

3

우리 몸의 방어 작용

- 01 병원체와 방어 작용
- 02 항원항체반응과 혈액형
- 03 백신의 작용 원리와 종류

학습할 내용을 알아보고,
스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전
학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

☐ 감염성질환 ☐ 세균 ☐ 백혈구

이 단원의
학습 내용

지식·이해

- 병원체의 종류와 특징을 이해하고, 방어 작용을 선천면역과 후천면역으로 구분하여 설명할 수 있다.
- 항원항체반응의 특이성을 이해하고, 혈액 응집반응의 원리를 설명할 수 있다.
- 백신의 작용 원리와 종류를 설명할 수 있다.

과정·기능

- 혈액 응집반응의 원리를 이용하여 혈액형을 판정할 수 있다.
- 백신의 종류와 작용 원리를 조사하고, 백신의 필요성에 대해 협력하여 소통할 수 있다.

가치·태도

- 안전에 유의하여 혈액형 판정 실험을 할 수 있다.
- 우리가 건강하게 살아가는 데 백신의 개발과 활용이 중요하다는 것을 이해할 수 있다.

나의
학습 계획

나는 이 단원에서 _____을/를 알고 싶다.

코로나바이러스감염증-19(COVID-19)가 크게 유행했을 때 마스크 쓰기, 사회적 거리 두기 등으로 감염을 예방하기 위해 노력했다.

경험 비추어 보기 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)가 유행했을 때 마스크를 쓴 까닭은 무엇일까?

생각해 보기 감염성질환이 유행하는 것을 막으려면 어떻게 해야 할까?



01

병원체와 방어 작용

학습 목표

- ☐ 병원체의 종류와 특징을 감염성질환과 관련지어 설명할 수 있다.
- ☐ 우리 몸의 방어 작용을 선천면역과 후천면역으로 구분하여 설명할 수 있다.

다양한 물건을 만지는 손에는 병원체가 많지만, 우리는 이 병원체에 의한 질병에 쉽게 걸리지 않는다. 그 까닭은 무엇일까?



질병은 사람의 건강을 위협하는 요인 중 하나이다. 질병은 비감염성질환과 감염성질환으로 구분할 수 있다. 비감염성질환은 병원체의 감염과 관계없이 유전, 환경, 생활 방식 등 복합적인 영향으로 나타나는 질병이며, 비감염성질환에는 고혈압, 당뇨병 등이 있다. 감염성질환은 병원체에 감염되어 나타나는 질병이며, 감염성질환을 일으키는 병원체에는 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등이 있다.

병원체와 방어 작용은 『통합 과학2』의 '과학과 미래 사회' 단원과 연계된다.

디지털 탐색

질병관리청

(www.kdca.go.kr)

병원체와 감염성질환에 대한 다양한 정보를 찾아보자.



병원체의 종류와 특징

세균 | 세균은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 없는 단세포생물이며, 스스로 물질대사를 하고 분열법으로 증식한다. 세균이 사람의 몸속에 들어와 증식하거나 독소를 분비하면 조직이 손상되거나 물질대사가 정상적으로 일어나지 않아 감염성질환이 나타난다. 병원성 세균에 감염된 사람과 접촉하거나 세균에 오염된 음식을 먹었을 때 세균에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 세균에 의한 감염성질환에는 결핵, 위궤양, 콜레라, 피부염, 세균성 폐렴 등이 있다. 세균에 의한 감염성질환을 치료할 때에는 항생제를 이용하여 세균을 죽이거나 세균의 증식을 억제한다.

세균의 구조

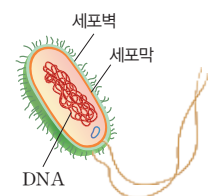
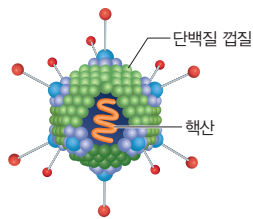


그림 Ⅱ-19 질병을 일으키는 세균

바이러스의 구조



오개념 바로잡기

사람은 모든 바이러스에 감염될까?

일반적으로 특정 바이러스는 특정 숙주에만 감염한다. 따라서 사람은 사람이 아닌 다른 생물이 숙주인 바이러스에는 감염되지 않는다.

❓ 항생제인 페니실린은 세균에서 세포벽이 형성되는 것을 억제한다. 페니실린으로 수족구병을 치료할 수 있을까?

*매개

둘 사이에서 양쪽을 연결하여 관계를 맺어 주는 것

바이러스 I 바이러스는 대부분 세균보다 크기가 작으며, 세포의 구조를 갖추지 않고 핵산이 단백질 껍질에 싸여 있다. 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못해 살아 있는 숙주세포 안에서만 증식하고, 이때 숙주에 감염성질환을 일으킬 수 있다.

바이러스에 감염된 사람과 접촉하거나 바이러스에 오염된 혈액을 수혈받을 때 바이러스에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 바이러스에 의한 감염성질환에는 독감, 수족구병, 구순포진, 후천성면역결핍증(AIDS), 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 등이 있다. 바이러스에 의한 감염성질환을 치료할 때에는 항바이러스제를 이용하여 바이러스의 증식을 억제한다.



그림 II-20 질병을 일으키는 바이러스

원생생물 I 원생생물은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 있다. 원생생물에 오염된 음식을 먹거나 원생생물을 가진 쥐, 모기, 파리 등의 *매개 생물에 물렸을 때 원생생물에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 원생생물에 의한 감염성질환에는 수면병, 말라리아, 아메바성 이질, 아메바성 수막뇌염 등이 있다.

곰팡이 I 곰팡이는 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 있으며, 습한 환경에서 번식한다. 곰팡이에 감염된 사람과 접촉하거나 곰팡이에 오염된 음식을 먹었을 때 곰팡이에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 곰팡이에 의한 감염성질환에는 무좀, 알러지, 폐 질환, 곰팡이성 식중독 등이 있다.



그림 II-21 수면병을 일으키는 로데시아파동편모충 수면병을 일으키는 로데시아파동편모충을 가진 체체 파리에 물리면 수면병에 걸릴 수 있다.

그림 II-22 무좀을 일으키는 피부사상균 무좀을 일으키는 피부사상균이 피부에서 증식하면 무좀에 걸릴 수 있다.

감염성질환의 감염 경로와 예방

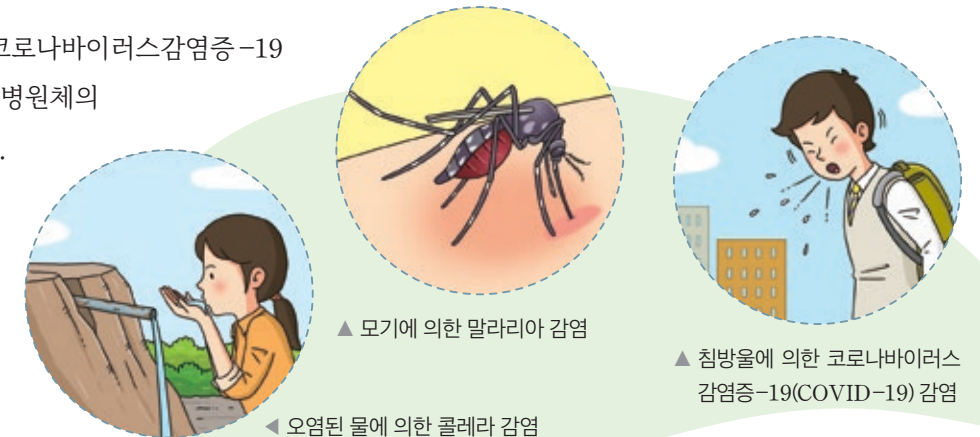
사람이 병원체에 감염되는 경로는 병원체의 종류와 특징에 따라 다르다. 따라서 병원체에 감염되는 경로를 이해하고, 이에 맞게 대응해야 감염성질환을 예방할 수 있다. 다음 해 보기에서 병원체의 감염 경로에 따라 감염성질환을 어떤 방법으로 예방해야 할지 알아보자.

해보기

감염 경로에 따른 감염성질환 예방 방법 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

그림은 콜레라, 말라리아, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 일으키는 병원체의 감염 경로를 나타낸 것이다.



1. 콜레라, 말라리아, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 예방하는 데 어느 방법이 효과적일지 다음에서 골라 설명해 보자.



2. 감염성질환을 예방하는 방법으로 손 씻기를 가장 강조하는 까닭을 설명해 보자.

감염성질환을 예방하려면 마스크를 쓰고, 손을 자주 씻는 것이 좋다. 또 신선한 음식을 먹고, 모기와 같이 병원체를 옮기는 생물을 미리 없애면 감염의 위험을 줄일 수 있다. 감염성질환이 유행할 때에는 사람이 많이 모이는 곳은 감염의 위험이 높으므로 피하는 것이 좋다.

