

2

신경계와 항상성

- 01 사람의 신경계
- 02 항상성 유지

학습할 내용을 알아보고,
스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

자동 온도 조절 장치가 있는 냉난방기를 사용하면 집 밖의 온도가 변하더라도 집 안의 온도를 유지할 수 있다.

경험 비추어 보기 냉난방기를 작동했을 때 집 안의 온도가 일정하게 유지되는 까닭은 무엇일까?

생각해 보기 집 안의 온도가 유지되는 것처럼 우리 몸에서 일정하게 유지되는 것은 무엇일까?



이전
학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- ☐ 신경계 ☐ 호르몬 ☐ 항상성

이 단원의
학습 내용

지식·이해

- 사람 신경계의 구조와 기능을 알고, 중추신경계와 말초신경계의 특징을 설명할 수 있다.
- 우리 몸의 항상성이 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되는 과정을 설명할 수 있다.

과정·기능

- 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌 구조를 탐구할 수 있다.
- 항상성 유지 작용을 스마트 헬스케어 시스템으로 탐구하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.

가치·태도

- 과학기술에 관심을 가지고, 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 경험할 수 있다.
- 항상성 유지 작용을 탐구하는 과정에서 과학적 근거를 들어 문제를 해결할 수 있다.

나의
학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01

사람의 신경계

| 학습 목표 |

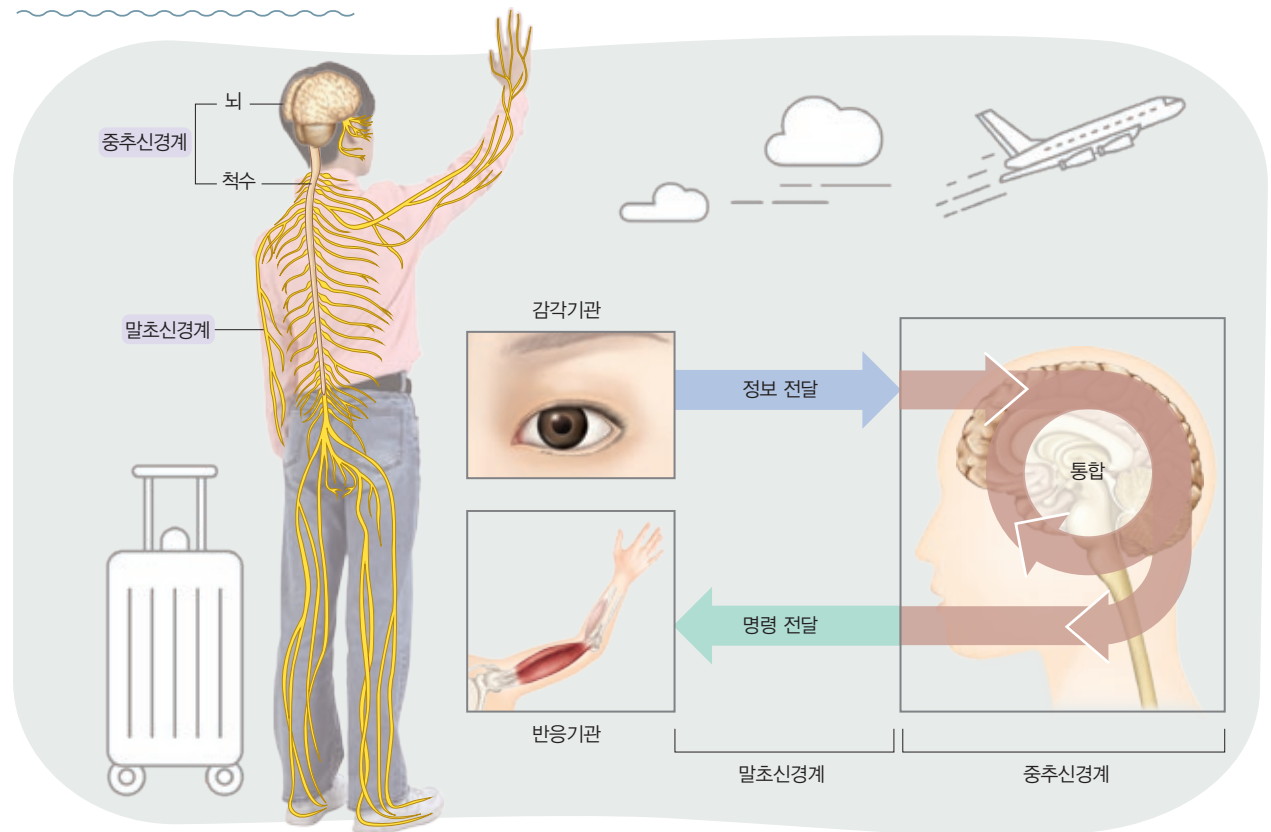
- ☐ 사람 신경계의 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- ☐ 중추신경계와 말초신경계의 특징을 설명할 수 있다.



사람의 신경계는 중추신경계와 말초신경계로 구분된다. 중추신경계는 우리 몸 안팎에서 받아들인 정보를 종합하고, 이에 대해 반응할 수 있도록 명령을 내린다. 말초신경계는 온몸에 퍼져 있어 감각기관으로 들어온 정보를 중추신경계에 전달하고, 중추신경계의 명령을 반응기관에 전달한다. 반응기관에서는 중추신경계의 명령에 따라 반응이 나타난다. 이 반응은 근육이 움직이는 것으로 나타나기도 하고, 몸속의 환경을 일정하게 유지하는 것으로 나타나기도 한다.

사람의 신경계는 중학교 『과학』의 '자극과 반응' 단원과 연계된다.

사람 신경계에서의 신호 전달



중추신경계

중추신경계는 뇌와 척수로 이루어지며, 중추신경계에는 연합뉴런이 모여 있다.

다음 탐구에서 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌의 구조를 알아보자.

탐구

조사,
자료 분석

탐구 능력 | 문제 해결 능력

실감형 콘텐츠를 활용한 뇌 구조 탐구하기

VR 가상 현실



목표 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌의 구조를 관찰하고 설명할 수 있다.

과정 및 결과

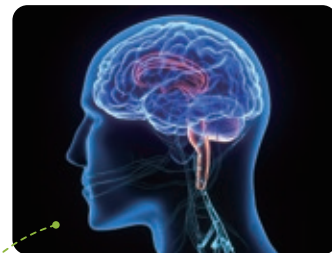
1. **디지털** 사람의 뇌 구조 실감형 콘텐츠를 검색하여 실행해 보자.
2. 뇌의 겉모습과 전체적인 구조를 관찰하여 설명해 보자.
3. 뇌의 단면을 관찰하고, 뇌를 구성하는 각 부분의 기능을 설명해 보자.



정리

1. 뇌를 구성하는 각 부분의 이름을 모두 써 보자.
2. 뇌에서 가장 큰 부피를 차지하는 부분의 이름을 써 보자.

뇌의 입체적인
구조를 관찰해 보자.



스스로 평가하기

| 지식·이해 | 뇌를 구성하는 각 부분의 이름을 말할 수 있는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌의 구조를 관찰했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 실감형 콘텐츠를 활용하는 과정에서 과학기술의 유용성을 경험했는가? ☆☆☆

뇌 I 뇌는 외부의 충격에 손상되지 않도록 단단한 두개골에 둘러싸여 있다. 뇌는 대뇌, 사이뇌, 중간뇌, 소뇌, 숨골, 다리뇌로 이루어지며, 각 부분은 기능이 다르다.

대뇌는 좌우 2 개의 반구로 이루어진다. 대뇌는 사람의 뇌에서 가장 큰 부피를 차지하며, 표면에 주름이 많아 표면적이 넓다. 대뇌의 단면은 겉질과 속질로 뚜렷하게 구분된다. 겉질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색을 띠는 회색질이고, 속질은 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 흰색을 띠는 백색질이다.

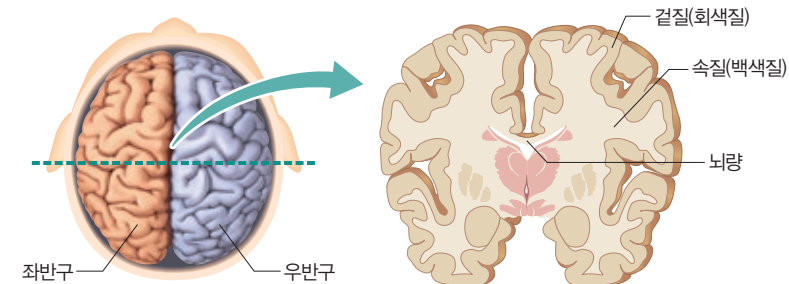


그림 II-8 대뇌의 구조

대뇌는 언어, 기억, 상상, 판단, 감정, 학습 등의 고등 정신 활동을 담당하고, 골격근의 운동을 조절한다. 대뇌의 겉질은 시냅스가 모여 있어 몸의 각 부위에서 들어온 자극을 통합하므로 대뇌 주요 기능의 대부분을 담당한다. 겉질은 그림 II-9와 같이 위치에 따라 이마엽, 마루엽, 뒤통수엽, 관자엽으로 구분하며, 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다. 감각령은 감각기관으로 들어온 정보를 감지한다. 연합령은 겉질의 대부분을 차지하며, 감각령의 정보를 종합하여 운동령에 적절한 명령을 내리고 정신 활동을 담당한다. 운동령은 연합령의 명령에 따라 골격근의 운동을 조절한다.

