과 이어지므로 생식세포의 형성을 통해 생명은 연속성을 가지게 된다.

28. 그림 (가)는 어떤 동물의 정상적인 세포 분열 과정에서 핵 1개당 DNA 양을, (나)는 이 세포 분열 과정의 어느 한 시기에서 관찰되는 세포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (나)의 핵상은  $2n$ 이다.  
 ㄴ. (나)의 방추사는 (가)의 구간 I에서 나타난다.  
 ㄷ. (나)는 (가)의 구간 II에서 관찰된다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 13. 사람의 유전

멘델은 여러 형질의 완두를 교배한 후 자손에서 나타나는 표현형의 종류와 비율을 분석하여 우성과 열성, 분리의 법칙, 독립의 법칙을 발견하였다. 멘델이 발견한 유전의 기본 원리는 사람의 형질이 유전될 때도 적용된다. 즉, 우열 관계가 분명한 형질에서 이형 접합자는 우성 표현형을 나타내며, 부모가 가진 한 쌍의 대립 유전자는 감수 분열 시 분리되어 이 중 하나가 자손에게 전달된다.

사람은 완두와 달리 한 세대가 길고, 자손의 수가 적으며, 인위적인 교배가 불가능하다. 따라서 사람의 유전 현상은 가계도 조사, 집단 조사, 쌍둥이 연구 등과 같은 간접적인 방법으로 연구한다. 이 중 가계도 조사는 사람의 유전을 연구하는 대표적인 방법이다.

사람의 유전은 유전자가 존재하는 염색체의 종류에 따라 상염색체 유전과 성염색체 유전으로 구분할 수 있다. 사람의 염색체 중 22쌍의 상염색체는 성별과 관계없이 공통으로 존재한다. 따라서 상염색체 유전에서는 유전자가 자손에게 전달되는 방식이나 자손에서 특정 표현형이 나타날 확률이 성별과 관계없이 같다.

사람의 ABO식 혈액형도 상염색체 유전 형질이다. 컷볼 모양, 이마선 모양 등을 결정하는 대립유전자는 두 가지지만, 사람의 ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는 A, B, O로 세 가지이다. 이처럼 하나의 형질이 세 가지 이상의 대립 유전자에 의해 결정되는 유전을 **복대립 유전**이라고 한다. ABO식 혈액형 유전에서 대립유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없으며, 대립유전자 A와 B는 모두 우성, 대립 유전자 O는 열성이다.

사람의 성염색체는 1쌍으로, 성염색체 구성이 남자는 XY, 여자는 XX이다. 딸은 어머니와 아버지로부터 X 염색체를 한 개씩 물려받지만, 아들은 어머니로부터 X 염색체를, 아버지로부터 Y 염색체를 물려받는다. 따라서 태어나는 자녀의 성별은 정자에 들어 있는 성염색체의 종류로 결정된다.

일반적으로 Y 염색체에는 X 염색체에 있는 유전자가 없다. 따라서 성염색체 유전에서는 유전자가 자손에게 전달되는 방식이나 자손에서 특정 표현형이 나타날 확률이 성별에 따라 다르다.

적록 색맹은 시각 세포의 이상으로 적색과 녹색을 제대로 구별하지 못하는 유전 형질로, 적록 색맹을 결정하는 유전자는 X 염색체에 존재한다. 이처럼 어떤 형질이 X 염색체에 의해 유전되는 현상은 **반성유전**에 해당한다.

적록 색맹과 같이 X 염색체에 의해 열성으로 유전되는 형질에서 남자는 열성 대립 유전자를 하나만 가지면 열성 형질이 나타나지만, 여자는 열성 대립유전자를 두 개 가져야 열성 형질이 나타난다. 따라서 적록 색맹은 여자보다 남자에서 더 높은 빈도로 나타난다.

29. 표는 가족 I 과 II의 쌍꺼풀과 보조개 유무를 나타낸 것이다.

| 구분  | 가족 I |   |      | 가족 II |   |      |
|-----|------|---|------|-------|---|------|
|     | 부    | 모 | 자녀 A | 부     | 모 | 자녀 B |
| 쌍꺼풀 | +    | + | -    | -     | - | -    |
| 보조개 | -    | + | +    | +     | + | -    |

(+: 있음, -: 없음)

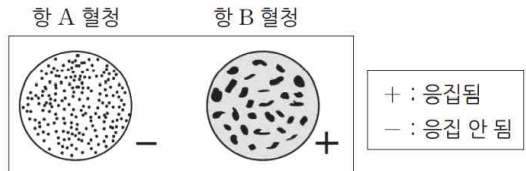
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. A의 부모는 쌍꺼풀 유전자형이 모두 이형 접합이다.  
 ㄴ. 보조개 있음이 보조개 없음에 대해 우성이다.  
 ㄷ. A와 B가 결혼하여 아이를 낳을 경우 이 아이가 보조개 있음일 확률은 50%이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

30. 다음은 영화 가족의 ABO식 혈액형에 관한 자료이다.

- 아버지와 오빠의 혈액형은 같다.  
 ○ 오빠가 혈액형 유전자형이 AO인 여자와 결혼하여 아이가 태어날 때, 이 아이가 A형일 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다.  
 ○ 어머니의 혈액형 판정 결과는 다음과 같다.



- 영화의 혈장을 아버지와 어머니의 혈액과 각각 섞을 경우 모두 응집 반응이 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 아버지와 오빠의 혈액형 유전자형은 서로 다르다.  
 ㄴ. 오빠의 적혈구 표면에는 응집원 A가 존재한다.  
 ㄷ. 영화가 AB형인 남자와 결혼하여 아이가 태어날 때, 이 아이가 A형일 확률은 25%이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 유전병의 종류와 특징

DNA에 변화가 일어나면 유전 정보에 변화가 생기므로 야생형과는 다른 새로운 형질이 나타나는 **돌연변이**가 일어난다. 돌연변이 형질은 다음 세대로 전달될 수 있으며, 많은 경우에는 돌연변이가 일어나면 생존에 불리한 유전병이 나타난다. 돌연변이에 의한 유전병은 유전자 이상에 의한 유전병과 염색체 이상에 의한 유전병으로 구분할 수 있다.

유전자에는 단백질을 만드는 데 필요한 유전 정보가 DNA의 염기 서열로 저장되어 있다. 만약 유전자에 이상이 생겨 DNA의 염기 서열이 달라지면 정상과는 아미노산 서열이 다른 돌연변이 단백질이 만들어지기도 한다. 돌연변이 단백질은 정상적인 기능을 수행하지 못해 유전병을 일으키기도 한다.