방어 작용의 구분

우리 몸은 병원체가 들어오는 것을 막거나 들어온 병원체를 제거하는 방어 작용을 하며, 이를 **면역**이라고 한다. 면역은 **선천면역**과 **후천면역**으로 구분할 수 있으며, 두 면역은 밀접하게 관련되어 있다.

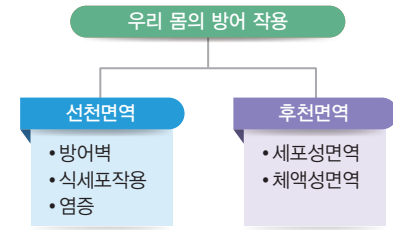


그림 II-23 방어 작용의 구분

선천면역

선천면역은 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 작용하여 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막거나 감염 초기에 병원체를 제거한다. 또 후천면역에 관여하는 세포가 우리 몸에 들어온 병원체를 인식할 수 있게 한다. 선천면역에는 피부, 점막 등과 같은 방어벽, 식세포작용, 염증 등이 있다.

방어벽 | 피부의 각질층은 우리 몸의 바깥쪽을 둘러싸고 있어 해로운 물질과 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막는다. 소화기관이나 호흡기관의 내벽은 점막으로 덮여 있고, 점막은 점액을 분비하여 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막는다. 숨관 가지의 섬모는 병원체를 몸 밖으로 밀어내고, 눈물 속의 항균성단백질과 위액 속의 위산은 병원체를 효과적으로 제거한다.

항균성단백질의 특징과 기능

항균성단백질은 세균의 번식을 억제하는 물질이며, 침, 눈물, 콧물 등에 들어 있다. 대표적인 항균성단백질인 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하는 효소이다.



식세포작용(식균작용) | 식세포작용은 백혈구가 병원체, 암세포, 손상된 세포 등을 세포로 들여와 분해하는 작용이다. 백혈구의 한 종류인 큰포식세포는 병원체를 세포로 들여와 효소를 이용하여 분해한다. 우리 몸은 이 과정을 통해 침입한 병원체를 인식할 수 있다.

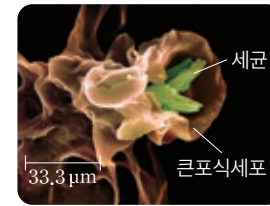


그림 II-24 식세포작용

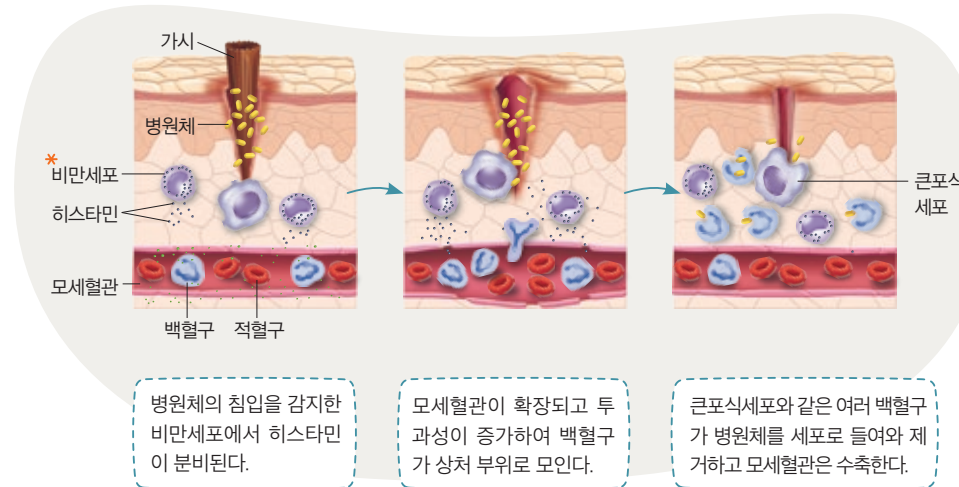
염증 | 상처나 화상을 입어 피부나 점막이 손상되면 병원체가 몸속에 들어와 열, 통증, 붓어짐, 부어오름 등이 나타나는 **염증**이 일어날 수 있다. 염증은 병원체를 제거하고, 조직이 손상되는 것을 최소화하는 데 중요한 역할을 한다. 다음 해 보기에서 염증이 어떤 과정으로 일어나는지 알아보자.

해보기

염증 과정 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

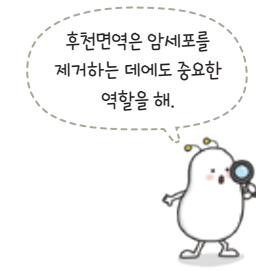
그림은 병원체가 있는 가시에 찔렸을 때 사람의 몸에서 염증이 일어나는 과정을 나타낸 것이다.



*** 비만세포**
히스타민을 생성하고 분비하여 염증과 알러지에 관여하는 백혈구

1. 상처 부위에 백혈구가 많이 모일 수 있는 까닭을 설명해 보자.
2. 몸속에 들어온 세균이 염증 과정에서 어떻게 제거되는지 설명해 보자.

병원체가 상처 부위를 통해 몸속에 들어오면 이를 감지한 비만세포가 히스타민과 같은 화학 신호 물질을 분비한다. 이 물질에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가하면 혈관을 따라 이동하던 여러 종류의 백혈구가 상처 부위로 모인다. 이 중 큰포식세포와 같은 여러 백혈구가 식세포작용으로 병원체를 제거하고, 일정 시간이 지나면 손상된 조직이 회복된다.



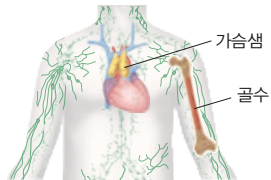
후천면역

후천면역은 우리 몸에 감염된 병원체를 인식하여 특이적으로 일어난다. 따라서 후천면역으로 병원체를 효율적으로 제거할 수 있으며, 후천면역은 백혈구의 한 종류인 림프구가 주로 담당한다.

사람의 몸속에 들어와 면역반응을 일으키는 물질을 **항원**이라고 한다. 몸속에 들어온 세균, 바이러스와 같은 병원체뿐만 아니라 먼지, 꽃가루, 독성 물질 등이 항원으로 작용할 수 있다. 이 항원에 대하여 몸속에서 만들어지는 단백질을 **항체**라고 한다. 후천면역에는 특정 림프구가 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하는 **세포성면역**과 체액에 있는 항체가 병원체를 제거하는 **체액성면역**이 있다.

T림프구와 B림프구

가슴샘(thymus gland)에서 성숙하는 림프구는 가슴샘 영문의 t를 따서 T림프구라 하고, 골수(bone marrow)에서 성숙하는 림프구는 골수 영문의 b를 따서 B림프구라고 한다.



림프구의 생성과 성숙 | 면역을 담당하는 골수와 가슴샘에서는 **그림 II-25**와 같이 림프구가 생성되고 분화한다. 골수에서는 림프구가 생성되며, 생성된 림프구는 종류에 따라 다른 수용체를 가진다. 이에 따라 림프구는 후천면역에서 다양한 병원체를 인식할 수 있다. 림프구의 일부는 골수에서 성숙 과정을 거쳐 **B림프구**가 되고, 다른 일부 림프구는 가슴샘으로 이동한 뒤 성숙 과정을 거쳐 **T림프구**가 된다. 이 과정에서 방어 작용에 효과적인 림프구만 성숙하고 효과적이지 않은 림프구는 제거된다.

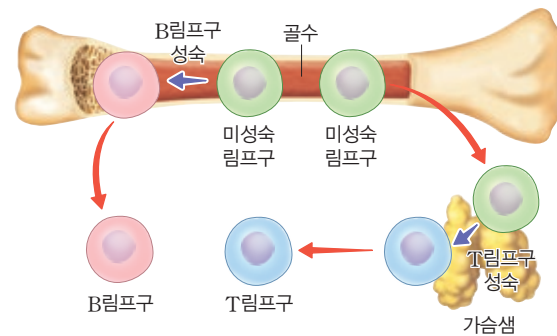


그림 II-25 림프구의 생성과 성숙 림프구는 성숙하는 장소에 따라 B림프구와 T림프구로 구분한다.

세포독성 T림프구의 작용

세포독성 T림프구에서 분비되는 독성 물질이 병원체에 감염된 세포의 막을 터트리고, 세포의 주요 단백질을 분해한다.

