

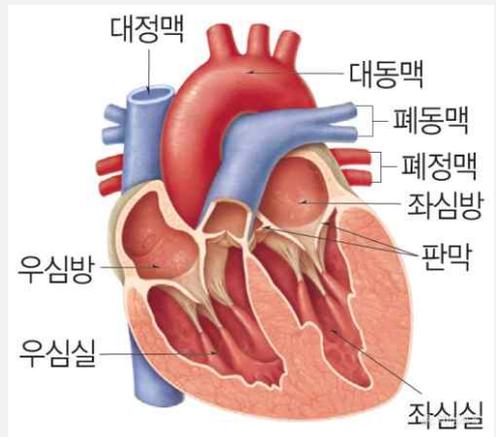
과학6강: 순환기관(심장, 혈관), 배설기관(콩팥), 감각기관(눈, 귀)

교과서 확인하기 (1)

사람의 심장은 속이 비어 있는 근육질로서, <그림1>과 같이 두 개의 심방과 두 개의 심실로 이루어져 있다. 심장에서 위쪽에 있는 부분을 심방이라 하고, 아래쪽에 있는 부분을 심실이라고 한다. 심장의 오른쪽과 왼쪽 부분은 매우 두꺼운 근육으로 구분되어 있다. 심방은 심장에서 혈액을 받아들이는 곳으로서, 정맥과 연결되어 있다. 우심방은 대정맥과 연결되어 있으며, 온몸을 돌고 온 혈액을 받아들인다. 또 좌심방은 폐정맥과 연결되어 있어 폐를 돌고 온 혈액을 받아들인다.

☞ **심장의 위쪽 부분인 (☑심방 □심실)은 혈액을 (☑받아들이는 □내보내는) 곳이며 (□동맥 ☑정맥)과 연결되어 있다.**

심실은 심장에서 혈액을 내보내는 곳으로서, 동맥과 연결되어 있다. 우심실은 폐동맥과 연결되어 있어 폐로 혈액을 내보내고, 좌심실은 대동맥과 연결되어 있어 온몸으로 혈액을 내보낸다. 심장의 안쪽을 살펴보면 심방과 심실 사이, 심실과 동맥 사이에 판막이 있다. 심장의 판막은 혈액이 거꾸로 흐르는 것을 막아 주기 때문에 심장에서 혈액은 항상 심방에서 심실 쪽으로만 흐른다.



<그림1>

☞ **심장의 아래쪽 부분인 (□심방 ☑심실)은 혈액을 (□받아들이는 ☑내보내는) 곳이며 (☑동맥 □정맥)과 연결되어 있다.**

보통의 근육은 신경 자극이 있어야 *수축을 하지만, 심장은 스스로 신경 자극을 만들어 낸다. 혈액은 심장의 수축 운동에 의해서 이동하며, 심방과 심실의 수축 운동은 서로 번갈아 가면서 이루어진다. 정맥을 통해 심방으로 들어온 혈액은 심방이 수축할 때 심실로 흘러들어 가고, 심실로 들어온 혈액은 심실이 수축할 때 동맥으로 흘러나간다. 심장은 일생 동안 박동을 계속하면서 혈액을 몸 구석구석까지 보내는 펌프 역할을 한다. 심장이 수축할 때 생기는 압력은 심장 벽의 두께에 비례한다. 심실은 강한 압력으로 혈액을 심장 밖으로 밀어내야 하기 때문에 심실 벽이 심방 벽보다 더 두껍다. 특히 좌심실 벽이 가장 두꺼운데, 그 이유는 온몸으로 혈액을 내보내기 위해서는 가장 강한 압력이 필요하기 때문이다.