낮 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈 유전자의 이상으로 만들어진 돌연변이 헤모글로빈에 의해 나타난다. 정상 헤모글로빈과 달리 돌연변이 헤모글로빈은 혈액 속 산소 농도가 낮을 때 비정상적으로 길게 결합하며, 그 결과 적혈구는 길쭉한 낫모양으로 변형된다.

유전자 이상에 의한 유전병은 열성으로 유전될 때가 많으나 연골 무형성증과 같이 우성으로 유전될 때도 있다.

염색체에는 유전자가 존재하므로 염색체에 돌연변이가 일어나 이상이 생기면 유전병이 나타날 수 있다. 염색체 이상은 염색체 수 이상과 염색체 구조 이상으로 구분할 수 있다.

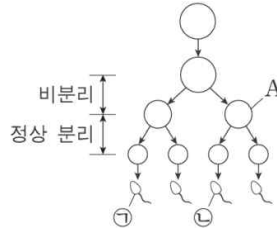
부모의 염색체는 생식세포를 통해 자손에게 전달된다. 따라서 감수 분열 과정에서 염색체가 제대로 분리되지 않는 **염색체 비분리 현상**이 일어나면 염색체 수가 정상보다 적거나 많은 생식세포가 만들어진다. 이 생식 세포가 다른 생식세포와 수정하여 태아로 발생하면 염색체 수에 이상이 있는 자손이 태어날 수 있다.

염색체 비분리 현상은 감수 1분열과 감수 2분열에서 각각 일어날 수 있다. 하나의 염색체에서만 비분리가 일어날 때, 감수 1분열에서 염색체 비분리 현상이 일어나면 정상보다 염색체 수가 한 개 적은 생식세포와 한 개 많은 생식세포가 각각 만들어진다. 반면에, 감수 2분열에서 염색체 비분리 현상이 일어나면 염색체 수에 이상이 있는 생식 세포 이외에 염색체 수가 정상인 생식세포도 만들어진다.

사람의 염색체 수 이상에 의한 유전병으로는 다운 증후군이 있다. 다운 증후군인 사람은 21번 염색체가 세 개이므로 체세포에 총 47개의 염색체가 들어 있다. 다운 증후군은 상염색체가 비분리되어 나타나는 염색체 돌연변이이므로, 남녀 모두에서 나타날 수 있다.

염색체 수는 정상이지만 염색체의 구조 이상으로 유전병이 나타날 수 있다. 염색체 구조 이상에는 결실, 중복, 역위, 전좌가 있다. **결실**은 염색체 일부가 떨어져 없어지는 현상, **중복**은 염색체에 어떤 부분과 같은 부분이 삽입되어 그 부분이 반복되는 현상, **역위**는 염색체 일부가 떨어져 거꾸로 붙는 현상, **전좌**는 한 염색체의 일부가 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 붙는 현상이다. 돌연변이에 의한 유전자 이상과 염색체 이상은 모두 유전병을 일으킬 수 있지만, 새로운 유전자를 만들어내 생물의 진화 요인으로 작용하기도 한다.

31. 그림은 어떤 사람에게서 감수 분열을 통해 정자가 형성되는 과정을, 표는 정자 ㉠과 ㉡의 X 염색체 수를 나타낸 것이다.



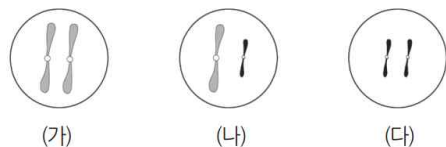
| 정자 | X 염색체 수 |
|----|---------|
| ㉠  | 1       |
| ㉡  | 0       |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 성염색체에서만 비분리가 1회 일어났으며, 이외의 다른 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. A의 염색체 수는 44개이다.  
 ㄴ. DNA 양은 ㉠이 ㉡의 2배이다.  
 ㄷ. ㉠과 정상 난자가 수정되어 아이가 태어날 때, 이 아이가 터너 증후군일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

32. 그림은 정상인 사람에서 성염색체만 비분리가 일어나 생성된 정자 (가)~(다)의 성염색체 구성을 나타낸 것이다. 염색체 비분리는 각각의 정자 생성 시 1회만 일어났으며, 다른 돌연변이는 없다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)는 감수 2분열에서 비분리가 일어나 생성된 것이다.  
 ㄴ. (나)가 정상 난자와 수정되어 태어난 아이에게서 터너 증후군이 나타난다.  
 ㄷ. (다)의 DNA양은 정상 정자의 2배이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

## 15. 생태계

생태 공원에는 뱀이나 개구리 같은 동물뿐만 아니라 식물, 버섯 등의 다양한 생물들이 서식한다. 이 생물들은 대부분 무리를 이루어 살아가는데, 일정한 지역에서 같은 종의 생물이 무리를 이루어 생활하는 집단을 **개체군**이라고 하며, 같은 지역에 여러 종류의 개체군이 모여 생활하는 것을 **군집**이라고 한다. 군집을 구성하는 생물이 주변의 다른 생물이나 햇빛, 공기 같은 환경 요인과 서로 영향을 주고받으며 생활하는 전체를 **생태계**라고 한다. 생태계는 생태 공원이거나 연못과 같은 좁은 범위에서 삼림, 초원, 사막, 해양 등과 같은 넓은 범위까지를 모두 나타낼 수 에너지 흐름과 물질 순환이 일어나는 기능적인 단위라고 할 수 있다.

생태계를 구성하는 요인은 **생물적 요인**과 **비생물적 요인**으로 구분할 수 있다. **생물적 요인**은 생태계 내에서 담당하는 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다. **생산자**는 식물, 조류 등과 같이 광합성을 하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물이다. **소비자**는 광합성을 하지 않고 다른 생물을 먹어서 양분을 얻는 생물로 동물이 해당하며, 먹이 사슬에서 차지하는 위치에 따라 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자 등으로 나눌 수 있다. **분해자**는 다른 생물의 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 필요한 에너지를 얻는 생물로 세균, 곰팡이, 버섯 등이 있다.

**비생물적 요인**에는 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이 있다. 비생물적 요인은 생물의 생존과 성장에 필요한 물질과 에너지를 공급하고 생활을 위한 터전을 제공하므로, 생물적 요인과 비생물적 요인 사이에서 다양한 상호 작용이 일어난다.

빛은 생태계를 유지하는 에너지원으로 식물의 광합성에 매우 중요하다. 빛의 세기에 따라 식물의 광합성량이 달라지므로, 빛의 세기가 보상점 이상인 곳에서 식물이 성장한다. 또, 빛의 세기는 식물 잎의 발달에 영향을 주어 빛을 많이 받는 양엽은 음엽보다 율타리 조직이 발달한다.