대뇌 좌반구와 우반구의 기능

좌반구는 언어 능력, 수리 능력, 추론 능력을 주로 담당하며, 우반구는 형태 인식, 얼굴 인식, 공간 관계 인식을 주로 담당한다. 좌반구와 우반구는 뇌량으로 연결되어 정보를 교환하며 기능을 수행한다.

스페리

(Sperry, R. W., 1913~1994)

미국의 과학자. 대뇌 반구의 기능을 연구하여 1981년에 노벨상을 받았다.

? 뒤통수엽이 손상되면 어떤 증상이 나타날까?

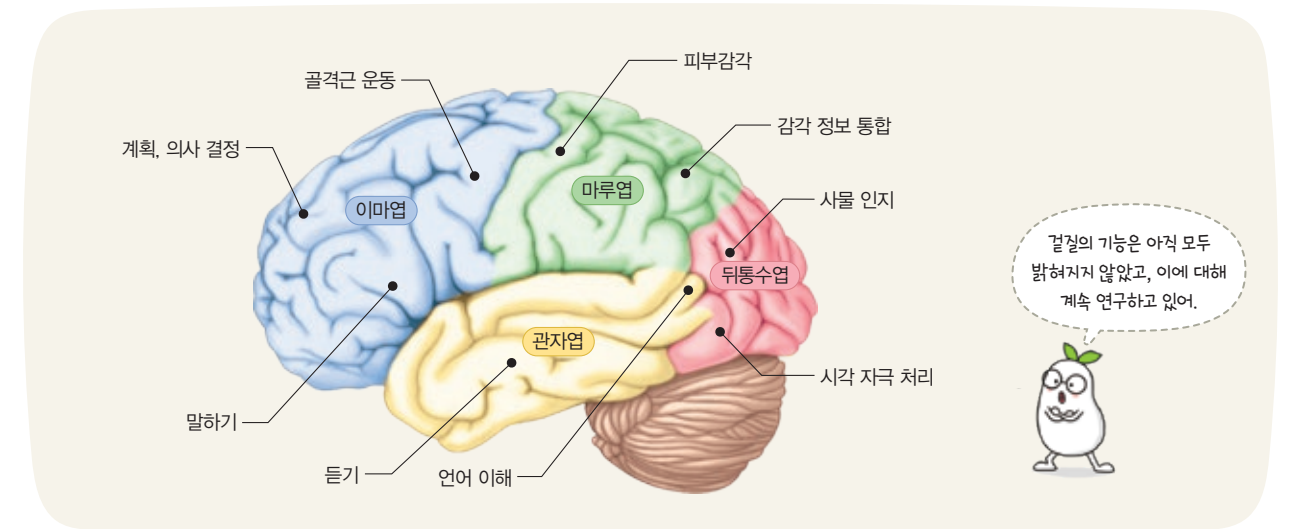


그림 II-9 대뇌 좌반구 겉질의 기능

헤스
(Hess, W. R., 1881~1973)
스위스의 과학자. 내장기관의 활동을 조절하는 사이뇌의 기능을 발견했다.

사이뇌는 시상과 시상하부로 이루어진다. 시상은 대부분의 감각 신호를 대뇌의 겉질로 전달한다. 시상하부는 체온, 삼투압 등의 항상성 유지에 관여한다.

중간뇌는 대뇌, 사이뇌와 척수 사이에서 정보를 전달한다. 중간뇌는 소뇌와 함께 몸의 균형을 조절하는 데 관여하며, 안구 운동과 동공반사의 중추이다.

소뇌는 좌우 2 개의 반구로 이루어진다. 소뇌는 몸의 균형을 조절하며, 골격근의 운동을 조절하고 운동 기술을 익히는 데 관여한다.

숨골은 뇌와 척수를 연결하는 신경이 지나가고, 대뇌와 연결된 대부분의 신경이 좌우로 교차되는 곳이다. 숨골은 심장박동, 소화 운동, 호흡운동을 조절하고, 기침, 하품, 재채기, 눈물 분비 등과 같은 반사의 중추이다.

다리뇌는 중간뇌와 말초신경계 사이에서 정보를 전달한다.

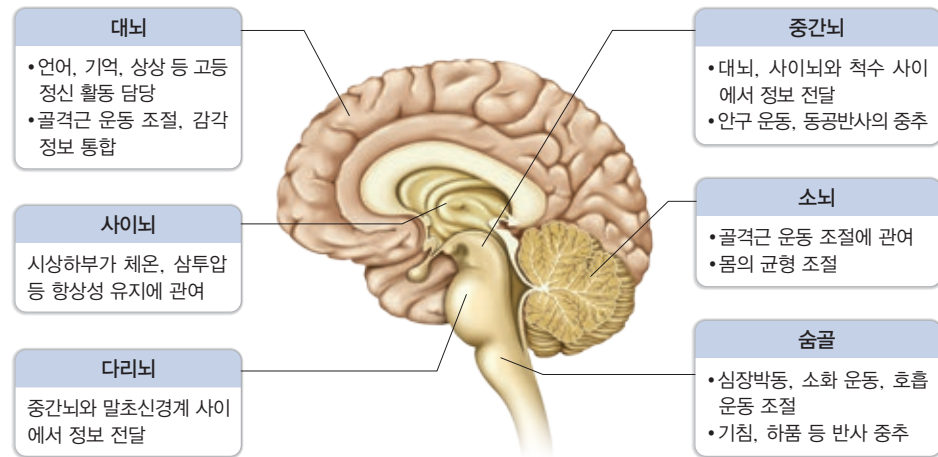


그림 II-10 뇌의 구조와 기능

다음 해 보기에서 최신의 뇌 연구와 관련된 영상을 찾아 시청하고, 흥미를 느낀 뇌과학 분야에 대해 이야기해 보자.

***커넥툼**
뇌를 이루는 뉴런 사이의 연결 관계를 나타낸 것

해보기

최신 뇌 연구 관련 영상 시청하기

1. 디지털

다음은 뇌 연구로 개발된 여러 가지 기술이다. 이와 관련된 최신의 뇌 연구 영상을 검색하여 시청해 보자.

Q 탐구 능력 | Q 의사 결정 능력

Q 뇌 지도

Q 신경 회로

Q 뇌 이미징

Q 뇌 *커넥툼

Q 뇌파 측정

Q BMI 기술

2. 최신의 뇌 연구 영상을 시청하면서 흥미를 느낀 뇌과학 분야를 친구들에게 소개해 보자.

척수 | 척수는 숨골에 이어 척추 속으로 등 쪽을 따라 길게 뻗어 있다. 척수의 단면도 겉질과 속질이 뚜렷하게 구분된다. 대뇌와 반대로 겉질은 주로 뉴런의 축삭 돌기가 모여 흰색을 띠는 백색질이고, 속질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색을 띠는 회색질이다.

척수는 뇌와 말초신경계를 이어 주는 통로 역할을 한다. 척추의 마디마다 척수의 배 쪽으로 원심성신경(운동신경, 자율신경) 다발이 좌우로 1 개씩 나와 전근을 이루고, 척수의 등 쪽으로 구심성신경(감각신경) 다발이 좌우로 1 개씩 나와 후근을 이룬다. 따라서 감각기관으로 들어온 신호는 후근을 통해 척수로 전달되고, 뇌와 척수의 명령은 전근을 통해 반응기관으로 전달된다. 척수는 배뇨, 배변, 무릎반사, *회피반사 등과 같은 반사의 중추이다.