세포성면역 | 사람의 몸속에 들어온 병원체의 일부는 세포 안으로 들어간다. 이렇게 병원체에 감염된 세포를 림프구가 직접 제거하는 면역을 세포성면역이라고 한다. 큰포식세포가 식세포작용으로 병원체를 분해하여 항원 조각을 세포 표면에 제시하면, 이 항원 조각을 인식한 보조 T림프구가 증식한다. 보조 T림프구의 도움을 받아 세포독성 T림프구가 증식하며, 세포독성 T림프구는 독성 물질을 분비하여 감염된 세포를 제거한다.

체액성면역 | 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 면역을 체액성면역이라고 한다. 체액성면역에서는 항원 조각을 인식하여 증식한 보조 T림프구의 도움으로 B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화한다. 형질세포는 항체를 생성하여 체액으로 분비하고, 기억세포는 항원의 정보를 기억한다.

형질세포에서 분비된 항체가 항원과 결합하면 항원의 활동이 억제되며, 큰포식세포는 항체와 결합한 항원을 식세포작용으로 빠르게 제거할 수 있다. 체액성면역에서 생성된 기억세포는 이후 같은 항원이 다시 침입했을 때 빠르게 기억세포와 형질세포로 분화하여 면역반응이 더 빠르고 강하게 일어나도록 한다.

형질세포의 특징

형질세포는 항체를 생성하여 분비하므로 단백질을 생성하고 분비하는 데 관여하는 세포소기관이 매우 발달된다. 형질세포는 대부분 짧은 시간 동안 항체를 분비하고 없어지지만, 일부는 수십 년 이상 남아 항체를 분비하기도 한다.

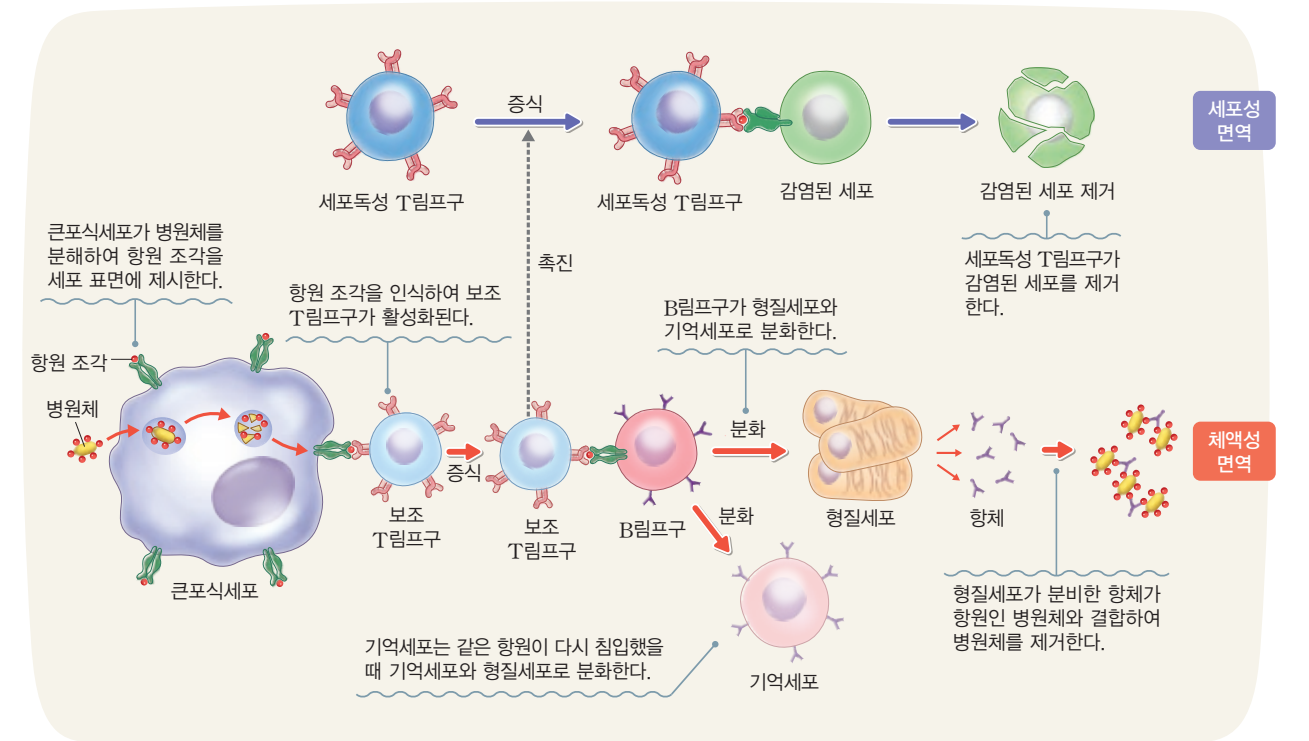


그림 II-26 세포성면역과 체액성면역의 과정

? 사람면역결핍바이러스(HIV)에 감염된 뒤 치료하지 않고 오랜 시간이 흐르면 세포성면역과 체액성면역이 모두 일어나지 않는다. 사람면역결핍바이러스(HIV)에 감염되는 림프구는 무엇일까?

스스로 확인하기

- 1 큰포식세포가 병원체를 세포로 들어와 분해하는 과정을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 B림프구의 일부는 항체를 생성하고 분비하는 ()으로 분화한다.
- 3 | **과학 역량 기르기** | 림프구가 우리 몸을 이루는 세포를 항원으로 인식한다면 어떤 문제가 발생할지 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 121 쪽 학습 목표에 ✓표하여 스스로 점검해 보자.

02

항원항체반응과 혈액형

| 학습 목표 |

- 항원항체반응의 특이성을 설명할 수 있다.
- 혈액 응집반응의 원리를 설명할 수 있다.

신속 항원 검사 도구를 사용하면
우리 몸에 병원체가 있는지 빠르게 확인할 수 있다.
신속 항원 검사 도구에 무엇이 들어 있어
병원체를 확인할 수 있는 것일까?



항원항체반응

우리 몸에서는 항원을 인식할 수 있는 다양한 B림프구가 생성된다. 특정 항원이 침입하면 다양한 B림프구 중에서 항원을 인식한 것만 증식한다. 증식한 B림프구는 형질세포로 분화하여 항체를 생성해 분비한다.

항체는 단백질로 이루어지며, **그림 II-27**과 같이 항원 결합 부위가 2 개 있는 Y 자 모양이다. 항원 결합 부위는 항체의 종류마다 다르다. 특정 항체는 항원 결합 부위에 맞는 특정 항원과만 결합하는데, 이를 **항원항체반응의 특이성**이라고 한다.

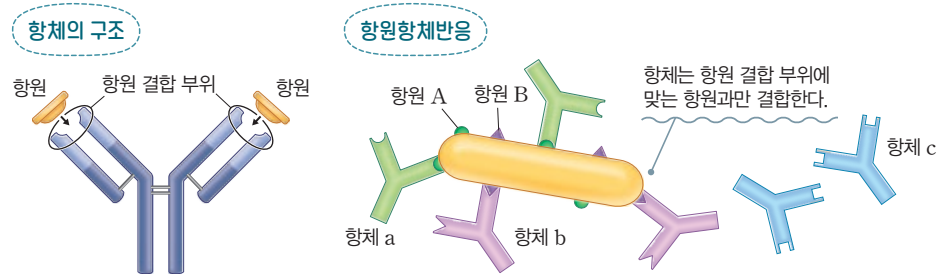
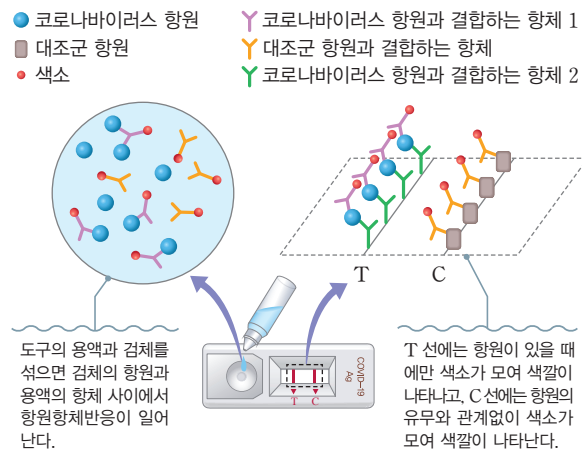


그림 II-27 항체의 구조와 항원항체반응

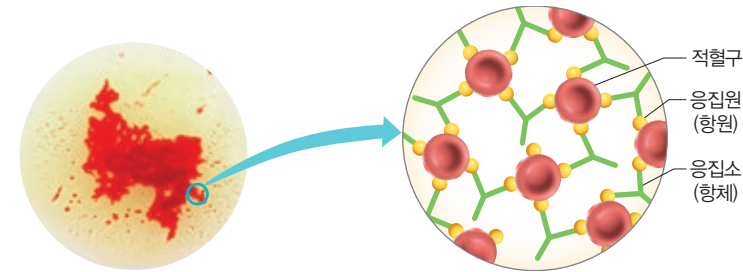
자료실 코로나바이러스 신속 항원 검사 도구의 원리

신속 항원 검사 도구의 용액에는 코로나바이러스 항원과 결합하는 항체 1, 대조군 항원과 결합하는 항체 2가 들어 있으며, 각 항체는 색소와 결합하고 있다. 검사용 도구의 T 선에는 코로나바이러스 항원과 결합하는 항체 2가, C 선에는 대조군 항원이 있다. 코로나바이러스에 감염된 사람의 검체를 용액에 섞으면 코로나바이러스 항원이 항체 1과 결합한다. 이 용액을 검사용 도구에 흘려보내면 항체 1과 결합한 코로나바이러스 항원이 T 선의 항체 2와 결합하여 T 선에 색깔이 나타난다. 또 C 선의 대조군 항원에 항체가 결합하여 C 선에 색깔이 나타난다. 따라서 코로나바이러스에 감염된 경우 두 선에 모두 색깔이 나타나고, 감염되지 않은 경우 C 선에만 색깔이 나타난다.