빛의 과장에 따라 바닷속에 서식하는 해조류의 분포가 달라진다. 또, 국화와 같은 식물은 하루 중 밤의 길이가 길어지는 계절에 꽃이 피고, 닭이나 꿩꼬리는 빛을 쬌는 일조 시간이 길어지면 생식을 위해 산란을 한다.

온도의 변화는 동물의 생활에 많은 영향을 미친다. 온대 지방에 서식하는 개구리나 뱀과 같은 동물은 겨울이 되어 온도가 낮아지면 겨울잠을 잔다. 또, 추운 지방에 서식하는 포유류는 몸의 말단부가 작고 몸집이 큰 경향이 있는데, 이는 체온을 유지하는 데 유리하다.

온도는 식물에도 영향을 미친다. 온대 지방에 주로 서식하는 활엽수는 온도가 낮아지면 단풍이 들고 낙엽을 만든다.

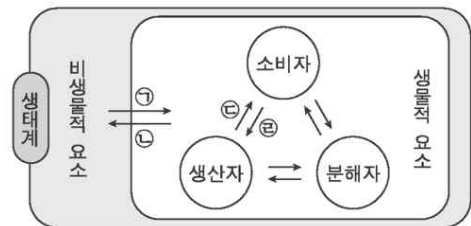
물이 부족한 사막에 서식하는 선인장에는 물을 저장하는 저수 조직이 있고, 물에서 자라는 연의 줄기와 뿌리에는 공기가 통하는 통기 조직이 발달한다.

토양은 다양한 생물의 서식처가 되고 양분을 제공하기 때문에 토양의 상태에 따라 생존할 수 있는 생물종이 달라진다. 또, 낙엽이 분해되어 토양이 비옥해지는 것처럼 생물도 토양에 영향을 미친다.

공기는 생물의 생존과 관련된 환경 요인이다. 고산 지대처럼 산소가 희박한 곳에 사는 사람의 혈액 속 적혈구 수가 평지에

사는 사람보다 많은 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 대표적인 사례이다. 또, 사람과 같은 동물의 호흡이나 식물의 광합성 결과는 공기의 조성에 영향을 미친다. 생태계가 안정적으로 유지되기 위해서는 생태계를 구성하는 요인 간에 다양한 상호작용이 일어나야 한다. 생태계를 구성하는 생물적 요인 간의 상호 작용이나 생물적 요인과 비생물적 요인간의 끊임 없는 상호 작용에 따라 생태계는 다양한 모습을 나타낸다.

33. 그림은 생태계를 구성하는 요소들 간의 관계를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

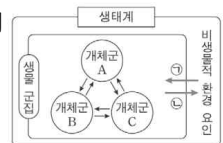
< 보 기 >

- ㄱ. 곰팡이는 분해자이다.  
 ㄴ. 숲의 나무가 하천의 수량에 영향을 주는 것은 ㉠에 해당한다.  
 ㄷ. 일조량이 식물의 광합성량에 영향을 주는 것은 ㉡에 해당한다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

34. 그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



< 보 기 >

- ㄱ. 곰팡이는 분해자이다.  
 ㄴ. 숲의 나무가 하천의 수량에 영향을 주는 것은 ㉠에 해당한다.  
 ㄷ. 일조량이 식물의 광합성량에 영향을 주는 것은 ㉡에 해당한다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



16. 개체군과 군집

개체군의 특성은 개체군을 구성하고 있는 개체의 고유한 특성과 이들이 함께 생활하며 나타나는 상호 작용에 의해 결정된다. 개체군을 이해하는 데 도움이 되는 개체군의 특성을 알아보자.

개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체 수를 개체군 밀도라고 한다.

$$\text{개체군 밀도} = \frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$$

한 지역에 서식하는 개체의 수가 많으면 개체군 밀도가 높다고 할 수 있다. 개체군 밀도는 개체의 출생이나 이입으로 증가하며, 사망이나 이출로 감소한다.

개체군을 이루고 있는 개체의 수가 증가하는 것을 **개체군의 성장**이라 하고, 시간에 따라 개체 수가 변하는 모습을 그래프로 나타낸 것을 **성장 곡선**이라고 한다. 이상적인 환경 조건에서는 개체 수가 기하급수적으로 증가하여 J자 모양의 성장 곡선이 나타난다. 그러나 일반적인 환경에서는 개체 수가 증가할수록 서식 공간과 먹이의 부족, 노폐물의 축적, 개체 간의 경쟁, 질병 등과 같은 환경 저항이 증가하여 개체군의 성장이 점차 둔화하는 S자 모양의 성장 곡선이 나타난다. 이때 주어진 환경 조건에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기를 **환경 수용력**이라고 한다.

한 개체군에서 같은 시기에 출생한 개체들은 시간이 지나면서 여러 가지 원인에 의해 개체 수가 점점 감소한다. 따라서 동시에 출생한 개체들을 대상으로 시간에 따른 생존 개체 수를 조사하면 개체군의 생활사, 생식, 서식 환경 등에 관한 자료를 얻을 수 있다. 동시에 출생한 개체들의 시간에 따른 생존 개체 수 비율을 그래프로 나타낸 것을 **생존 곡선**이라고 한다.

자연 상태에서 개체군 밀도는 환경 요인에 따라 주기적으로 변한다. 짧게는 계절에 따라 환경 요인이 변하면서 개체군의 크기가 달라지기도 하고, 포식과 피식의 관계에 의해 장기적으로 개체군의 크기가 바뀌기도 한다.

예를 들어 캐나다 남부 지역에 서식하는 눈신토끼와 스라소니 개체군에서는 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹고 사는데, 눈신토끼의 개체 수가 늘어나면 먹이가 많아지므로 스라소니의 개체 수도 늘어난다. 스라소니의 개체 수가 늘어나면 눈신토끼의 개체 수가 줄어들고, 먹이가 부족해진 스라소니의 개체 수도 다시 줄어들게 되므로 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다.

개체군의 구성원은 살아가는 과정에서 같은 공간과 먹이가 필요하므로 **종내 경쟁**을 피하고 질서를 유지하기 위해 다양한 형태의 상호 작용을 한다.

개체군 내의 각 개체가 자신의 생활 구역을 확보하여 다른 개체의 접근을 막고 먹이, 배우자, 공간 등을 독점하는 것을 **텃세**라고 하며, 이렇게 확보된 생활 구역을 **세력권**이라고 한다. 텃세는 척추동물이나 곤충 등에서 나타나며, 개체들을 분산시키고 밀도를 조절하는 기능을 한다.

개체군을 구성하는 개체들 사이에서 힘의 서열에 따라 순위

를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 것을 **순위제**라고 한다. 닭, 큰뿔양 등과 같은 개체군에서 개체들 사이에 순위가 정해지면 먹이 획득이나 번식 과정에서 불필요한 경쟁을 줄일 수 있다.