***회피반사**
날카로운 물체에 찰리는 것과 같이 몸을 손상하는 자극을 받았을 때 몸을 보호하기 위해 빠르게 피하는 무조건반사

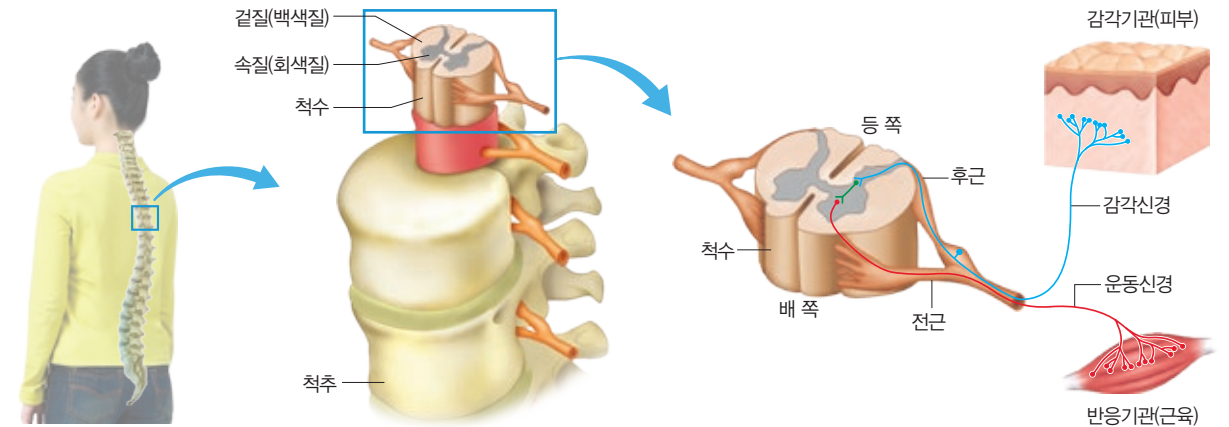
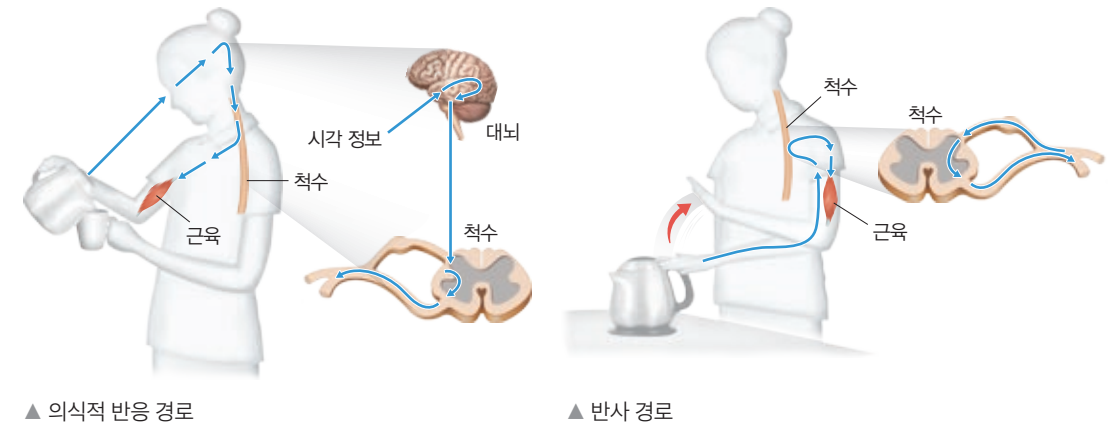


그림 II-11 척수의 구조 척수는 척추 속으로 길게 뻗어 있어 척추의 보호를 받는다.

자료실 의식적 반응의 경로와 반사의 경로

의식적 반응은 대뇌의 판단과 명령에 의해 일어나고, 반사는 중간뇌, 숨골, 척수의 명령에 의해 일어난다. 반사는 감각기관에서 들어온 신호가 대뇌로 전달되기 전에 반사 중추의 명령이 바로 운동신경으로 전달되어 일어난다. 따라서 반사는 신호 전달 경로가 의식적 반응보다 짧아 빠르게 반응할 수 있어 갑작스러운 위험 상황에서 몸을 보호하는 데 도움이 된다.



말초신경계

말초신경계는 뇌에서 좌우로 뻗어 나온 **뇌신경 12 쌍**과 척수에서 좌우로 뻗어 나온 **척수신경 31 쌍**으로 이루어지며, 몸의 각 부분과 중추신경계를 연결한다.

말초신경계는 **그림 II-12**와 같이 기능에 따라 **구심성뉴런**으로 구성된 신경계와 **원심성뉴런**으로 구성된 신경계로 구분된다. 원심성뉴런으로 구성된 신경계에는 **체성신경계**와 **자율신경계**가 있다. 체성신경계는 대부분 대뇌의 지배를 받으며, 중추신경계의 명령을 골격근으로 전달하여 의식적인 몸의 움직임을 조절한다. 자율신경계는 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않고 중간뇌, 숨골, 척수의 조절을 받는다. 자율신경계는 혈관, 내분비샘, 내장기관에 분포하여 소화, 순환, 호흡, 항상성 등 생명을 유지하는 데 필수적인 기능을 조절한다.

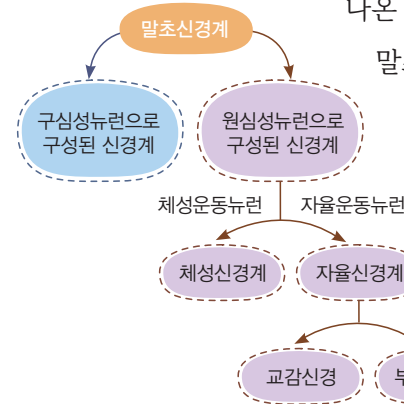
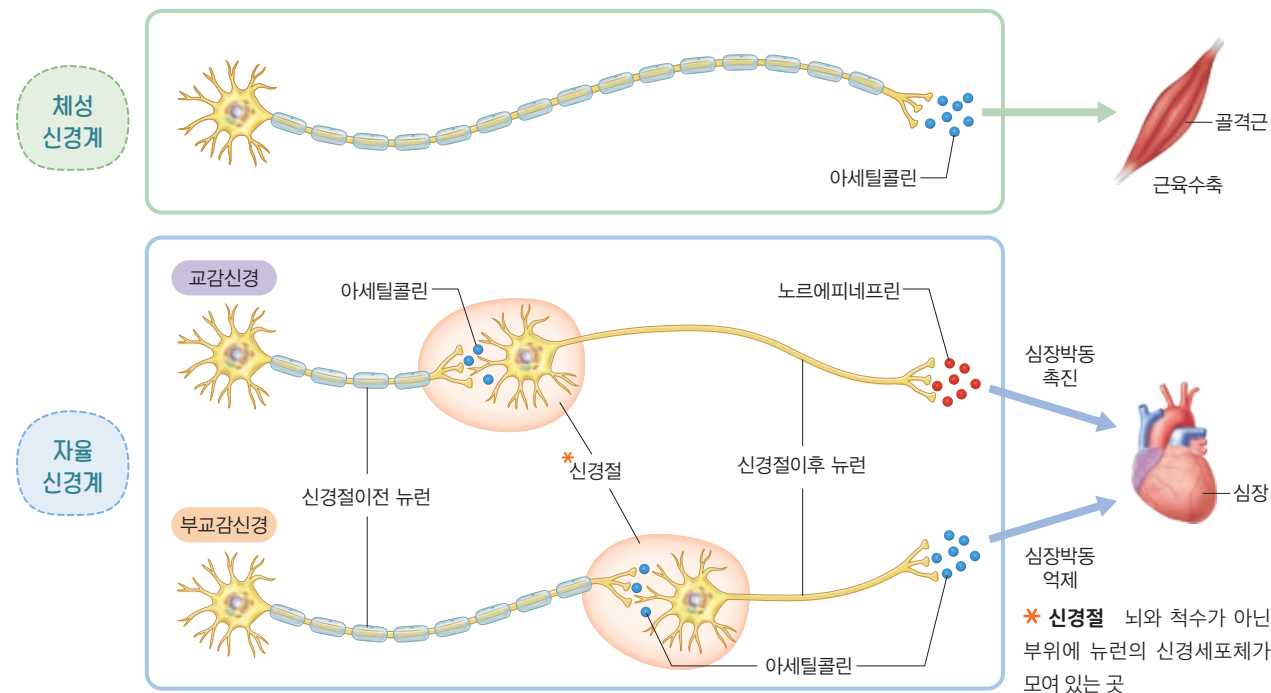


그림 II-12 말초신경계의 구분

체성신경계는 중추에서 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결되며, 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비되어 골격근이 수축한다. 자율신경계는 **교감신경**과 **부교감신경**으로 이루어지며, 중추에서 나온 뉴런이 반응기관에 이르기 전에 신경절에서 시냅스를 형성한다. 교감신경의 신경절이전 뉴런에서는 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비되고, 신경절이후 뉴런에서는 신경전달물질로 노르에피네프린이 분비된다. 부교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런에서는 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다.

교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧고, 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길어.

체성신경계와 자율신경계의 구조



교감신경과 부교감신경은 **그림 II-13**과 같이 대부분 같은 기관에 분포하며, 서로 반대 효과를 나타내는 **길항작용**을 한다. 교감신경과 부교감신경의 조절 작용은 신경절이후 뉴런에서 분비되는 신경전달물질이 달라 반대로 나타난다. 예를 들어 교감신경의 작용이 활성화되면 신경절이후 뉴런에서 노르에피네프린이 분비되어 심장박동이 빨라지고 숨관가지가 이완되어 가스교환이 빨라지지만, 부교감신경의 작용이 활성화되면 신경절이후 뉴런에서 아세틸콜린이 분비되어 심장박동이 느려지고 숨관가지가 수축되어 가스교환이 느려진다. 또 교감신경의 작용이 활성화되면 소화 작용이 억제되지만, 부교감신경의 작용이 활성화되면 소화 작용이 촉진된다. 주로 위급한 상황에서 교감신경의 작용이 활성화되며, 위급한 상황이 지나가면 부교감신경의 작용이 활성화되어 몸이 안정된 상태로 회복된다.

디지털 탐색
자율신경계 이상을 검색하여 자율신경계에 이상이 생기면 어떤 증상이 나타나는지 찾아보자.