혈액 응집반응의 원리와 혈액형

ABO식 혈액형이 서로 다른 두 사람의 혈액을 섞으면 적혈구의 세포막에 있는 항원과 혈장에 있는 항체가 결합하여 적혈구가 엉겨 붙는 **응집반응**이 일어난다. 응집반응이 일어날 때 관여하는 항원을 **응집원**, 응집원과 결합하는 항체를 **응집소**라고 한다.

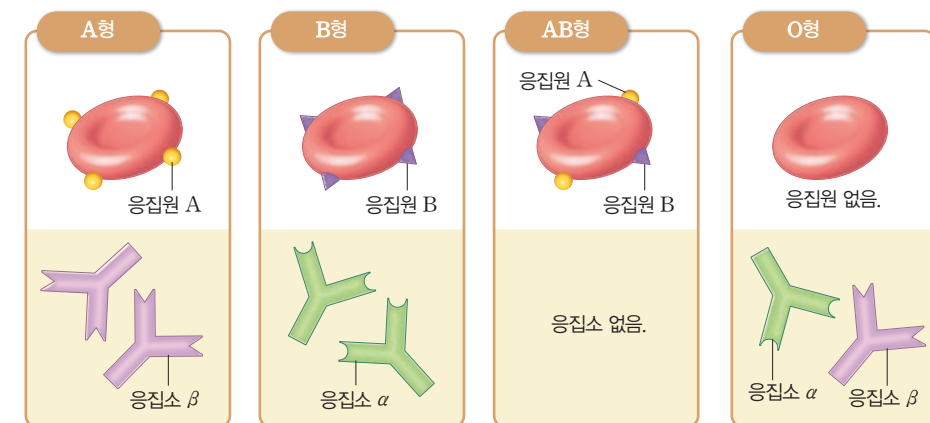


▲ 혈액의 응집반응

▲ 응집원과 응집소의 결합

그림 II-28 혈액의 응집반응 혈액의 응집반응은 응집원과 응집소의 항원항체반응으로 일어난다.

ABO식 혈액형은 적혈구의 세포막에 있는 응집원 A와 응집원 B의 유무에 따라 A형, B형, AB형, O형으로 구분한다. 각 ABO식 혈액형의 혈액에 들어 있는 응집원과 응집소는 **그림 II-29**와 같다. 응집원 A에 결합하는 항체를 응집소 α , 응집원 B에 결합하는 항체를 응집소 β 라고 한다. 따라서 응집원 A가 있는 혈액과 응집소 α 가 있는 혈액을 섞으면 응집반응이 일어나고, 응집원 B가 있는 혈액과 응집소 β 가 있는 혈액을 섞으면 응집반응이 일어난다.



사람은 자신의 혈액에 있는 응집원과 응집반응을 일으키지 않는 응집소를 가져.

그림 II-29 ABO식 혈액형의 응집원과 응집소

Rh식 혈액형은 적혈구의 세포막에 있는 Rh 응집원의 유무에 따라 Rh⁺형과 Rh⁻형으로 구분한다. Rh⁺형의 혈액에는 Rh 응집원이 있고 Rh 응집소가 없다. Rh⁻형의 혈액에는 Rh 응집원과 Rh 응집소가 모두 없고, 혈액이 Rh 응집원에 노출 되면 Rh 응집소가 생성될 수 있다.

란트슈타이너
(Landsteiner, K., 1868~1943)

오스트리아의 과학자. 1900 년에 ABO식 혈액형을 발견했고, 1940 년에는 Rh식 혈액형을 발견했다.

Rh식 혈액형의 어원
Rh식 혈액형은 붉은털원숭이(Rhesus monkey)에서 처음 발견되었기 때문에 그 영문의 Rh를 따서 이름을 지었다.

***혈청**

혈장에서 섬유소를 제거한 나머지 액체 성분

응집소가 포함된 *혈청에 혈액을 섞어 응집반응이 일어나는지 확인하면 응집원의 종류를 알 수 있고, 이를 통해 혈액형을 판정할 수 있다. 다음 탐구에서 혈액형을 판정하고, 판정 결과를 분석하여 항원항체반응의 원리를 알아보자.

탐구

실험, 결론 도출

탐구 능력 | 문제 해결 능력

실험 영상

혈액형 판정하기

목표 혈액과 혈청의 응집반응 결과를 이용하여 혈액형을 판정하고, 나의 혈액에 있는 응집원과 응집소를 판단할 수 있다.

준비물

- | | |
|--|--|
| ☒ 채혈기 | ☒ 채혈침 |
| ☒ 핀셋 | ☒ 이쑤시개 |
| ☒ 알코올 솜 | ☒ 혈액 반응판 |
| ☒ 항A 혈청 | ☒ 항B 혈청 |
| ☒ 항Rh 혈청 | |
| ☒ 실험복 | ☒ 실험용 장갑 |

안전



- 생명윤리 규정을 준수한다.
- 채혈침은 날카로우므로 조심 하 다룬다.
- 한 번 사용한 채혈침은 다시 사용하지 않는다.
- 채혈하기 전과 채혈한 뒤에 채혈 부위를 잘 소독한다.
- 사용하고 남은 생물 재료와 화학 약품은 선생님의 지도에 따라 분리하여 처리한다.
- 실험복과 실험용 장갑을 반드시 착용한다.

탐구 유의 사항

혈액을 각 혈청과 섞을 때 다른 혈청과 섞이지 않도록 서로 다른 이쑤시개를 사용한다.

과정

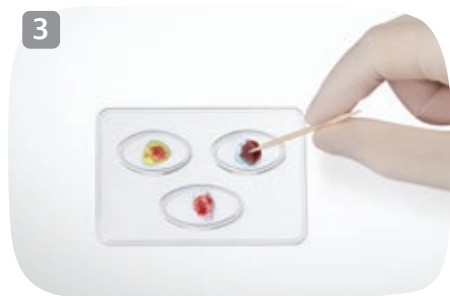
1. 혈액 반응판에 표기되어 있는 대로 항A 혈청, 항B 혈청, 항Rh 혈청을 한 방울씩 떨어뜨린다.

❗ 항A 혈청에는 응집소 α가, 항B 혈청에는 응집소 β가, 항Rh 혈청에는 Rh 응집소가 들어 있다.



2. 손가락 끝을 알코올 솜으로 소독한 뒤 채혈기로 살짝 찌른다.

3. 소독한 이쑤시개로 혈청에 혈액을 넣어 섞은 뒤 응집반응이 일어나는지 관찰한다.



결과 및 정리

1. 혈액 반응판에서 나타난 응집반응의 결과를 그린 뒤 응집반응이 일어났으면 +에, 응집반응이 일어나지 않았으면 -에 ○ 표 해 보자.

항A 혈청

(+, -)

항B 혈청

(+, -)

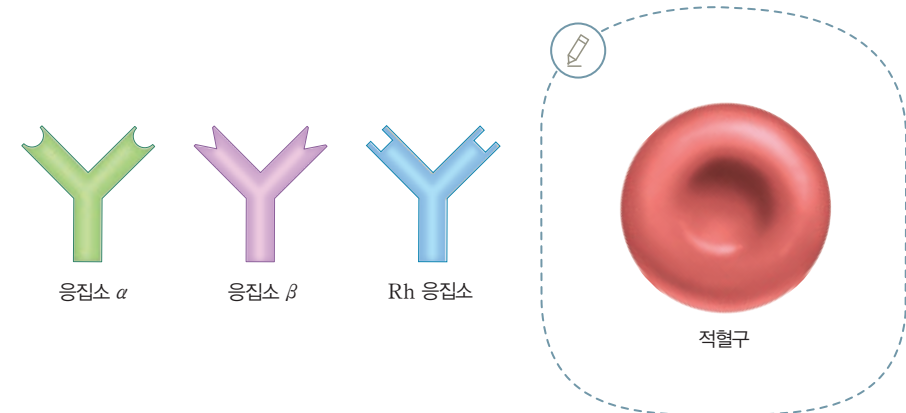
항Rh 혈청

(+, -)

2. 나의 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 써 보자.