동물 개체군에서 경험이 많은 한 개체가 개체군의 행동을 지휘하는 것을 **리더제**라고 한다. 기러기나 코끼리처럼 먹이를 찾아 개체군이 이동하는 경우, 경험이 많은 개체가 리더가 되어 개체군의 이동 방향을 정하거나 천적으로부터 도피할 수 있도록 개체군을 통솔한다.

꿀벌이나 개미 개체군은 각 개체가 역할을 나누어 수행하는 분업화된 체제를 형성한다. 이와 같은 개체군 내 상호 작용을 **사회생활**이라고 한다. 사자, 하이에나 등과 같은 동물은 힘이 센 수컷이나 암컷을 중심으로 **가족생활**을 한다. 가족은 먹이를 공유하고 어린 개체를 효과적으로 키울 수 있어 개체군을 유지하는 데 도움이 된다.

군집에서는 여러 종류의 개체군들이 함께 서식하며 영향을 주고받는다. 따라서 군집은 개체군의 단순한 집합이라기보다는 각각의 개체군이 연결되어 전체가 하나의 특성을 보인다.

어떤 지역의 환경 특성은 다양한 군집을 결정하는 중요한 요인이다. 이때, 각 지역마다 특이하게 형성된 식물은 매우 중요한 군집 종류를 결정하는 생물적 요인이다. 이러한 군집의 종류는 삼림, 초원, 사막, 수생 군집 등으로 구분되며, 기온이나 강수량의 영향을 많이 받아 형성된다. 삼림은 강수량이 많고 식물이 자라기에 온도가 적당한 곳에서 형성되며, 초원은 강수량이 적은 곳에서 형성된다. 사막은 강수량이 아주 적고 바람이 강한 곳에서 형성되며, 수생 군집은 하천, 호수 등이 연결된 곳이나 물속에서 형성된다.

서식하는 지역의 기온, 강수량 등 환경 요인에 따라 나타나는 식물 군집의 분포를 **생태 분포**라고 한다. 생태 분포는 수직 분포와 수평 분포로 구분할 수 있다. **수직 분포**는 특정 지역에서 고도가 높아질 때 온도가 낮아지면서 나타나는 식물 군집의 분포이다. **수평 분포**는 위도에 따른 온도 차이와 강수량 차이로 나타나는 식물 군집의 분포이다.

삼림을 형성하는 식물 군집에서는 식물들이 고목층, 아고목층, 관목층, 초본층 등으로 나누어지는 **층상 구조**를 이룬다. 군집의 층상 구조는 삼림뿐만 아니라 수생 군집에서도 형성되는데, 수생 군집의 층상 구조는 빛, 온도, 산소와 같은 환경 요인에 의해 결정된다. 군집은 다양한 개체군으로 이루어져 있으므로 개체군 간의 상호 작용은 군집의 특성을 나타내며, 군집을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

군집 내 개체군은 필요한 물질과 에너지를 얻기 위해 일정한 공간을 차지하고, 먹이사슬이나 먹이 그물에서 일정한 위치를 차지하고 있다. 이처럼 개체군의 공간 지위와 먹이 지위를 종합한 것을 **생태적 지위**라고 한다. 군집 내 개체군 사이에는 생태적 지위를 유지하기 위해 다양한 상호 작용이 일어난다.

한정된 자원이나 서식 공간을 차지하기 위해 생태적 지위가 비슷한 개체군 사이에는 **종간 경쟁**이 일어난다. 생태적 지위가 많이 겹칠수록 경쟁이 심하게 일어나며, 경쟁에서 이긴 개체군은 번성하여 성장하지만 경쟁에서 진 개체군은 서식지에서 사라지게 된다. 이를 **경쟁·배타 원리**라고 한다.

서식지가 같거나 같은 먹이를 먹는 두 종이 계속 경쟁을 하면 두 종의 개체군은 모두 피해를 입는다. 이때 경쟁을 피하려

고 먹이의 종류를 바꾸거나 생활 공간을 달리하는데, 이를 **분서 (생태 지위 분화)** 라고 한다. 예를 들어 북미 지역에 서식하는 아메리카술새는 경쟁을 피하려고 같은 전나무 내에서 여러 종이 다른 높이와 위치에서 먹이를 먹는 분서 (생태 지위 분화) 를 한다.

군집을 구성하는 서로 다른 종의 생물 사이에 먹고 먹히는 관계가 형성된다. 포식자는 먹이를 잡기에 유리하도록 적응하고, 피식자는 포식자를 피할 수 있도록 적응한다. 포식자는 피식자 개체군의 성장을 조절하는 요인으로 작용하며, 포식과 피식의 관계는 생태계의 평형을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

서로 다른 두 종이 밀접한 관계를 맺으면서 함께 생활하는 것을 **공생**이라고 한다. 공생하는 두 생물이 모두 이익을 얻는 상호 작용을 **상리 공생**이라고 하며, 한쪽만 이익을 얻으면 **편리공생**이라고 한다.

한 개체군이 다른 개체군에 피해를 주면서 함께 사는 것을 **기생**이라고 한다. 기생 관계에서 이익을 얻는 생물을 기생자, 피해를 입는 생물을 숙주라고 한다. 거머리나 벼룩과 같은 생물은 일시적으로 숙주에 부착하여 기생하고, 대부분 병원체는 숙주 내에 기생한다.

식물 군집은 군집을 구성하는 종의 종류와 서식 형태에 따라 다른 유형을 나타낸다. 군집을 구성하는 종의 수와 각 종에 속한 개체의 구성 상태를 조사하면 해당 군집의 특성을 알 수 있다. 따라서 군집의 특성이나 기능 등을 연구하기 위해서는 식물 군집을 구성하고 있는 종들에 대한 정확한 조사가 필요하다.

식물 군집을 조사할 때는 주로 방형구법을 이용한다. 방형구법은 조사할 지역에 방형구를 설치하고, 방형구 내 식물의 종류와 분포 형태, 각 식물이 차지하고 있는 면적등을 조사하는 방법이다. **방형구법**을 이용하면 전체 군집의 특성을 이해할 수 있다.

방형구법을 이용하여 식물 군집을 조사할 때는 밀도, 빈도, 피도라는 3가지 요소를 측정한다. 밀도는 조사 지역에 서식하는 특정 종의 개체 수, 빈도는 특정 종의 개체가 출현하는 비율이다. 그리고 피도는 특정 종의 개체들이 차지하고 있는 면적을 나타내는 값이다.

각 종의 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 합한 값을 **중요치**라고 하며, 중요치가 가장 큰 종이 그 군집의 **우점종**이 된다. 우점종은 생물량이 많고 개체 수가 많은 종으로 넓은 공간을 차지하고 있으므로, 광합성량도 많다. 따라서 우점종은 군집의 구조와 환경에 큰 영향을 미친다.