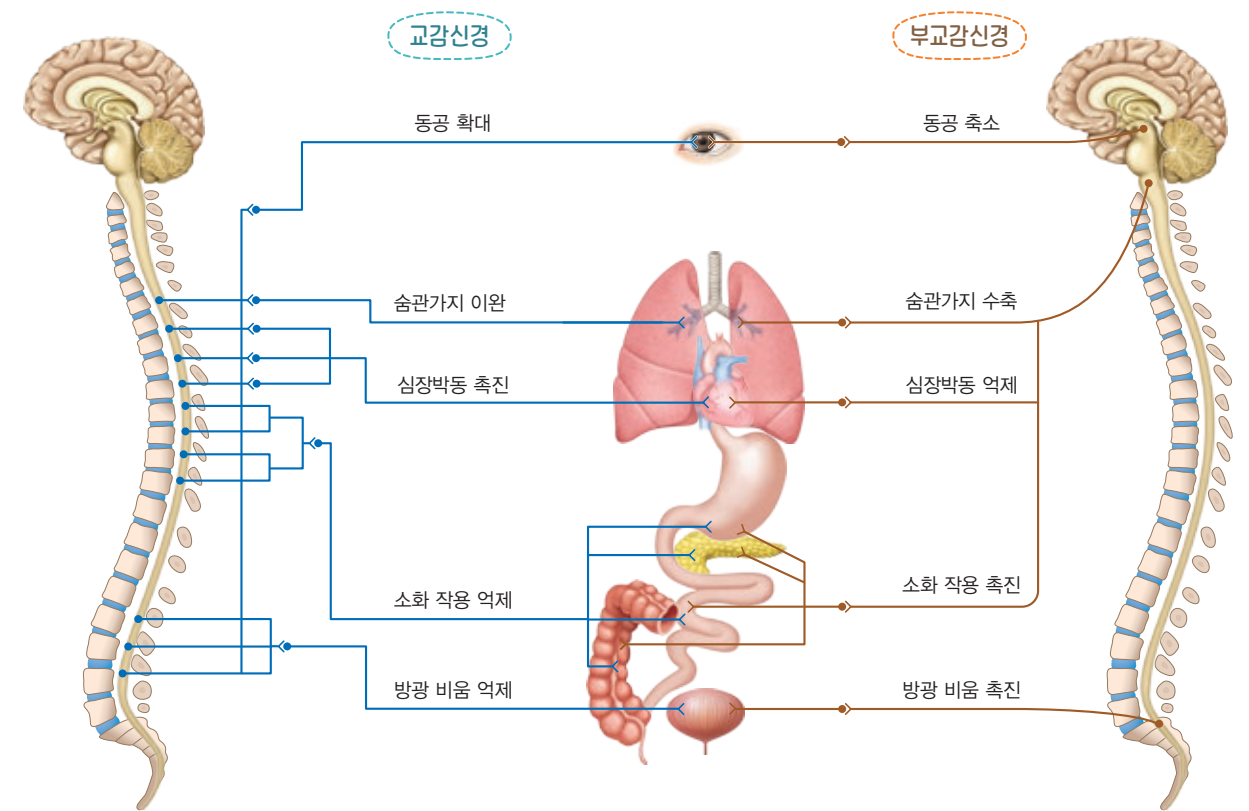


그림 II-13 교감신경과 부교감신경의 분포와 조절 작용

스스로 확인하기

- 1 뇌에서 고등 정신 활동을 담당하는 부분의 이름을 써 보자.
- 2 무릎반사와 회피반사의 중추는 ()이다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 스트레스를 받을 때 음식을 먹으면 체할 수 있다. 그 까닭을 자율신경계의 작용과 관련지어 설명해 보자.

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

02 항상성 유지

| 학습 목표 |

- 항상성이 유지되는 원리를 신경계와 내분비계의 상호작용으로 설명할 수 있다.
- 혈당량, 삼투압, 체온의 항상성이 유지되는 과정을 신경계와 내분비계의 통합적 작용으로 설명할 수 있다.



우리 몸은 외부 환경이 변해도 혈액 속 포도당의 농도, 삼투압, 체온 등의 몸속 환경을 일정하게 유지하려고 하는데, 이러한 성질을 **항상성**이라고 한다. 스마트 헬스케어 시스템을 활용하면 몸속의 환경을 필요할 때마다 확인할 수 있다. 다음 탐구에서 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 우리 몸에서 일어나는 항상성 유지 작용을 탐구해 보자.

탐구

- 탐구 설계, 협력적 소통

탐구 능력 | 문제 해결 능력

스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용 탐구하기

목표 스마트 헬스케어 시스템으로 심장박동 수를 측정하여 항상성 유지 작용을 탐구하는 실험을 스스로 설계해 수행할 수 있다.

1 고안하기

1. 모듈별로 어떤 휴대용 장비로 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 심장박동 수를 측정할지 정해 보자.
2. 정한 휴대용 장비로 심장박동 수를 측정하여 항상성 유지 작용을 어떻게 탐구할지 다음을 참고하여 실험을 설계해 보자.

- 심장박동 수를 어느 시기에, 몇 번 측정할까?
- 심장박동 수의 변화를 관찰하기 위해 어떤 운동을 할까?
- 실험 결과로 얻은 자료를 어떻게 정리할까?

스마트워치로 심장박동 수 유지 작용 알아보기

1. 심장박동 수 측정 시기
 - 운동하기 5분 전에 측정한다.
 - 운동이 끝난 뒤 1분 간격으로 30분 동안 측정한다.
2. 운동: 앉았다 일어서기 30회
3. 실험 결과 정리 방법: 측정된 자료를 그래프로 만든다.

스마트 헬스케어 시스템을 활용할 수 있는 휴대용 장비에는 스마트워치, 휴대용 심장박동 수 측정기 등이 있어.



2 수행하기

1. 설계한 대로 실험을 수행하여 심장박동 수를 측정해 보자.



2. 모듈원의 심장박동 수 측정 결과를 모아 분석하고, 이 결과에서 알 수 있는 항상성 유지 작용에 대해 토의해 보자.
3. 항상성 유지 작용에 대한 보고서를 써 보자.



3 소통하기

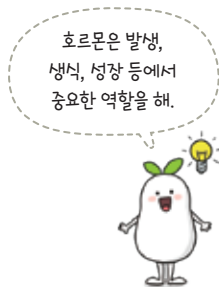
1. 보고서를 활용하여 항상성 유지 작용에 대해 발표해 보자.
2. 다음 표를 활용하여 우리 모듈과 다른 모듈의 발표 내용을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 심장박동 수의 항상성 유지 작용을 설명했는가?			
과정·기능 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용을 탐구하는 실험을 설계하고, 설계한 대로 수행했는가?			
가치·태도 심장박동 수의 항상성 유지 작용을 탐구할 때 과학적 근거를 이용하고, 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 경험했는가?			

생명과학 ④ 화학

환경 호르몬

환경 호르몬은 산업 활동으로 생성되는 물질이며, 환경 호르몬에는 다이옥신이 있다. 환경 호르몬은 생물의 몸속으로 흡수되면 호르몬처럼 작용하여 내분비계의 기능을 방해한다.



항상성 유지 원리

항상성이 유지되어야 생명활동이 정상적으로 일어날 수 있다. 항상성은 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되며, 이 두 기관계는 모두 우리 몸속에서 신호를 전달하는 데 관여한다.

내분비계는 시상하부, 뇌하수체, 갑상샘, 이자, 부신 등의 내분비샘으로 구성된다. 각 내분비샘은 호르몬을 생성하여 혈관으로 분비한다. 호르몬은 혈액을 따라 이동하다가 특정 세포에만 작용하며, 이를 표적세포라고 한다. 표적세포에는 호르몬과 특이적으로 결합하는 수용체가 있다. 호르몬이 수용체와 결합하면 표적세포의 물질대사가 변화하여 반응이 나타난다. 호르몬에 따라 표적세포가 다르며, 호르몬은 매우 적은 양으로도 표적세포에 작용할 수 있다.

그림 II-14와 같이 뉴런은 신호를 빠르게 전달하고, 이 신호에 의한 반응은 축삭돌기 말단이 연결된 부위에서만 빠르게 나타났다가 곧 사라진다. 호르몬은 혈액을 따라 이동하여 여러 표적세포에 신호를 전달한다. 따라서 호르몬의 신호는 뉴런보다 느리게 전달되지만, 반응이 비교적 오랫동안 지속된다.

참의 사고 뉴런에 의한 신호 전달과 호르몬에 의한 신호 전달의 차이를 나타내는 비유를 일상 생활에서 찾아 설명해 보자.

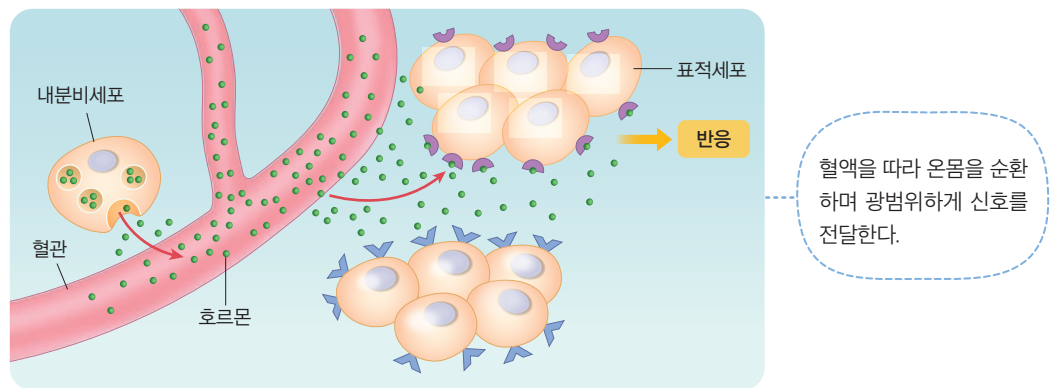
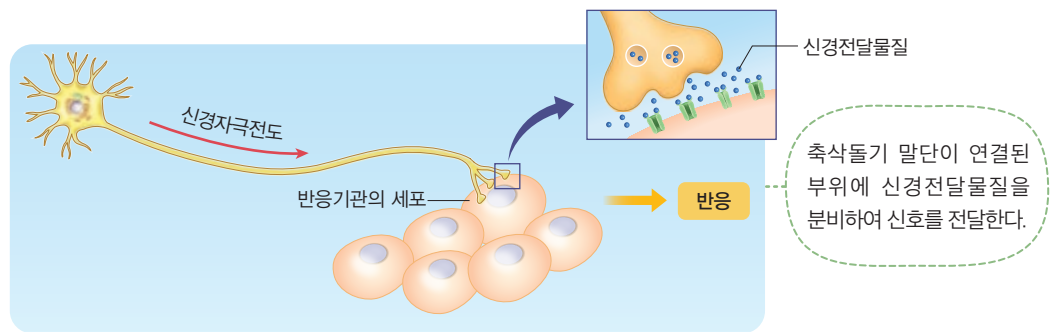


그림 II-14 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달

항상성이 유지되려면 호르몬의 분비가 조절되어야 하며, 호르몬의 분비를 조절하는 중추는 사이뇌의 시상하부이다.