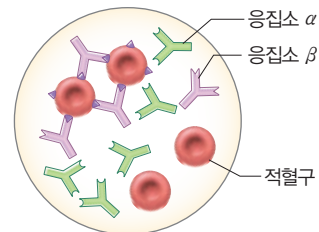
3. 그림은 응집소와 적혈구를 나타낸 것이다. 응집소의 모양을 참고하여 내가 가진 응집원을 적혈구의 세포막에 그려 보자.



4. 모둠원과 혈액의 응집반응 결과를 비교해 보자. 결과가 서로 다르다면 그 까닭을 설명해 보자.



5. **사고력** 그림은 ABO식 혈액형이 서로 다른 두 사람의 혈액을 섞었을 때 응집원과 응집소를 나타낸 것이다. 두 사람의 ABO식 혈액형이 각각 무엇인지 그렇게 판단한 까닭과 함께 설명해 보자.



스스로 평가하기

- [지식·이해]** 혈액의 응집반응 원리를 설명했는가? ☆☆☆
- [과정·기능]** 혈액의 응집반응 원리를 이용하여 혈액형을 판정했는가? ☆☆☆
- [가치·태도]** 안전에 유의하여 혈액형 판정 실험에 참여했는가? ☆☆☆

과거에는 혈액형을 판정하지 못하여 서로 다른 혈액형의 혈액을 수혈해 위험한 상황이 벌어지기도 했다. 현재는 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형을 판정하여 같은 혈액형의 혈액끼리 수혈할 수 있다. 이처럼 혈액형과 수혈에 대한 이해가 높아지면서 안전하게 수술할 수 있고, 안전한 의료 혜택을 받을 수 있게 되었다.

스스로 확인하기

- 1 특정 항체가 특정 항원과만 결합하는 특성을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 ABO식 혈액형이 A형인 사람의 적혈구 세포막에는 응집원 ()이/가 있고, 혈장에는 응집소 ()이/가 있다.
- 3 **| 과학 역량 기르기 |** 수혈할 때 부작용이 없는 인공 적혈구가 개발되었다. 인공 적혈구는 일반적인 적혈구와 어떤 점이 달라서 수혈할 때 부작용이 없는지 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지 128 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

03

백신의 작용 원리와 종류

| 학습 목표 |

- 백신의 작용 원리와 종류를 설명할 수 있다.
- 질병의 예방 측면에서 백신의 필요성을 설명할 수 있다.

우리나라에서는 12 세가 되기 전까지 간염, 결핵 등 16 가지 질병을 국가 예방접종을 시행해야 하는 감염성질환으로 지정하여 백신 접종을 권장한다. 백신을 접종하면 어떻게 질병을 예방할 수 있을까?



백신은 우리 몸에 접종했을 때 특정 병원체에 대한 면역반응을 일으켜 기억세포와 형질세포를 생성하게 하는 항원이며, 병원체, 병원체의 구성 물질, 독소 등을 이용하여 만든다.

백신의 작용 원리

우리 몸에 특정 항원이 처음 침입했을 때 일어나는 면역반응을 **1차 면역반응**이라고 한다. 1차 면역반응이 일어난 결과 기억세포와 형질세포가 생성되며, 기억세포는 일반적으로 몸속에 오랫동안 남아 있다. 이후 같은 항원이 다시 침입하면 기억세포가 빠르게 기억세포와 형질세포로 분화하여 처음 감염되었을 때보다 많은 항체가 빠르게 생성된다. 이러한 면역반응을 **2차 면역반응**이라고 한다.

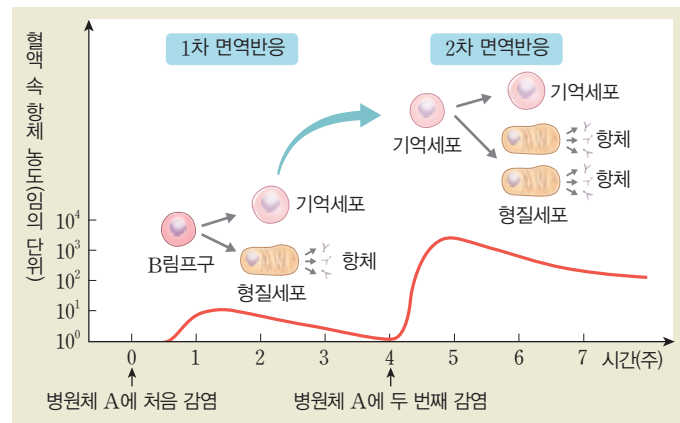


그림 II-30 1차 면역반응과 2차 면역반응 2차 면역반응에서는 1차 면역반응에서보다 많은 항체가 빠르게 생성된다.

백신은 특정 항원에 대한 1차 면역반응을 인위적으로 안전하게 일으켜 기억세포를 생성하게 한다. 이후 같은 항원이 다시 침입하면 2차 면역반응이 일어나므로 백신을 접종하면 감염성질환을 예방할 수 있다.

최근에는 안전성과 면역 효과를 높인 다양한 백신이 활용되고 있다. 다음 탐구에서 백신의 종류와 제조 방법에 따른 작용 원리를 알아보자.

탐구

백신의 종류와 작용 원리 조사하기

조사, 자료 분석

목표 백신에 대해 조사하여 백신의 종류와 작용 원리를 설명할 수 있다.

과정 및 결과

1. 제조 방법에 따른 백신의 종류를 조사하여 다음 빈칸에 써 보자.

2. 모둠원이 백신의 종류를 하나씩 담당하여 백신의 작용 원리와 장단점, 백신으로 예방할 수 있는 감염성질환에 대해 조사해 보자.

3. 조사한 내용을 다른 모둠원에게 설명하면서 제조 방법에 따른 다양한 백신의 작용 원리를 정리해 보자.



4. 다양한 종류의 백신이 작용하는 원리를 카드 뉴스로 만들어 발표해 보자.

정리

1. 백신으로 감염성질환을 예방할 수 있는 까닭을 설명해 보자.

2. 다른 모둠의 발표를 듣고 백신에 대해 새롭게 알게 된 사실을 써 보자.

탐구 능력 | 문제 해결 능력

준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 백신과 관련된 책

탐구 유의 사항

조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.

디지털 탐색

백신 연구를 검색하여 백신 연구 전문가의 영상을 시청해 보자.

스스로 평가하기

| 지식·이해 | 백신의 종류와 작용 원리를 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 백신에 대한 정보를 조사하고 분석했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 백신의 개발이 인류의 건강을 증진하는 데 이바지 하였음을 이해했는가? ☆☆☆

백신의 종류

백신으로 활용하는 물질은 우리 몸에 질병이나 부작용을 일으키지 않아야 하고, 접종한 뒤에 기억세포와 형질세포가 충분히 생성되어야 한다. 백신을 만들 때에는 병원체에서 독성을 떨 수 있는 부분을 약화하거나 제거하고 면역반응을 일으킬 수 있는 물질은 남겨서 활용한다.

백신의 종류는 제조 방법에 따라 약독화 생백신, 불활성화 백신, 재조합 백신, 핵산 기반 백신 등으로 구분할 수 있다. 불활성화 백신은 병원체의 전체를 이용하는 전 세포 불활성화 백신과 일부를 이용하는 분획화 백신으로 나뉘며, 분획화 백신은 단백질 백신과 다당 백신으로 나뉜다.

(출처: 질병관리청, 2023.)