우점종은 아니지만 군집의 특성에 영향을 미치는 종들이 있다. 특정 환경 조건을 충족하는 군집에서만 볼 수 있는 종을 지표종이라고 한다. 지의류는 대기오염 정도를 알 수 있는 지표종이고, 양서류는 서식지의 환경 파괴 정도를 알 수 있는 지표종이다. 또, 군집에서 우점종은 아니지만 군집의 구조에 결정적인 영향을 미치는 종을 핵심종이라고 한다. 바닷가 바위 생태계에서 불가사리는 조개와 따개비의 생존을 결정하는 핵심종이며, 습지 생태계에서 수달은 다른 동물의 분포에 영향을 미치는 핵심종이다. 개체 수가 매우 적어 보호가 필요한 종을 희소종이라고 한다.

한 지역에서 기후 조건이나 지형이 변화하면 서식할 수 있

는 식물 종이 달라진다.

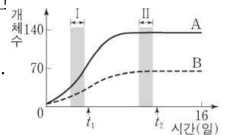
오랜 세월이 지나는 동안 군집을 구성하는 식물의 구조와 종이 변해 가는 것을 **천이**라고 한다. 용암 대지, 빙퇴석, 호수와 같이 토양이 형성되지 않은 곳에서 시작하는 식물 군집의 변화를 **1차 천이**라고 한다. 건조한 용암 대지에서 시작하면 건성 천이, 호수에서 시작하면 습성 천이라고 한다.

건성 천이는 개척자라고 불리는 지의류와 같은 초기 종이 들어와 서식하면서 토양이 형성되는 과정에서 시작한다. 토양이 형성되면 천이 초기에는 빛을 좋아하고 생장이 빠른 초본류가 유입되고, 점점 환경 조건이 변하면서 다년생 초본류, 관목류, 양수림, 혼합림, 음수림 등의 다양한 식물 군집이 나타난다. 천이의 마지막 단계에서 식물 군집이 안정적으로 유지되는 상태를 **극상**이라고 하며, 대부분의 온대 지역에서는 참나무류로 이루어진 음수림이 극상을 이룬다. 습성 천이는 호수에 유기물이 유입되고 토양이 퇴적되면서 시작한다. 초본류가 서식하는 습지가 형성된 후, 버드나무류를 중심으로 관목층과 양수림이 형성되고 점차 음수림이 극상을 이루게 된다.

기존의 식물 군집이 산불, 산사태, 지진 등과 같은 교란으로 훼손되어 대부분 사라졌지만, 종자나 식물 뿌리와 토양은 그대로 남아 있는 곳에서 새로운 종이 자라면서 식물 군집의 변화가 나타나는 과정을 **2차 천이**라고 한다. 천이가 진행되면서 식물 군집의 변화로 환경이 변하기도 한다. 1차 천이에서는 천이가 진행될수록 토양 속 영양염류의 양이 증가한다. 그러나 극상을 이룬 뒤에는 낙엽이 되어 토양으로 되돌아가는 영양염류보다 식물체 내로 흡수되어 저장되는 영양염류가 더 많으므로, 토양 속 영양염류의 양은 감소한다.

35. 그림은 먹이의 양이 서로 다른 두 조건

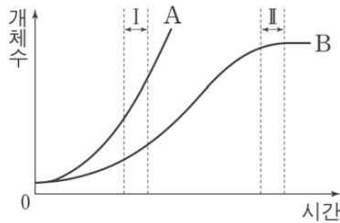
A와 B에서 종 ①을 각각 단독 배양했을 때 시간에 따른 개체수를 나타낸 것이다. 먹이의 양은 A가 B보다 많다. 이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)



- < 보 기 >
- ㄱ. 구간 I에서 증가한 ①의 개체수는 A에서가 B에서보다 많다.
  - ㄴ. A의 구간 II에서 ①에게 환경 저항이 작용한다.
  - ㄷ. B의 개체수는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 많다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

36. 그림의 A와 B는 각각 어떤 개체군의 이론적인 성장 곡선과 실제 성장 곡선 중 하나를 나타낸 것이다.

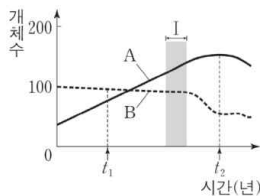


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이 개체군에서 이입과 이출은 없다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. A는 이론적인 성장 곡선이다.  
 ㄴ. B에서 환경 저항은 구간 I에서보다 구간 II에서 크다.  
 ㄷ. 구간 I에서 개체수 증가율은 A에서보다 B에서 크다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

37. 그림은 어떤 군집을 이루는 종 A와 종 B의 시간에 따른 개체수를 나타낸 것이고, 표는 상대 밀도에 대한 자료이다.



○ 상대 밀도는 어떤 지역에서 조사한 모든 종의 개체수에 대한 특정 종의 개체수를 백분율로 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B 이외의 종은 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. A는 B와 한 개체군을 이룬다.  
 ㄴ. 구간 I에서 A에 환경 저항이 작용한다.  
 ㄷ. B의 상대 밀도는  $t_1$ 에서  $t_2$ 에서보다 크다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

38. 표는 종 사이의 상호 작용을 나타낸

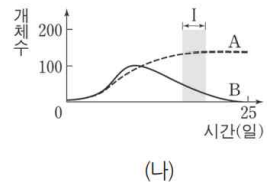
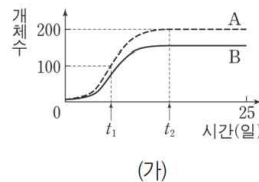
것이다. ㉠과 ㉡은 기생과 상리 공생을 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

| 상호 작용  | 종1 | 종2 |
|--------|----|----|
| ㉠      | 손해 | ③  |
| ㉡      | 이익 | ?  |
| 포식과 피식 | 손해 | 이익 |

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠은 '손해'이다.  
 ㄴ. ㉡은 상리 공생이다.  
 ㄷ. 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹는 것은 포식과 피식에 해당한다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

39. 그림 (가)는 종 A와 종 B를 각각 단독 배양했을 때, (나)는 A와 B를 혼합 배양했을 때 시간에 따른 개체수를 나타낸 것이다.