항상성은 주로 신경계와 내분비계에 의한 음성피드백과 길항작용으로 유지된다. 음성피드백은 어떤 원인으로 나타난 결과가 그 원인을 다시 억제하여 호르몬의 분비를 조절하는 방식이다. 그림 II-15와 같이 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 신경계와 내분비계의 음성피드백으로 타이록신의 분비가 억제되어 농도가 감소한다. 반대로 혈액 속 타이록신의 농도가 감소하면 신경계와 내분비계에 의해 타이록신의 분비가 촉진되어 원래의 상태로 농도를 회복한다.

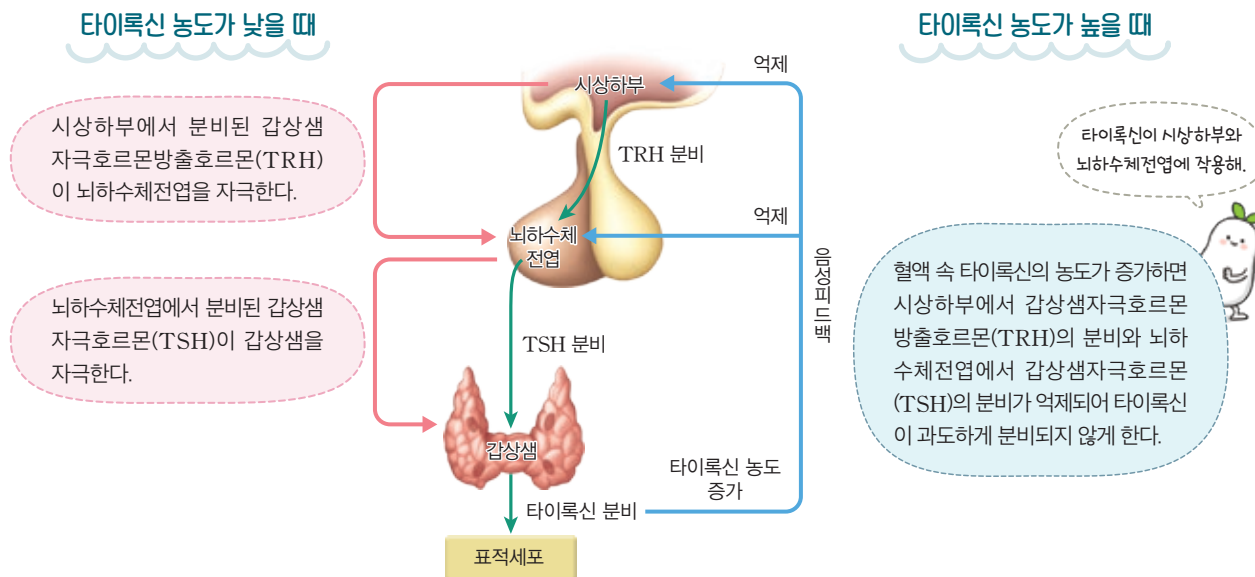
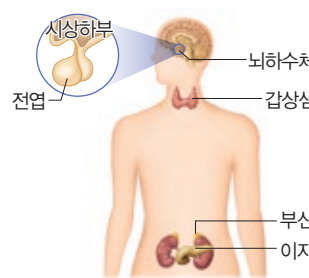


그림 II-15 타이록신의 분비 조절 과정 건강한 사람의 혈액 속 타이록신의 농도는 신경계와 내분비계의 음성 피드백으로 유지된다.

교감신경과 부교감신경의 길항작용으로 심장박동이 일정하게 유지되며, 이자에서 분비되는 인슐린과 글루카곤의 길항작용으로 혈액 속 포도당의 농도가 일정하게 유지된다. 이와 같이 여러 길항작용으로 항상성이 유지될 수 있다.

자료실 사람의 내분비계

- 사람의 내분비계는 내분비샘마다 다른 종류의 호르몬을 분비하여 표적세포의 기능을 조절한다.
- 시상하부: 뇌하수체의 호르몬 분비를 조절하는 호르몬을 분비한다.
 - 뇌하수체전엽: 표적세포에 직접 영향을 미치는 호르몬을 분비하거나, 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬을 분비한다.
 - 갑상샘: 물질대사를 촉진하는 타이록신을 분비한다.
 - 부신속질: 심장박동을 촉진하고 혈압을 높이는 호르몬을 분비한다.
 - 이자: 혈액 속 포도당의 농도를 조절하는 호르몬을 분비한다.

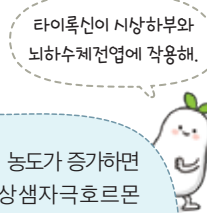


▲ 사람의 내분비계

오개념 바로잡기

모든 호르몬은 음성피드백으로 분비가 조절될까?

어떤 원인으로 나타난 결과가 그 원인을 다시 촉진하여 호르몬의 분비를 조절하는 방식을 양성피드백이라고 한다. 뇌하수체후엽에서 분비되는 호르몬인 옥시토신은 자궁 수축에 관여하며, 양성피드백으로 분비가 조절된다.



당뇨병

이차에서 인슐린이 정상적으로 생성되지 않거나, 인슐린이 간세포, 근육세포 등에 작용하지 못하면 혈당량이 정상 수준보다 높게 유지되어 당뇨병이 나타난다.

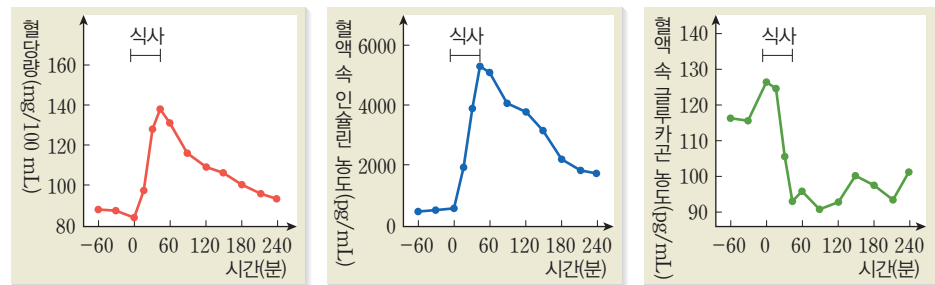
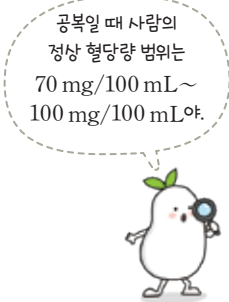
항상성조절

혈당량 조절 | 포도당은 세포호흡에 필요한 주요 에너지원이므로 혈액 속 포도당의 농도는 일정하게 유지되어야 한다. 혈액 속 포도당의 농도를 **혈당량**이라고 하며, 혈당량은 이차에서 분비하는 인슐린과 글루카곤에 의해 유지된다. 다음 해 보기에서 혈당량을 조절하는 데 관여하는 인슐린과 글루카곤의 역할을 추론해 보자.

해보기

인슐린과 글루카곤의 역할 추론하기

그림은 식사를 시작한 뒤 시간에 따른 혈당량, 혈액 속 인슐린과 글루카곤의 농도를 나타낸 것이다.



(출처: 『Animal Physiology』, 2016.)

1. 식사를 시작한 뒤 혈당량이 증가할 때 혈액 속 인슐린과 글루카곤의 농도는 각각 어떻게 변화하는지 설명해 보자.
2. 인슐린과 글루카곤이 혈당량을 어떻게 조절하는지 추론해 보자.

혈당량이 증가하면 인슐린의 분비량이 증가하고, 인슐린의 작용으로 혈당량이 감소한다. 반면에 혈당량이 감소하면 글루카곤의 분비량이 증가하고, 글루카곤의 작용으로 혈당량이 증가한다.