약독화 생백신



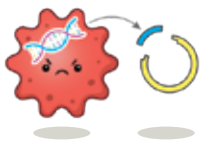
- 독성을 약화한 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.
 - 일반적인 감염과 유사하게 병원체가 몸속에서 증식하여 면역반응을 일으키며, 1 회 접종하여도 면역 효과가 유지된다.
 - 약화한 병원체의 독성이 되살아나 위험할 수 있다.
- 예 홍역, 수두, 볼거리 등의 백신

불활성화 백신



- 열이나 화학 약품으로 완전히 죽인 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.
- 병원체가 몸속에서 증식할 수 없고, 대부분 체액성면역을 일으킨다.
- 면역 효과를 유지하려면 대부분 여러 번 접종해야 한다.
- **전 세포 불활성화 백신:** 병원체의 전체를 이용하여 만든다.
예 독감, 소아마비, A형 간염 등의 백신
- **단백 백신:** 병원체를 부수어 일부를 이용하는 아단위 백신과 병원체의 독소를 이용하는 독소이드 백신이 있다.
예 백일해, 파상풍, B형 간염, 디프테리아 등의 백신
- **다당 백신:** 병원체를 이루는 긴 사슬의 다당으로 만들며, 다당에 단백을 결합하여 면역 효과를 높이기도 한다.
예 폐렴구균, 수막구균의 백신

재조합 백신

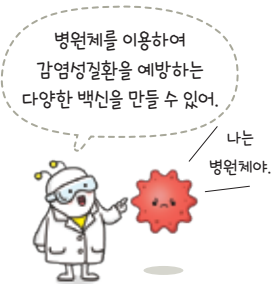


- 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원을 이용하는 백신이다.
 - 바이러스나 효모에 병원체 유전자의 일부를 삽입하여 생산한 항원을 이용해 만들거나, 질병을 일으키지 않도록 병원체를 유전적으로 변형하여 만든다.
- 예 장티푸스, 사람유두종 등의 백신

핵산 기반 백신



- 병원체의 유전정보를 가지는 핵산을 주사하여 몸속에서 항체를 생성하게 하는 백신이다.
 - 짧은 시간에 많은 양을 생산할 수 있다.
 - 접종을 위한 기술이나 장치가 필요하고, 유통 및 보관이 까다롭다.
- 예 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 백신



백신과 감염성질환

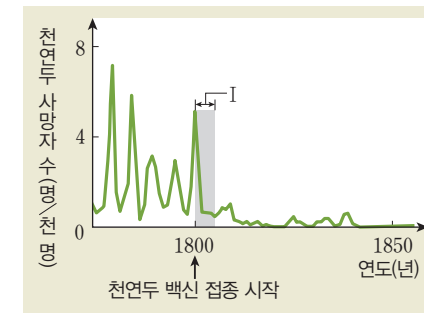
과거에 사람들이 흔히 걸렸던 홍역, 천연두, 소아마비 등은 현재 발병 사례가 크게 줄어들었다. 다음 해 보기에서 감염성질환의 발병 사례가 줄어든 까닭을 알아보자.

해보기

백신의 필요성 알아보기

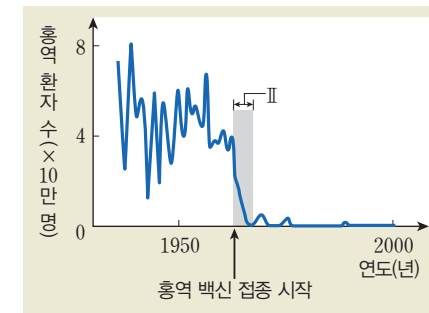
탐구 능력 | 문제 해결 능력

그림 (가)는 스웨덴에서 인구 1000 명당 천연두로 사망한 사람 수의 변화를, (나)는 미국에서 홍역에 걸린 사람 수의 변화를 나타낸 것이다.



(출처: Edwardes, 1902.)

(가)



(출처: Our World in Data, 2017.)

(나)

1. 구간 I과 II에서 각각 천연두로 사망한 사람의 수와 홍역 환자의 수가 급격히 감소한 까닭을 설명해 보자.
2. 감염성질환을 예방하기 위해 백신이 필요한 까닭을 토의해 보자.

천연두는 1970년대 후반 이후 발병 사례가 보고되지 않아 백신으로 완전히 퇴치한 것으로 보고 있다. 이 밖에도 다양한 백신이 개발되어 인류의 건강과 복지가 증진되었다. 하지만 일부 감염성질환은 효과적인 백신이 개발되지 않았고, 새로운 병원체가 나타날 수 있어 백신에 대한 연구는 계속되고 있다.

스스로 확인하기

- 1 우리 몸에 접종하여 면역반응을 일으켜 기억세포와 형질세포를 생성하게 하는 물질을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 항원이 처음 침입했을 때 일어나는 면역반응을 () (이)라 하고, 기억세포가 생성된 뒤 같은 항원이 다시 침입하여 일어나는 면역반응을 () (이)라고 한다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 일본뇌염은 약독화 생백신과 불활성화 백신으로 예방할 수 있다. 일본뇌염을 예방하기 위해 나는 어떤 백신을 맞을 것인지 그 까닭과 함께 설명해 보자.

참고자료 백신의 필요성을 알리는 표어를 만들어 보자.



폐결핵, 후천성면역결핍증(AIDS) 등의 감염성질환을 효과적으로 예방하는 백신을 만들기 위해 계속 연구하고 있어.



단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 132 쪽 학습 목표에 ✓ 표시하여 스스로 점검해 보자.

노벨상 수상자를 통해 보는 면역 연구의 역사

독일의 베링(Behring, E. A., 1854~1917)은 디프테리아균을 동물에게 주사하면 일정 시간 뒤 혈청에 디프테리아 독소를 중화할 수 있는 물질이 생성된다는 것을 발견했다. 또 이 혈청을 디프테리아균에 감염된 사람에게 주사하면 디프테리아를 치료하는 데 효과적이라는 사실을 발견하고, 디프테리아를 치료하는 혈청 요법을 개발했다. 베링은 이 공로를 인정받아 1901년에 면역 연구로 가장 처음 노벨상을 받았다.



독일의 코흐(Koch, H. H. R., 1843~1910)는 당시 유전병으로 알려진 결핵이 세균에 의한 감염성질환이라는 것을 밝혔다. 코흐는 이 공로를 인정받아 1905년에 노벨상을 받았고, 세계보건기구(WHO)는 코흐가 결핵균을 발견한 3월 24일을 '세계 결핵의 날'로 지정했다.

영국의 포터(Porter, R. R., 1917~1985)와 미국의 에델먼(Edelman, G. M., 1929~2014)은 특정 효소로 항체를 분해한 뒤 각 조각을 연구하여 항체의 화학적인 구조를 밝혔다. 또 항체의 항원 결합 부위가 어떻게 항원과 결합하는지 연구했고, 항체의 아미노산서열을 밝혔다. 이러한 공로를 인정받아 포터와 에델먼은 1972년에 노벨상을 받았다. 항체의 구조와 특성이 밝혀져 면역에 대한 연구가 활발하게 진행되었고, 항체를 이용하는 생명공학기술도 발달했다.



생각 펼치기

면역과 관련된 최신 연구 사례를 조사해 보자.



탐구 능력

병리학 연구원

병리학 연구의 성과로 우리 몸이 감염성질환에 걸리는 원인을 분석하고 이를 바탕으로 하여 감염성질환을 치료하는 방법을 개발할 수 있다. 앞으로도 새로운 병원체가 일으키는 감염성질환이 나타날 수 있으므로 이에 대해 효과적으로 대응하려면 병리학 연구원의 역할이 중요하다.

병리학 연구원은 어떤 일을 하나요?

병리학 연구원은 질병의 원인과 질병을 통제하는 방법을 밝히기 위해 병원체가 침입했을 때 우리 몸에서 일어나는 변화, 병원체의 구조와 특징 등을 연구합니다. 병원체에 감염된 환자에서 세포, 조직 등을 떼어 내 정상적인 세포, 조직 등과 비교하여 구조적·생화학적 변화를 분석하고, 병원체를 분리해 병원체의 구조와 특징을 밝힙니다. 이를 바탕으로 하여 감염성질환의 특징과 단계 등을 분석하고, 감염성질환을 효과적으로 치료할 수 있는 방법을 개발합니다.



병리학 연구원이 되려면 어떻게 준비하나요?

병리학 연구원이 되려면 면역학, 생리학, 의학 등을 전공해야 합니다. 또 병원체와 감염성질환의 특성을 분석하고, 분석한 결과를 환자의 감염성질환 징후와 관련지어야 하므로 자료를 분석하는 능력과 자료를 근거로 과학적으로 판단하는 능력을 길러야 합니다.



생각 펼치기

병리학 연구원이 되려면 어떻게 준비해야 하는지 계획을 세워 보자.



문제 해결 능력



워크넷(www.work.co.kr)
병리학 연구원과 관련된 정보를
찾아보자.



01 병원체와 방어 작용

121 쪽~127 쪽

1. 병원체와 감염성질환

병원체	감염성질환 예
①	결핵, 위궤양
바이러스	독감, 코로나바이러스감염증-19 (COVID-19)
원생생물	수면병, 말라리아
곰팡이	무좀, 식중독

2. 방어 작용

- ② : 병원체를 구분하지 않고 빠르게 일어나는 방어 작용 예 방어벽, 식세포작용, 염증
- ③ : 인식한 병원체에 대해서만 특이적으로 일어나는 방어 작용 예 세포성면역, 체액성면역

세포성면역	세포독성 T림프구가 감염된 세포를 제거한다.
체액성면역	B림프구가 ④ (으)로 분화하여 항체를 생성하고 분비한다.