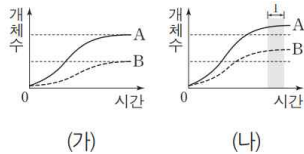
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 초기 개체수와 배양 조건은 동일하다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. A의 개체수는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 많다.  
 ㄴ. (나)에서 A와 B 사이에 편리 공생이 일어났다.  
 ㄷ. 구간 I에서 A와 B 모두에 환경 저항이 작용한다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

40. 표는 종 사이의 상호 작용을 나타낸 것이며, ㉠과 ㉡은 각각 기생과 상리 공생 중 하나이다. 그림 (가)는 종 A와 B를 각각 단독 배양했을 때, (나)는 A와 B를 혼합 배양했을 때 시간에 따른 개체수를 나타낸 것이다.

| 상호 작용 | 종 1 | 종 2 |
|-------|-----|-----|
| ㉠     | 손해  | ㉡   |
| ㉢     | 이익  | 이익  |

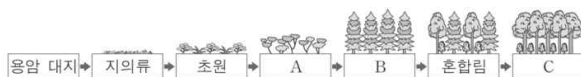


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 초기 개체수와 배양 조건은 동일하다.)

- ㄱ. ㉡은 손해이다.  
 ㄴ. (나)에서 A와 B 사이의 상호 작용은 ㉢에 해당한다.  
 ㄷ. (나)의 구간 I에서 A는 환경 저항을 받지 않는다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

41. 그림은 어떤 지역에서의 식물 군집의 천이 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 양수림, 음수림, 관목림 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A는 관목림이다.  
 ㄴ. 2차 천이를 나타낸 것이다.  
 ㄷ. 이 지역의 식물 군집은 B에서 극상을 이룬다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

## 17. 에너지 흐름과 물질 순환

생태계는 에너지 흐름과 물질 순환을 통해 생물과 환경이 연결된 역동적인 시스템으로, 에너지가 지속해서 공급되어야 유지될 수 있다. 생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다. 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물 속의 화학 에너지로 전환된다. 이 에너지 중 일부는 생산자의 생명 활동에 쓰이고, 일부는 먹이 사슬을 따라 소비자에게 전달되며, 각 영양 단계에서 생물의 호흡에 의해 열에너지의 형태로 방출된다. 생물의 사체나 배설물 속의 에너지도 분해자의 호흡을 통해 최종적으로 열에너지 형태로 전환되어 생태계 밖으로 빠져나가므로, 생태계가 유지되기 위해서는 지속적으로 에너지가 공급되어야 한다.

생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량을 **총생산량**이라고 한다. 총생산량 중 생산자의 호흡에 사용된 양을 제외한 유기물량을 **순생산량**이라고 하며, 순생산량 중 일부는 동물에게 먹히거나 낙엽 등의 형태로 분해자에게 전달되고, 나머지는 식물의 생장에 이용된다. 현재 군집이 가지고 있는 유기물의 총량은 **생물량**으로 나타낸다.

식물로부터 먹이 사슬을 따라 동물에 전달된 유기물은 동물의 호흡에 사용되거나 생장에 이용되고, 다른 동물의 먹이가 되어 영양 단계를 따라 이동한다. 따라서 먹이 사슬을 따라 전달되는 에너지양은 상위 영양 단계로 가면서 점점 감소한다. 각 영양 단계가 보유한 개체 수, 생물량, 에너지양을 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 쌓아 올린 것을 **생태 피라미드**라고 한다.

생태 피라미드의 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 전달되는 에너지 비율을 **에너지 효율**이라고 한다. 에너지 효율은 생태계 유형과 생물종에 따라 차이가 나며, 일반적으로 5%~20% 범위에 있다. 영양 단계가 길어지면 상위 영양 단계로 전달되는 에너지양이 줄어들기 때문에 상위 영양 단계의 생물은 생존에 필요한 에너지를 얻기 어렵다. 따라서 생태계를 구성하는 영양 단계는 일정 단계 이상으로 길어질 수 없다.

생명 활동에 필수적인 물질을 구성하는 원소인 탄소, 질소, 수소 등은 환경으로부터 생물 군집 내로 유입된 후 먹이 사슬을 따라 이동하고 최종적으로 분해자에 의해 토양이나 대기로 되돌아가는 순환을 한다.

대기 중의 이산화 탄소는 광합성을 통해 포도당으로 합성된 후 다양한 탄소 화합물로 전환되어 생산자의 체내에 저장되거나 호흡에 사용된다. 생산자의 체내에 저장된 탄소 화합물은 먹이 사슬을 따라 이동하면서 다른 생물체를 구성하거나 호흡에 사용된 후 이산화 탄소의 형태로 대기로 되돌아간다. 또, 사체나 배설물 속의 탄소 화합물은 분해자의 호흡에 사용된다. 즉, 대기 중의 탄소는 생산자의 광합성을 통해 생물체 내로 유입되고, 호흡을 통해 대기로 되돌아가는 순환을 한다.

탄소 순환에서 생물체는 탄소를 저장하는 역할을 한다. 광합성을 하는 식물과 식물 플랑크톤의 증가는 대기 중의 이산화 탄소를 감소시킨다. 석유, 석탄과 같은 화석 연료가 연소되면 이산화 탄소가 방출되므로, 화석 연료의 사용 증가는 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하는 원인이 될 수 있다.

질소는 생물체 내에서 단백질, 핵산 등을 구성하는 원소로, 생물의 구성과 기능 조절에 중요하다. 질소 기체는 대기 성분의 78%를 차지하지만 대부분 생물이 이용할 수 없는 상태이

므로, 식물이 흡수 가능한 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이나 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )의 형태로 전환되어야 한다. 이 과정을 **질소 고정**이라고 하며, 질소 고정 세균이나 공중 방전에 의해 이루어진다. 질소 고정 과정이나 분해자에 의해 생성된 암모늄 이온은 **질산화 작용**을 통해 질산 이온으로 산화되어 식물에 의해 흡수되고, 생물체 내에서 단백질, 핵산 등의 물질을 구성하는 데 사용된 후 먹이 사슬을 따라 이동한다. 생물의 사체나 배설물에 포함된 질소 화합물은 분해자에 의해 분해된 후 다시 생물체로 흡수되어 순환하거나, 탈질산화 세균에 의해 질소 기체로 전환되는 **탈질산화 작용** 결과 대기 중으로 되돌아간다.

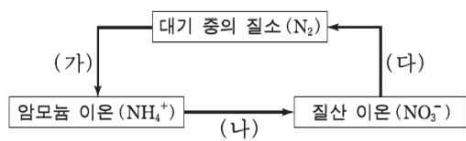
화학 기술이 발달하면서 공장에서 질소 비료를 합성하는 산업적 고정이 이루어지고 있다. 질소 비료의 사용으로 토양에 과잉 공급된 질소는 물로 유입되어 물의 부영양화를 유발할 수 있다.