자료실 혈당량 조절과 식습관

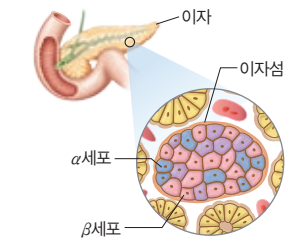
혈당량이 원활하게 조절되려면 인슐린과 글루카곤의 분비량이 균형을 이루어야 한다. 그러나 탄수화물이 많이 포함된 음식 위주로 식사하면 혈당량이 빠르게 증가하므로 인슐린의 분비량도 빠르게 증가하여 글루카곤의 분비량과 균형을 이루지 못한다. 그 결과 혈당량이 정상 범위보다 낮아져 에너지원으로 포도당을 사용하는 뇌에 포도당이 부족해지고, 사람은 졸음, 힘없음, 어지러움, 집중력 저하 등을 느끼거나 단 음식을 더 먹게 된다. 이를 방지하려면 탄수화물, 지방, 단백질 등을 골고루 함유한 음식으로 식사하는 것이 좋다.



▲ 탄수화물, 지방, 단백질을 골고루 함유한 음식

이차섬

이차섬은 이차에 흩어져 있는 내분비세포 덩어리이다. 이차섬에는 인슐린을 생성하는 β 세포와 글루카곤을 생성하는 α 세포가 있다.



식사를 시작한 뒤 음식이 소화되면 작은창자에서 포도당이 흡수되어 혈당량이 증가한다. 혈당량이 증가하면 이차의 β 세포에서 인슐린의 분비량이 증가한다. 인슐린이 혈액 속 포도당을 근육세포와 같은 세포로 흡수하는 과정과 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하여 혈당량이 정상 수준으로 감소한다.

식사 전 공복일 때 혈당량이 감소하면 이차의 α 세포에서 글루카곤의 분비량이 증가한다. 글루카곤이 간에 저장된 글라이코젠을 포도당으로 분해하여 혈액으로 방출하는 과정을 촉진해 혈당량이 정상 수준으로 증가한다.

혈당량의 변화가 이차에 작용하여 음성피드백으로 호르몬의 분비량이 조절되며, 인슐린과 글루카곤은 길항작용으로 혈당량을 조절한다.

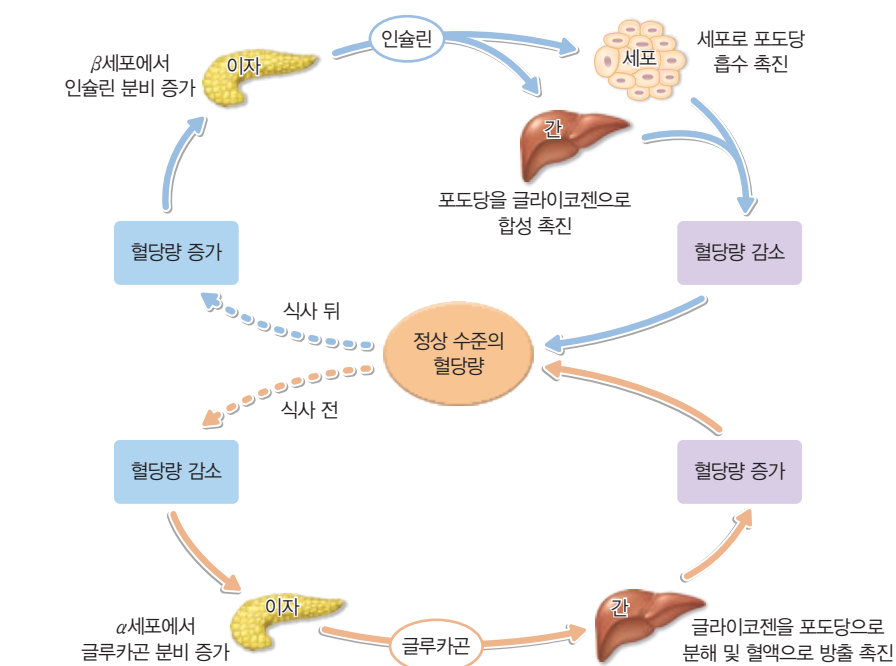


그림 16-16 혈당량 조절 과정

혈당량은 부신속질에서 분비되는 에피네프린에 의해서도 변화한다. 추위, 물리적인 위험 등의 *스트레스 상황에서 시상하부가 교감신경의 작용을 활성화하여 부신속질에서 에피네프린이 분비되는 것을 촉진해 혈당량이 증가한다.

*** 스트레스**

적응하기 어려운 환경에서 느끼는 심리적·신체적 긴장 상태

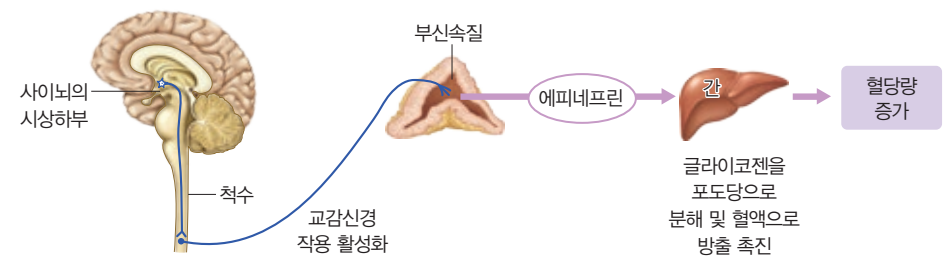


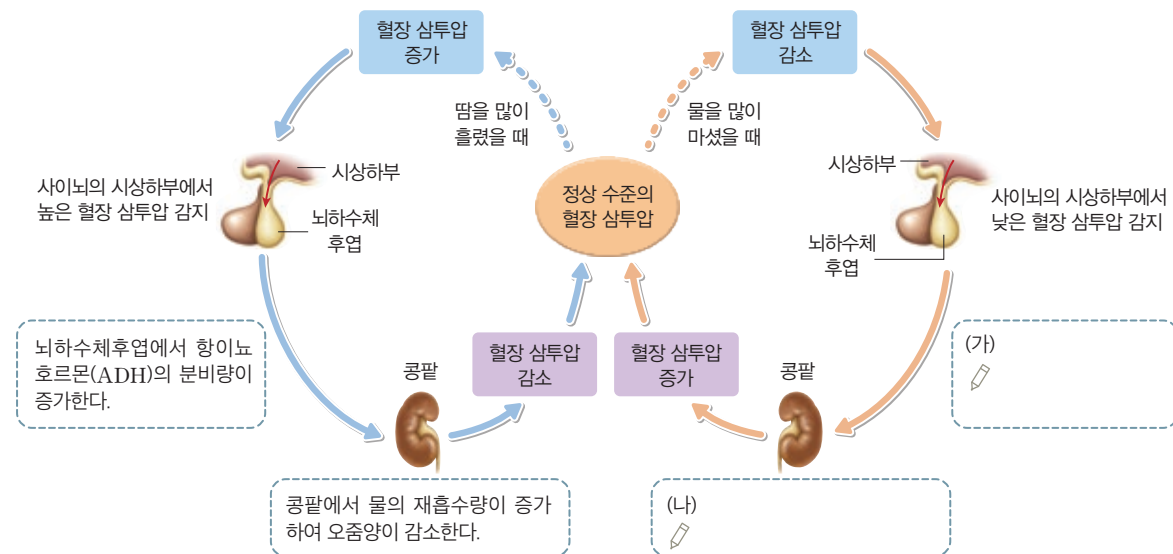
그림 17-17 교감신경에 의한 혈당량 조절 과정

삼투압 조절 | 우리 몸을 구성하는 세포는 대부분 외부 환경에 직접 노출되지 않고 혈장과 같은 체액에 둘러싸여 있다. 혈장 삼투압이 변하면 세포가 부풀거나 찌그러져 생명활동이 정상적으로 일어나지 않으므로 혈장 삼투압은 일정하게 유지되어야 한다. 시상하부에서 생성되어 뇌하수체후엽에서 분비되는 항이뇨호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 조절한다. 다음 해 보기에서 혈장 삼투압이 조절되는 과정을 추론해 보자.

해보기

혈장 삼투압의 조절 과정 추론하기

그림은 혈장 삼투압이 조절되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.



1. 혈장 삼투압을 조절하는 중추는 무엇이며, 어떻게 작용하는지 설명해 보자.
2. 혈장 삼투압이 감소했을 때 뇌하수체후엽의 항이뇨호르몬(ADH) 분비량 변화와 콩팥에서 물의 재흡수량 변화를 추론하여 (가)와 (나)에 써 보자.

땀을 많이 흘려 혈장 삼투압이 증가하면 시상하부가 이를 감지하고, 시상하부의 자극으로 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 증가한다. 그 결과 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하여 혈장 삼투압이 정상 수준으로 감소한다. 물을 많이 마셔 혈장 삼투압이 감소하면 시상하부가 이를 감지하고 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 감소한다. 그 결과 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하여 혈장 삼투압이 정상 수준으로 증가한다.

체온조절 | 체온이 정상 범위를 벗어나면 단백질이 주성분인 효소의 활성에 영향을 미쳐 물질대사에 이상이 생길 수 있으므로 체온은 일정하게 유지되어야 한다. 체온이 정상 범위를 벗어나면 시상하부는 열 발산량과 열 발생량을 조절하여 체온을 유지한다.

그림 II-18과 같이 추운 환경에서 체온이 낮아지면 시상하부가 이를 감지하고 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시킨다. 그 결과 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소하여 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소한다. 또 골격근을 떨리게 하여 열 발생량이 증가하므로 체온이 정상 범위로 높아진다. 더운 환경에서 체온이 높아지면 시상하부가 교감신경의 작용을 완화하여 피부 근처 혈관을 확장함으로써 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가하고, 땀샘에서 땀 분비를 촉진한다. 그 결과 열 발산량이 증가하여 체온이 정상 범위로 낮아진다.