02 항원항체반응과 혈액형

128 쪽~131 쪽

- 1. 항원항체반응의 특이성: 항체에는 항원 결합 부위가 2 개 있고, 항체는 이 결합 부위에 맞는 특정 항원과만 결합한다.

2. 혈액형

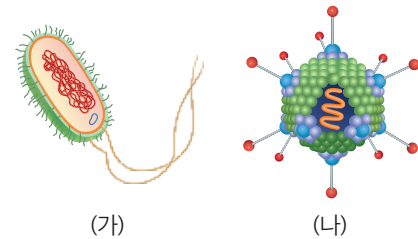
- 혈액의 응집반응과 혈액형: 응집을 일으킬 때 작용하는 항원을 ⑤, 항체를 ⑥ (이)라고 한다.
- ABO식 혈액형: 적혈구 세포막에 있는 응집원 A와 B의 유무에 따라 결정된다.
- Rh식 혈액형: 적혈구 세포막에 있는 Rh 응집원의 유무에 따라 결정된다.

03 백신의 작용 원리와 종류

132 쪽~135 쪽

1. 백신의 작용 원리: 백신을 접종하면 몸속에 기억세포와 형질세포가 생성되며, ⑦ 은/는 2차 면역반응에서 기억세포와 형질세포로 분화하여 빠르게 많은 양의 항체를 생성한다.
2. 백신의 종류: 약독화 생백신, 불활성화 백신, 재조합 백신, 핵산 기반 백신 등

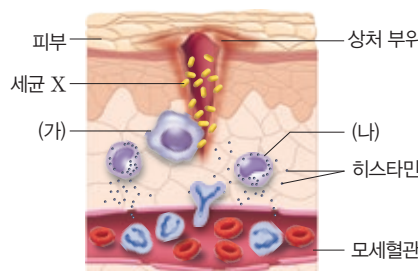
- 01 그림 (가)와 (나)는 결핵을 일으키는 세균과 후천성면역결핍증(AIDS)을 일으키는 바이러스를 순서 없이 나타낸 것이다. (가)는 분열법으로 증식한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)는 바이러스이다.
- ② (가)는 스스로 물질대사를 하지 못한다.
- ③ (나)에는 핵막이 있다.
- ④ (가)와 (나)에는 모두 핵산이 있다.
- ⑤ (가)와 (나)는 모두 항생제에 의해 죽거나 성장이 억제된다.

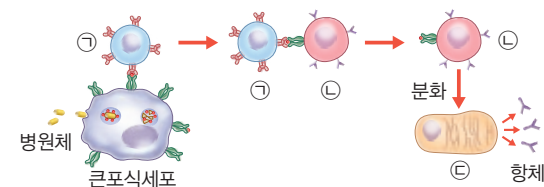
- 01 그림은 세균 X가 침입했을 때 일어나는 염증을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 큰포식세포와 비만세포를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)는 보조 T림프구에 항원 조각을 제시한다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)는 큰포식세포이다.
- ② (가)는 식세포작용으로 X를 제거한다.
- ③ (나)는 항체를 생성하고 분비한다.
- ④ 히스타민이 모세혈관에 작용하면 모세혈관이 확장된다.
- ⑤ 염증은 조직이 손상되는 것을 최소화하는 데 중요한 역할을 한다.

- 01 서술형 03 그림은 어떤 병원체가 사람의 몸속에 들어왔을 때 일어나는 방어 작용의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 B림프구, 형질세포, 보조 T림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



㉠~㉣이 무엇인지 각각 쓰고, 이 방어 작용에서 큰포식세포의 역할을 설명해 보자.

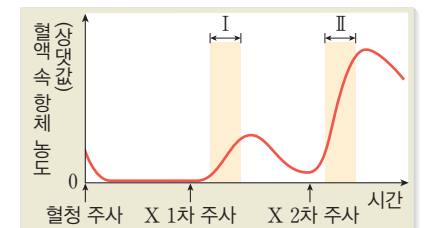
- 02 서술형 04 표는 사람 (가)와 (나) 사이의 ABO식 혈액형에 대한 혈액 응집반응의 결과를 나타낸 것이다. (가)의 혈액과 항A 혈청을 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.

구분	(가)의 혈장	(나)의 혈장
(가)의 적혈구	-	+
(나)의 적혈구	+	-

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

(가)와 (나)의 ABO식 혈액형을 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

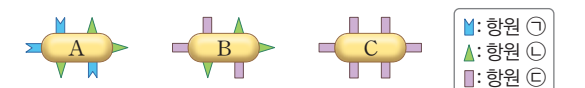
- 03 05 그림은 생쥐 (가)에 병원체 X를 주사하고 일정 시간 뒤 분리한 혈청과 X를 일정 간격으로 생쥐 (나)에 주사했을 때 X에 대한 항체 농도 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 골라 보자. (단, (가)와 (나)는 유전적으로 동일하고, 병원체 X에 노출된 적이 없다.)

- 보기
- ㄱ. (가)에서 분리한 혈청에는 X에 대한 기억세포가 있다.
 - ㄴ. 구간 I의 (나)에는 X에 대한 형질세포가 있다.
 - ㄷ. 구간 II의 (나)에서 X에 대한 체액성면역이 일어났다.

- 03 서술형 06 그림은 세균 A~C의 항원 ㉠~㉣을 나타낸 것이다.



세균 A에 대한 약독화 생백신은 세균 B와 C 중 어느 것의 감염을 예방하는 데 효과적인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 항원 ㉠~㉣과 관련지어 설명해 보자.

스스로 평가하기

이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

- 지식-이해: 병원체의 종류와 특징을 이해하고, 방어 작용을 선천면역과 후천면역으로 구분하여 설명했는가? ☐ ☐ ☐
- 항원항체반응의 특이성을 이해하고, 혈액 응집반응의 원리를 설명했는가? ☐ ☐ ☐
- 백신의 작용 원리와 종류를 설명했는가? ☐ ☐ ☐
- 과정-기능: 혈액 응집반응의 원리를 이용하여 혈액형을 판정했는가? ☐ ☐ ☐
- 백신의 종류와 작용 원리를 조사하고, 백신의 필요성에 대해 협력하여 소통했는가? ☐ ☐ ☐
- 가치-태도: 안전에 유의하여 혈액형 판정 실험을 했는가? ☐ ☐ ☐
- 우리가 건강하게 살아가는 데 백신의 개발과 활용이 중요하다는 것을 이해했는가? ☐ ☐ ☐

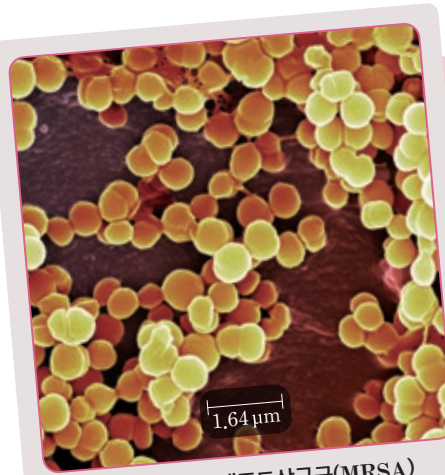
우수 보통 미흡

평가 결과가 아쉽다면 '3. 우리 몸의 방어 작용'을 다시 한번 학습해 봅시다.

항생제의 올바른 사용 홍보하기

경제협력개발기구(OECD)의 29 개국을 조사한 결과 2019 년 기준 우리나라의 인체 항생제 사용량이 세 번째로 많은 것으로 나타났다. 항생제를 너무 많이 사용하면 세균이 항생제의 효과에 저항하는 내성을 가질 수 있다. 최초의 항생제인 페니실린이 사용되고 몇 년 뒤 페니실린에 내성을 가지는 세균이 발견되었다. 이에 따라 페니실린에 내성을 가지는 세균의 증식을 억제하는 새로운 항생제가 개발되었는데, 곧이어 이 새로운 항생제에도 내성을 가지는 세균이 발견되었다. 사람이 항생제에 내성을 가지는 세균에 감염되면 기존에 사용하던 항생제의 효과가 줄어들어 이 항생제로는 치료가 어렵다.

항생제 내성 문제에 적절히 대응하지 못할 경우 2050 년에는 전 세계적으로 연간 약 1000만 명이 사망할 것이라고 한다. 이에 세계보건기구(WHO)는 2015 년부터 매년 11 월 셋째 주를 ‘세계 항생제 내성 인식 주간’으로 지정하여 국가별로 홍보하도록 권고하고 있다. 다음 활동에서 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물을 만들어 홍보 활동을 해 보자.



▲ 메티실린 내성 황색포도상구균(MRSA)
페니실린에 내성을 가지는 세균의 증식을 억제하기 위해 개발된 항생제인 메티실린에 내성을 가지는 세균이다.