환경 요인의 급격한 변화나 사람의 간섭이 없는 조건에서 생물 군집의 크기와 개체 수, 에너지 흐름 등이 안정된 상태를 유지하는 것을 **생태계 평형**이라고 한다. 그러나 홍수나 산사태 같은 자연재해와 사람의 개발 활동, 다른 종의 침입과 같은 교란이 일어날 때는 생태계 평형이 깨질 수 있다.

예를 들어 한라산의 노루는 일제 강점기 때 지나친 포획으로 멸종 위기에 처했다. 1980년대 이후 노루를 보호하기 위해 노루 살리기 운동이 시작되었고, 노루 개체 수는 2011년에 2만여 마리로 증가하였다. 그동안 한라산 주변은 목장이나 농지 등으로 개간되었고, 개체 수가 늘어나 먹이가 부족해진 노루들이 농가로 내려와 농작물을 훼손하게 되었다. 노루는 순식간에 골칫거리가 되었고, 한때 유해 야생 동물로 지정되어 사냥되거나 포획되기도 하였다.

안정적인 먹이 그물을 형성하고 있는 생태계는 외부의 간섭이 없다면 일시적으로 평형이 파괴되어도 자체적으로 회복될 힘을 가지고 있다. 따라서 사람의 간섭보다는 생태계가 생물 군집과 환경의 조화 속에 평형을 유지할 수 있도록 해야 한다.

42. 그림은 생태계에서 일어나는 질소 순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.

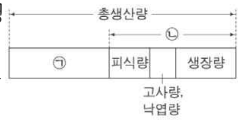


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)는 식물이 대기 중의 질소를 흡수하여 직접 이용하는 과정이다.
  - ㄴ. 질산균(질화 세균)은 (나)에 관여한다.
  - ㄷ. (다)는 질소 고정 과정이다.

① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

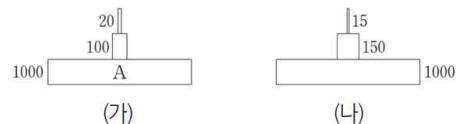
43. 그림은 어떤 군집에서 생산자의 총생산량, 순생산량, 호흡량의 관계를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 순생산량과 호흡량 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠은 호흡량이다.
  - ㄴ. ㉡은 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량이다.
  - ㄷ. 생산자의 피식량은 1차 소비자의 호흡량과 같다.

① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

44. 그림 (가)와 (나)는 각각 서로 다른 생태계에서 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 에너지량을 상댓값으로 나타낸 생태 피라미드이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지 효율은 전 영양 단계의 에너지량에 대한 현 영양 단계의 에너지량의 비율이다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠은 호흡량이다.
  - ㄴ. ㉡은 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량이다.
  - ㄷ. 생산자의 피식량은 1차 소비자의 호흡량과 같다.

① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



## 18. 생물다양성

생물 다양성은 생물종의 수, 생물의 개체 수, 서식지까지 생물이 나타내는 모든 다양성을 의미한다. 특정 종의 개체 수가 감소하면 유전적 다양성이 낮아져 멸종의 위험이 커지고, 특정 종이 사라지면 먹이 그물이 훼손되어 생태계 평형이 깨질 수 있다. 따라서 생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다.

한 개체군을 구성하는 개체들은 모두 같지 않으며, 개체들 사이에는 유전자와 환경의 영향에 따라 여러 가지 변이가 나타난다. 개체 수가 많을수록 많은 변이를 포함하므로 다양한 유전 형질을 보유하는데, 이를 **유전적 다양성**이라고 한다. 유전적 다양성이 높은 개체군은 환경 변화에 적응하여 생존할 가능성이 크다.

한 생태계에 서식하고 있는 생물종의 다양함을 나타낸 것을 **종 다양성**이라고 한다. 현재 지구에는 약 180만 종의 생물이 공식적으로 명명되어 있고, 아직 알려지지 않은 원생생물, 균류, 조류 등이 많이 있는 것으로 추측되고 있다. 특정 종이 멸종되지 않도록 멸종 위기에 처한 종을 보호하고, 새로운 종을 조사하는 것은 종 다양성을 유지하는데 매우 중요하다. 식물 군집에서 종 다양성의 의미를 알아보자.

생태계는 삼림, 초원, 습지, 갯벌, 해양 등과 같이 다양하며 생태계를 구성하는 생물과 환경의 상호 작용도 다양하게 일어나는데, 이를 **생태계 다양성**이라고 한다. 다양한 생태계는 제각각 다른 생물이 서식하는 다양성의 보고이다. 생태계를 구성하는 환경 조건이 바뀌면 생물이 멸종할 가능성이 커지므로, 다양한 생태계가 잘 유지되고 보존되어야 한다.

생물 다양성은 생태계 평형을 유지하는 데 필수적인 요소이다. 다양한 종으로 구성되어 복잡한 먹이 그물을 유지하는 생태계는 약간의 교란이 있어도 스스로 생태계의 평형을 유지할 수 있지만, 종 다양성이 낮은 생태계는 약간의 교란에도 생태계의 평형이 깨져서 회복하기 어렵다.

생물은 사람의 생존과 관련된 다양한 생물 자원으로 이용된다. 우리가 살아가는 데 없어서는 안 될 식량과 의약품, 산업 자재 등을 생태계로부터 얻고 있으며, 생태계는 새로운 의약품이나 식량 자원 개발을 위한 유전자원의 공급처 역할도 한다. 생물이 가진 다양한 성분은 질병의 치료제 개발이나 관련 연구를 진행하는 데 필요한 예비 자원이라고 할 수 있다. 생물은 생체의 구조나 특성을 모방한 새로운 상품 개발의 원천이 되기도 한다. 하나의 종이 생태계에서 사라지면 사람은 그만큼의 예비 자원과 가능성을 잃는 것이다. 또, 다양한 생물이 서식하는 생태계는 그 자체의 다양성만으로도 관광 자원으로 활용되어 경제적 가치가 높으며, 휴식과 교육, 환경 정화 등 다양한 방면에서 가치를 인정받고 있다.

현재 생물의 다양성은 빠른 속도로 감소하고 있다. 생물 다양성이 감소하는 까닭은 대부분 사람의 활동과 관련되어 있으며 서식지 파괴, 남획, 외래종의 도입, 환경 오염 등을 들 수 있다.

생물 다양성을 위협하는 주요 원인은 열대 우림이나 습지처럼 종 다양성이 높은 지역이 개발을 위해 벌채되거나 매립되어 서식지가 파괴되는 것이다. 서식지가 파괴되면 그 지역에 서식하던 생물은 먹이를 구하고 생식을 할 수 있는 삶의 터전을 잃게 되므로, 멸종될 가능성이 커진다.

특히 서식지 단편화는 서식지 면적이 감소할 뿐만 아니라 전체 서식지에서 가장자리의 비율이 급격히 늘어나고, 서식지 중심부에서 가장자리까지의 거리가 짧아지는 문제점을 가지고 있다.