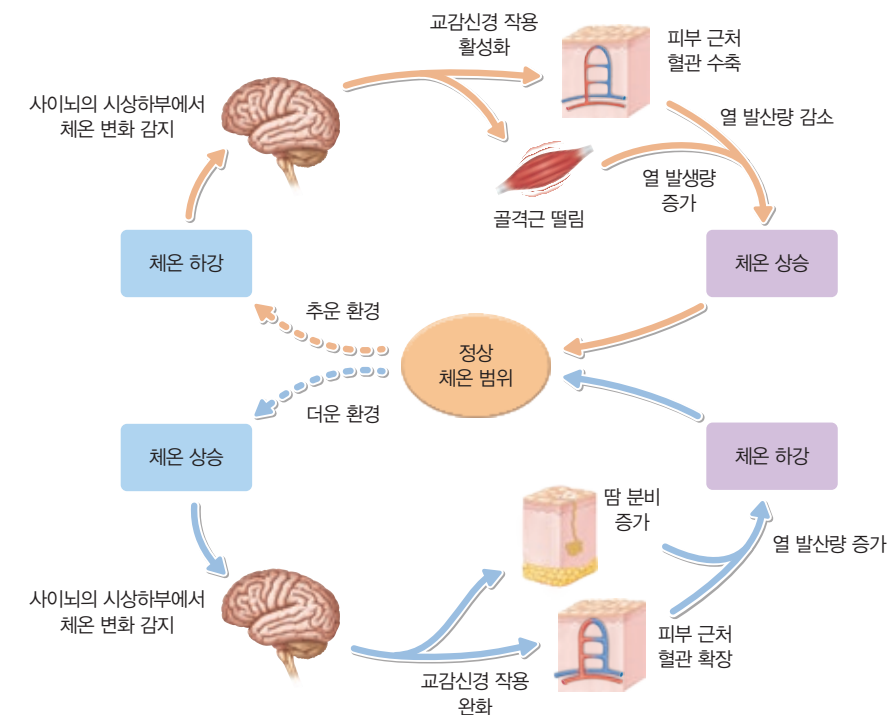


그림 II-18 체온조절 과정

스스로 확인하기

1. 내분비샘에서 분비되어 혈액을 따라 이동해 표적세포에 작용하는 물질의 이름을 써 보자.
2. 식사 시작 뒤 혈당량이 증가하면 이자의 β 세포에서 ()의 분비량이 증가한다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 이온 음료에는 갈슘, 나트륨 등 전해질을 제공하기 위한 첨가물이 들어 있다. 운동한 뒤 땀을 많이 흘렸을 때 물보다 이온 음료를 마시는 것을 권장하는 까닭을 설명해 보자.

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

기온의 변화와
관계없이 사람의 체온은
약 36.5 °C로 유지돼.



호르몬에 의한 체온 상승

혈액 속 타이록신의 농도가 증가하거나 교감신경의 작용이 활성화되어 부신속질에서 분비되는 에피네프린의 농도가 증가하면 세포호흡이 활발하게 일어나 열 발생량이 증가한다.

참고 사항 | 추울 때 손끝, 발끝, 귓바퀴와 같은 몸의 말단 부위 체온이 몸의 중심부보다 더 빨리 낮아지는 까닭을 설명해 보자.

운동과 호르몬

“건강한 신체에 건강한 정신이 깃든다.”라는 말이 있다. 사람이 운동하는 것이 뇌 건강과 어떤 관계가 있는지 밝히기 위해 여러 과학자가 연구하고 있다.

운동하면 근육에서 물질대사를 촉진하는 물질이 많이 분비된다. 이 물질들을 마이오카인이라고 하며, 마이오카인에는 뇌 유래 신경 성장 인자, 아이리신과 같이 호르몬처럼 작용하는 것이 있다고 밝혀졌다.

뇌 유래 신경 성장 인자는 뉴런이 성장하고 발달하는 데 중요한 역할을 하지만, 노화 과정에서 혈액 속 농도가 점차 감소한다.

그런데 운동하면 이 물질의 혈액 속 농도가 평소보다 약 2 배 ~3 배 증가하여 뇌조직에 긍정적인 영향을 미친다.

과학자들은 아이리신의 기능을 밝히기 위해 아이리신 생성과 관련된 세포막 단백질 합성을 억제한 쥐로 실험했다. 이 쥐의 혈액 속 아이리신의 농도를 높였더니 쥐의 인지 기능과 신경에 발생한 염증이 개선되었다. 이를 통해 아이리신을 이용하여 알츠하이머와 같은 인지 기능 장애를 치료할 수 있다는 가능성이 제시되었다. 또 아이리신은 미토콘드리아가 적은 백색 지방세포를 미토콘드리아가 풍부한 갈색 지방세포로 바꾸어 물질대사를 촉진하고, 뼈의 밀도를 높이기도 한다.



토의·토론

마이오카인이 많이 분비되게 하는 방법을 토의해 보고, 실천 계획을 세워 보자.

의사 결정 능력

중단원 마무리

2. 신경계와 항상성

212 쪽에서 정답을 확인할 수 있어요.

01 사람의 신경계

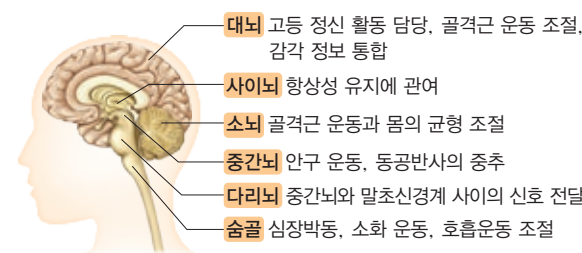
101 쪽~107 쪽

1. 신경계의 구성과 기능

- ① : 감각 정보를 종합하고, 이에 대해 반응할 수 있도록 명령을 내리는 신경계이다. 뇌와 척수로 이루어진다.
- ② : 몸의 각 부분과 중추신경계를 연결하는 신경계이다. 뇌신경과 척수신경으로 이루어진다.

2. 중추신경계의 구조와 기능

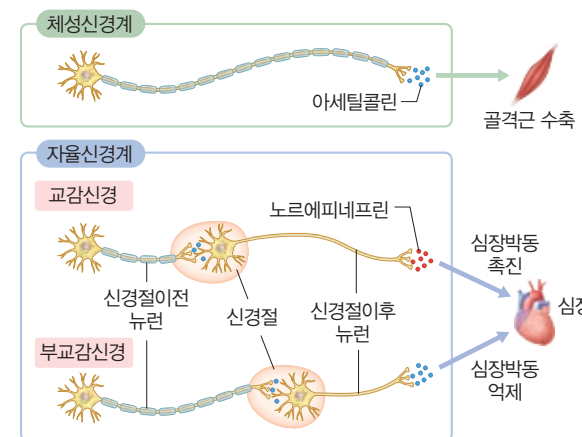
- 뇌는 대뇌, 사이뇌, 중간뇌, 소뇌, 숨골로 이루어지며, 각 부분은 기능이 다르다.



- 척수는 뇌와 말초신경계를 이어 주는 통로이며, 배뇨, 회피반사 등 ③ 의 중추이다.

3. 말초신경계의 구조와 기능

- ④ : 중추에서 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결된다.
- ⑤ : 중추에서 반응기관까지 2 개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 이루며, 교감신경과 부교감신경이 길항작용을 한다.

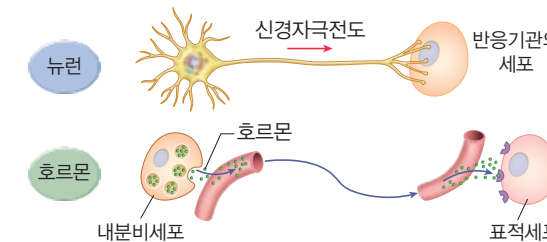


▲ 말초신경계의 구조와 기능

02 항상성 유지

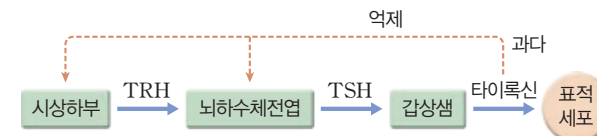
108 쪽~115 쪽

- 호르몬의 특성:** 호르몬은 내분비샘에서 생성 및 분비되어 혈액을 따라 이동하다 ⑥ 에만 반응한다.
- 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달:** ⑦ 에 의한 신호는 빠르게 전달되고 반응이 빠르게 나타났다 사라지지만, ⑧ 에 의한 신호는 비교적 느리게 전달되고 반응이 오랫동안 지속된다.



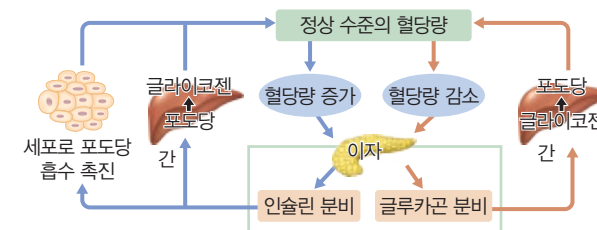
▲ 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달

- 항상성 유지 원리:** 신경계와 내분비계에 의한 음성피드백과 ⑨ (으)로 항상성이 유지된다.