항생제 내성의 위험성에 대한 영상을 시청해 보자.

▶ 도움 영상



1 고안하기

① 모둠별로 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물에 들어갈 내용과 홍보물의 형태를 정해 보자.

② 다음을 참고하여 홍보 활동 계획을 세워 보자.

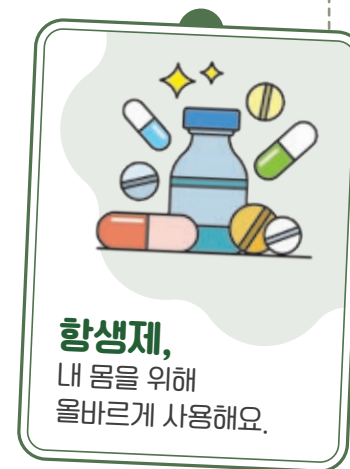
● 홍보 대상 ● 홍보 장소 ● 홍보 시간

③ 홍보물 제작을 위해 모둠원의 역할을 나누어 보자.

2 수행하기

① 항생제 부작용 사례와 항생제에 내성을 가지는 세균에 대해 조사해 보자.

② 조사한 내용을 바탕으로 하여 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물을 만들어 보자.



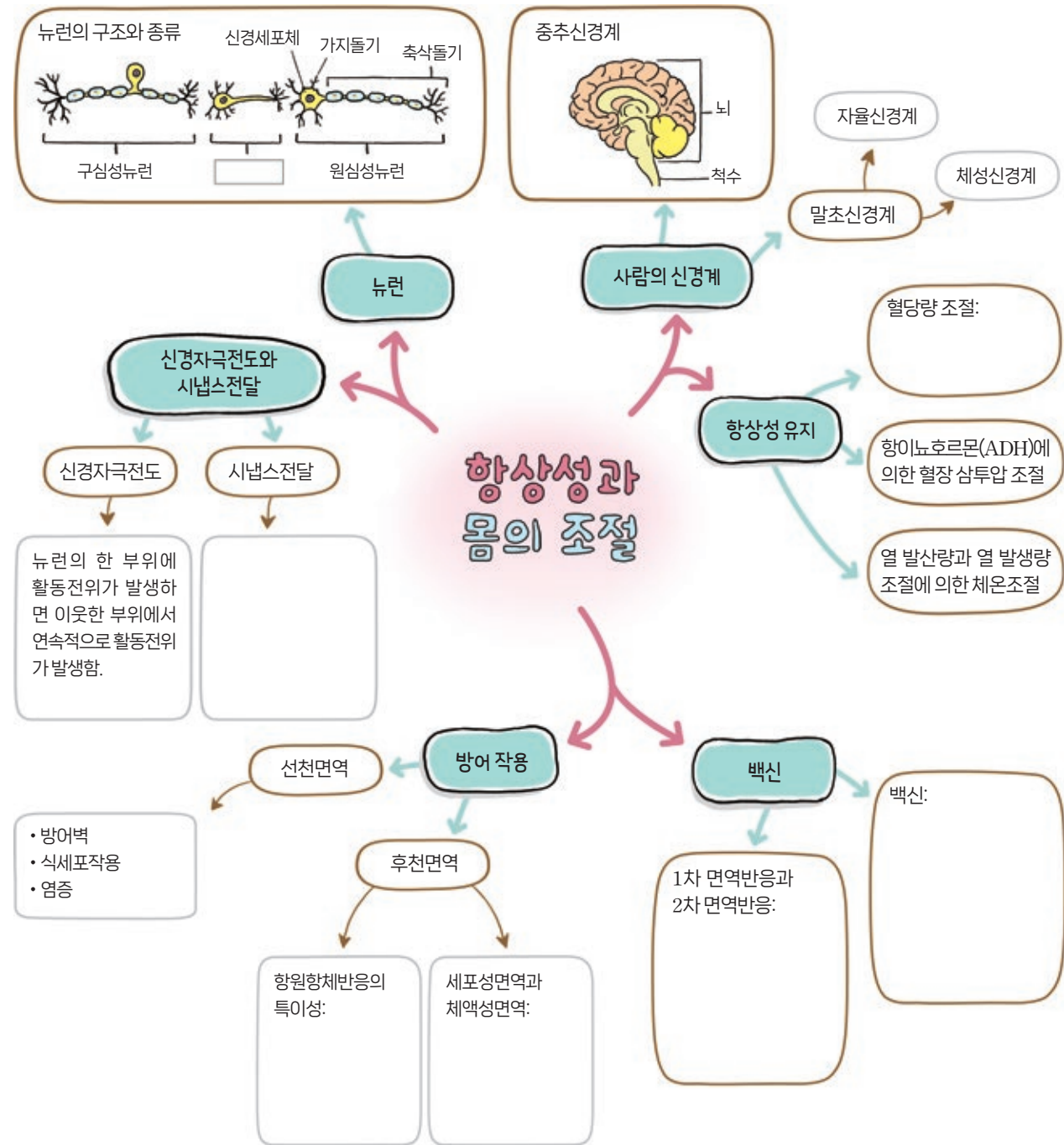
3 보통하기

① 홍보물을 이용하여 홍보 활동을 해 보자.

② 다음 표를 활용하여 우리 모둠과 다른 모둠의 활동을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 항생제의 올바른 사용에 대해 설명했는가?			
과정·기능 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물을 만들고, 홍보 활동을 했는가?			
가치·태도 항생제 오남용 문제를 해결할 수 있다는 마음가짐으로 홍보 활동에 참여했는가?			

학습한 내용을 글과 그림으로 정리하여 생각 그물을 완성해 보자.



포트폴리오

이 단원의 활동 결과물을 모아 나만의 포트폴리오를 완성해 보자.

- 108 쪽 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용 탐구하기
- 140 쪽 항생제의 올바른 사용 홍보하기

1. 신경자극전도와 시냅스전달 86 쪽

01 그림은 말이집이 없는 뉴런 (가)의 축삭돌기 일부를, 표는 (가)의 지점 X를 자극하여 신경자극전도가 1 회 일어날 때, 네 지점 $d_1 \sim d_4$ 에서 동시에 측정한 막전위를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 -80 과 $+30$ 을 순서 없이 나타낸 것이다. 휴지전위는 -70 mV이다.

지점	막전위(mV)
d_1	-70
d_2	㉠
d_3	㉡
d_4	-60

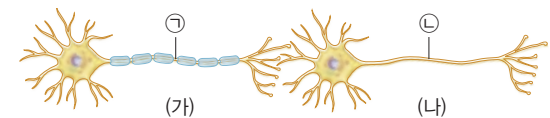
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. ㉠은 $+30$ 이다.
 - ㄴ. d_1 에서 Na^+ 의 농도는 세포 밖에서가 안에서 보다 높다.
 - ㄷ. d_4 에서 탈분극이 일어나고 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

1. 신경자극전도와 시냅스전달 86 쪽

02 그림은 시냅스로 연결된 두 뉴런 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



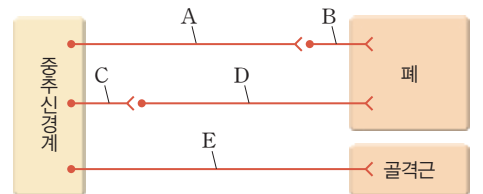
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. (가)의 축삭돌기 말단에는 시냅스소포가 있다.
 - ㄴ. (나)에서 도약전도가 일어난다.
 - ㄷ. ㉡에 역치 이상의 자극을 주면 ㉠에서 활동전위가 발생한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 신경계와 항상성 100 쪽

03 그림은 중추신경계와 폐, 골격근이 말초신경계로 각각 연결된 경로를 나타낸 것이다.



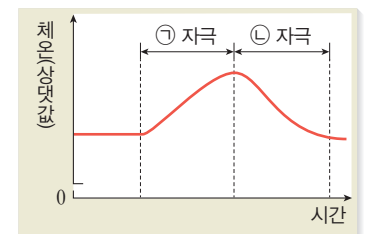
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. A~E는 모두 원심성뉴런이다.
 - ㄴ. C의 신경세포체는 척수에 있다.
 - ㄷ. B와 D에서 분비되는 신경전달물질은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 신경계와 항상성 100 쪽

04 그림은 사람이 ㉠ 자극과 ㉡ 자극을 받았을 때 시간에 따른 체온을 나타낸 것이다. ㉠ 자극과 ㉡ 자극은 저온 자극과 고온 자극을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. ㉠ 자극을 주는 동안 열 발생량이 증가한다.
 - ㄴ. ㉡ 자극으로 피부 근처 혈관이 확장된다.
 - ㄷ. 체온을 조절하는 중추는 사이뇌의 시상하부이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