남획은 야생의 동식물이 다시 원래의 개체군으로 회복할 수 없을 만큼 이들을 포획하는 것을 의미한다. 무차별적인 남획의 결과 많은 종류의 고래, 바다코끼리 등이 멸종된 것으로 알려져 있으며, 하늘다람쥐, 광릉요강꽃, 노랑만병초, 인도네시아의 열대어 등도 멸종 위기에 처해 있다.

사람에 의해 원래 지역에서 다른 지역으로 이동된 종을 외래종이라고 한다. 외부에서 도입된 종은 그 지역의 고유종과 함께 진화해 오지 않았기 때문에 포식자나 기생충이 없는 경우가 많아 쉽게 번성하여 고유종의 서식지를 침범하거나 먹이 그물을 훼손한다. 섬에 도입된 고양이, 쥐 등이 포식자로 작용하여 섬 지역의 새들을 멸종시키기도 한다.

사람의 활동에 의한 환경 오염도 종 다양성을 위협하는 요인이 되고 있다. 대기오염에 의한 산성 강우와 오존층의 파괴는 수생 생물과 육상 생물 모두에게 위협이 되고 있다.

세계적으로 생물 다양성을 보전하기 위해 다양한 노력을 하고 있다. 생물 다양성의 보전을 위해 훼손의 위험이 있는 생태계를 보호 구역으로 지정하여 서식지를 보전하고 남획을 방지하고 있으며, 서식지 단편화에 의한 영향을 감소시키고 동물을 이동시키기 위해 생태 통로를 설치하여 생태계가 단절되지 않도록 하고 있다.

야생 동식물을 남획으로부터 보호하기 위해 멸종 위기종의 국제 교역에 대한 협약(CITES)이 이루어져 보호종을 지정하고 국제 거래를 금지하고 있다. 이 협약으로 고래 사냥이 금지되고, 아프리카 코끼리의 DNA를 분석하여 불법적인 상아 유통을 막는 노력이 진행되고 있다.

또, 외래종의 도입에 의한 피해를 줄이기 위해서는 외래종의 도입을 막고 외래종이 확산되지 않도록 자연 생태계에서 외래종을 제거하는 노력이 필요하다. 특히 인위적인 목적에 의해 허가받지 않고 생물종을 도입하는 경우가 없도록 해야 한다.

우리나라에서도 자연 생태계의 훼손과 무분별한 포획으로 멸종 위기에 처한 생물종을 복원하기 위해 국립 공원 관리공단과 전국의 수목원을 중심으로 야생 동식물의 복원 사업이 진행되고 있으며, 종자 은행을 통해 다양한 자생종의 종자를 보관하여 멸종에 대비하고 있다.

45. 표는 생물 다양성의 3가지 의미를 설명한 것이다. (가)~(다)는 각각 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성 중 하나이다.

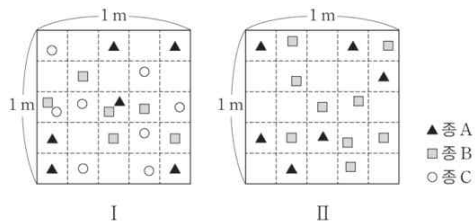
| 구분  | 의미                                          |
|-----|---------------------------------------------|
| (가) | 사막, 초원, 삼림, 강, 습지 등 생태계가 다양하게 형성되는 것을 의미한다. |
| (나) | 어떤 생태계에 존재하는 생물 종의 다양한 정도를 의미한다.            |
| (다) | 동일한 생물 종이라도 형질이 각 개체 간에 다르게 나타나는 것을 의미한다.   |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 생태계 다양성이다.  
ㄴ. (나)는 지구 상의 모든 지역에서 동일하다.  
ㄷ. 사람에 따라 눈동자 색이 다른 것은 (다)에 해당한다.

① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

46. 그림은 서로 다른 지역에 1m × 1m 크기의 방형구 I과 II를 설치하여 조사한 식물 종의 분포를 나타낸 것이다.

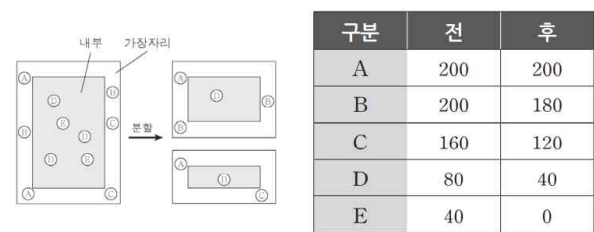


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방형구에 나타난 각 도형은 식물 1개체를 의미하며, 제시된 종 이외의 종은 고려하지 않는다.)

- ㄱ. 식물의 종 수는 I에서가 II에서보다 많다.  
ㄴ. II에서 A는 B와 한 개체군을 이룬다.  
ㄷ. A의 개체군 밀도는 I에서와 II에서가 같다.

① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

47. 그림은 서식지가 분할되었을 때 나타나는 생물 종 A~E의 분포를, 표는 분할 전과 후 A~E의 총 개체수를 나타낸 것이다.



서식지가 분할되었을 때 나타난 현상으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 생물 종만 고려하며, A~E의 위치는 생물의 분포 지역을 나타낸 것이다.)

- ㄱ. 생물 종의 수가 감소하였다.  
ㄴ. 가장자리 면적 / 내부 면적의 값이 증가하였다.  
ㄷ. 내부보다 가장자리에 서식하는 개체수가 더 많이 감소하였다.

① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023학년도 수능 대비 모의고사 주요 문항 정답

|    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
| 1  | ⑤ | 2  | ⑤ | 3  | ⑤ | 4  | ④ | 5  | ④ |
| 6  | ⑤ | 7  | ③ | 8  | ⑤ | 9  | ⑤ | 10 | ③ |
| 11 | ⑤ | 12 | ④ | 13 | ⑤ | 14 | ① | 15 | ③ |
| 16 | ② | 17 | ④ | 18 | ③ | 19 | ③ | 20 | ③ |
| 21 | ① | 22 | ④ | 23 | ② | 24 | ④ | 25 | ① |
| 26 | ② | 27 | ② | 28 | ④ | 29 | ⑤ | 30 | ② |
| 31 | ① | 32 | ① | 33 | ① | 34 | ⑤ | 35 | ⑤ |
| 36 | ③ | 37 | ④ | 38 | ⑤ | 39 | ③ | 40 | ② |
| 41 | ① | 42 | ② | 43 | ① | 44 | ③ | 45 | ④ |
| 46 | ④ | 47 | ③ |    |   |    |   |    |   |

※ 시험이 시작되기 전까지 표지를 넘기지 마시오.