▲ 음성피드백이 일어나는 과정

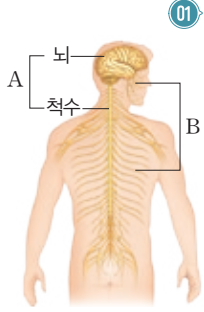
- 혈당량 조절:** 혈당량이 증가하면 이자에서 분비되는 ⑩ 에 의해 혈당량이 감소하고, 혈당량이 감소하면 이자에서 분비되는 ⑪ 에 의해 혈당량이 증가한다.



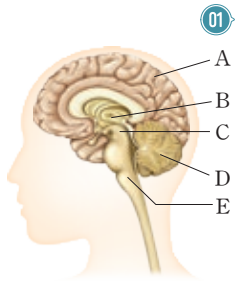
▲ 혈당량 조절 과정

- 삼투압 조절:** 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체후엽에서 ⑫ 의 분비량이 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.
- 체온조절:** 체온이 낮아지면 열 발생량이 감소하고 열 발생량이 ⑬ 하며, 체온이 높아지면 열 발생량이 증가한다.

01 그림은 사람의 신경계를 나타낸 것이다.
신경계 A와 B가 무엇인지 각각 쓰고, 신경계 B가 기능에 따라 어떻게 구분되는지 설명해 보자.

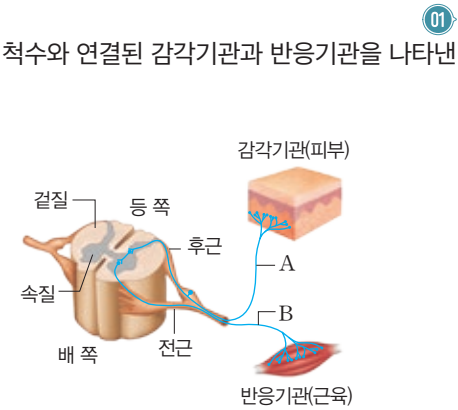


02 그림은 사람의 뇌 구조를 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



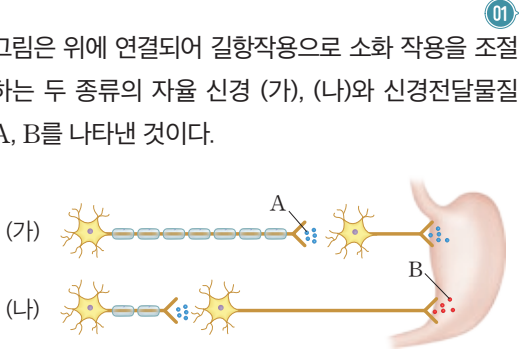
- ① A: 겉질은 백색질, 속질은 회색질이다.
- ② B: 시상과 시상하부로 이루어진다.
- ③ C: 동공반사의 중추이다.
- ④ D: 좌우 2 개의 반구로 이루어진다.
- ⑤ E: 대뇌와 연결된 대부분의 신경이 좌우로 교차되며, 심장박동, 소화 운동 등을 조절한다.

03 그림은 척수와 연결된 감각기관과 반응기관을 나타낸 것이다.



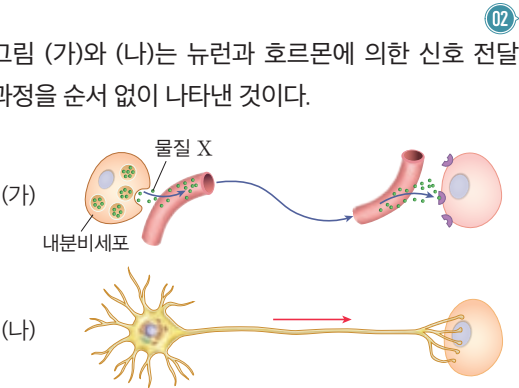
- (1) 척수의 겉질과 속질 중 뉴런 사이에 시냅스 전달이 주로 일어나는 곳은 어디인지 써 보자.
- (2) A와 B를 각각 원심성신경과 구심성신경으로 구분하여 써 보자.

04 그림은 위에 연결되어 길항작용으로 소화 작용을 조절하는 두 종류의 자율 신경 (가), (나)와 신경전달물질 A, B를 나타낸 것이다.



- 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① (가)는 부교감신경이다.
 - ② (나)는 위의 소화 작용을 촉진한다.
 - ③ (나)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다.
 - ④ A는 아세틸콜린이다.
 - ⑤ B는 노르에피네프린이다.

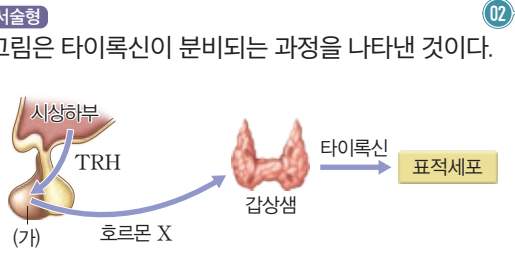
05 그림 (가)와 (나)는 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.



- 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
- 보기**
- ㄱ. (가)에서 물질 X는 혈액을 따라 이동한다.
 - ㄴ. (나)에서는 뉴런이 연결된 부위에서만 반응이 빠르게 일어난다.
 - ㄷ. (나)에서 나타나는 반응은 (가)에서 나타나는 반응보다 비교적 오래 지속된다.

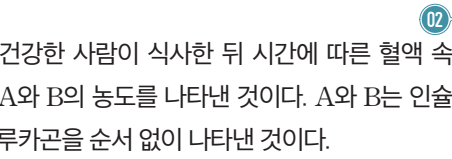
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06 그림은 타이록신이 분비되는 과정을 나타낸 것이다.



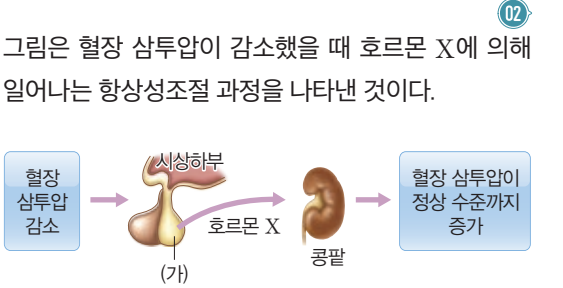
내분비샘 (가)와 호르몬 X가 무엇인지 각각 쓰고, 혈액 속 타이록신의 농도가 높을 때 일어나는 타이록신의 분비 조절 과정을 설명해 보자.

07 그림은 건강한 사람이 식사한 뒤 시간에 따른 혈액 속 호르몬 A와 B의 농도를 나타낸 것이다. A와 B는 인슐린과 글루카곤을 순서 없이 나타낸 것이다.



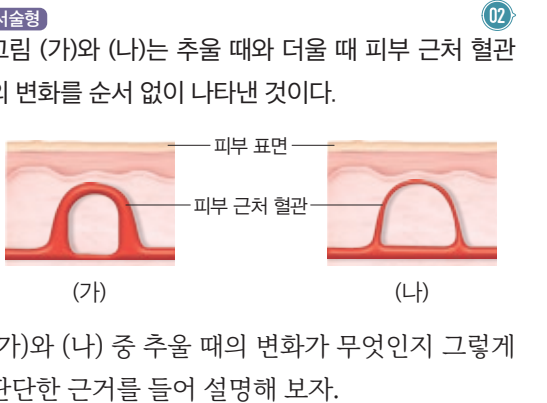
- 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 골라 보자.
- 보기**
- ㄱ. A의 작용으로 혈당량이 감소한다.
 - ㄴ. B는 이자의 β세포에서 분비된다.
 - ㄷ. A와 B는 간에 작용한다.

08 그림은 혈장 삼투압이 감소했을 때 호르몬 X에 의해 일어나는 항상성조절 과정을 나타낸 것이다.



- 이에 대한 설명으로 옳은 것은?
- ① (가)는 뇌하수체후엽이다.
 - ② X는 콩팥에서 물의 재흡수를 억제한다.
 - ③ 음식을 짜게 먹으면 X의 분비량이 감소한다.
 - ④ X의 분비량이 증가하면 오줌양이 증가한다.
 - ⑤ 갑상샘자극호르몬(TSH)과 X는 길항작용을 한다.

09 그림 (가)와 (나)는 추울 때와 더울 때 피부 근처 혈관의 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)와 (나) 중 추울 때의 변화가 무엇인지 그렇게 판단한 근거를 들어 설명해 보자.

스스로 평가하기 이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

	우수	보통	미흡
지식·이해			
사람 신경계의 구조와 기능을 알고, 중추신경계와 말초신경계의 특징을 설명했는가?	☐	☐	☐
우리 몸의 항상성이 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되는 과정을 설명했는가?	☐	☐	☐
과정·기능			
실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌 구조를 탐구했는가?	☐	☐	☐
항상성 유지 작용을 스마트 헬스케어 시스템으로 탐구하는 실험을 설계하여 수행했는가?	☐	☐	☐
가치·태도			
과학기술에 관심을 가지고, 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 경험했는가?	☐	☐	☐
항상성 유지 작용을 탐구하는 과정에서 과학적 근거를 들어 문제를 해결했는가?	☐	☐	☐

평가 결과가 아쉽다면 '2. 신경계와 항상성'을 다시 한번 학습해 봅시다.