☞ **혈액은 심장의 수축 운동에 의해서 이동하는데, 심방이 수축하면 심실로 흘러들어가고, 심실이 수축하면서 심장 밖으로 흘러나간다.**

혈액은 <그림2>와 같이 크게 두 가지 경로를 통하여 순환한다. 폐순환과 체순환이 바로 그것이다. 대정맥을 통해 우심방으로 들어온 혈액은 우심실의 수축으로 폐동맥을 거쳐 폐로 보내진다. 이때 혈액

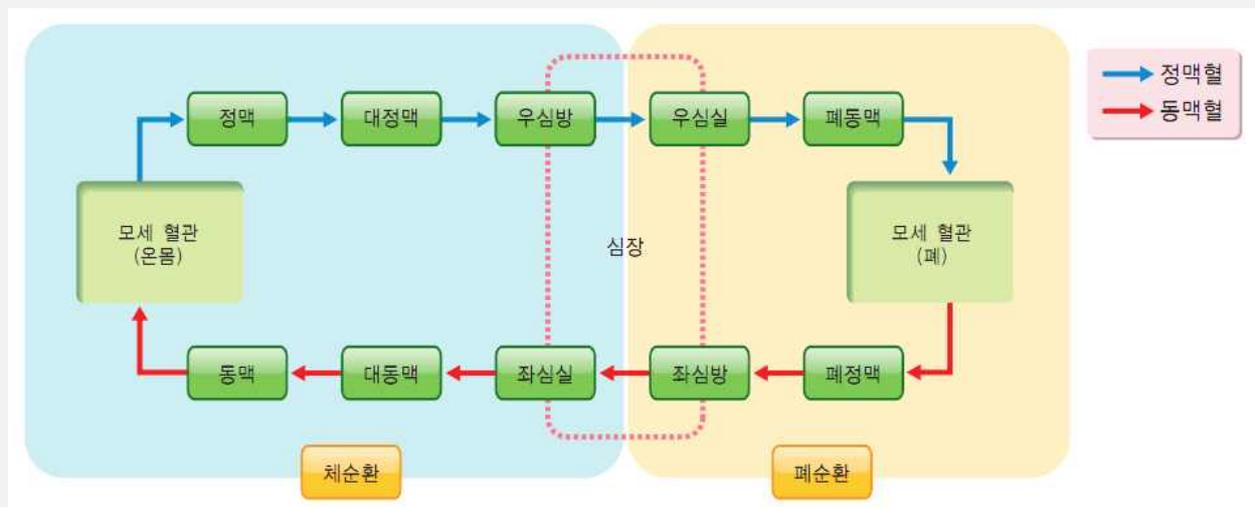
은 폐의 모세 혈관을 지나면서 이산화탄소를 버리고 산소를 받게 된다. 그 후 혈액은 폐정맥을 거쳐 좌심방으로 돌아온다. 이와 같이 심장에서 출발하여 폐를 돌아오는 혈액의 순환을 폐순환이라고 한다. 폐를 지나온 혈액은 이산화탄소의 양은 적어지고 산소의 양은 풍부해져서 *선홍색을 띠게 되는데, 이를 동맥혈이라고 한다.

㉠ 폐순환은 심장에서 출발하여 (폐)를 돌아 다시 심장으로 돌아오는 혈액의 순환을 말하며, 폐순환을 통해 정화된 피를 (동맥혈)이라고 한다.

좌심실이 수축하여 대동맥으로 밀려나온 혈액은 동맥을 지나 온몸의 모세 혈관으로 퍼져 나간다. 이때 혈액은 조직 세포에 영양소와 산소를 공급하고, 조직 세포에서 생긴 노폐물을 받는다. 모세 혈관을 지나온 혈액은 정맥을 거쳐 대정맥을 통해 우심방으로 들어온다. 이와 같이 심장에서 출발하여 온몸을 돌아오는 혈액의 순환을 체순환이라고 한다. 이때 혈액은 온몸에 퍼져 있는 모세 혈관을 지나면서 이산화탄소의 양은 풍부해지고 산소의 양은 적어져서 검붉은 색을 띠는 혈액으로 바뀌는데, 이를 정맥혈이라고 한다. 체순환은 비교적 긴 경로를 순환하기 때문에 대순환이라고도 하며, 폐순환은 체순환에 비해 짧은 경로를 순환한다고 하여 소순환이라고도 한다.

㉡ 체순환은 심장에서 출발하여 (온몸)를 돌아 다시 심장으로 돌아오는 혈액의 순환을 말하며, 체순환을 통해 불순해진 피를 (정맥혈)이라고 한다.

여기서 주의할 것은 일반적으로 동맥에는 동맥혈이 흐르고, 정맥에는 정맥혈이 흐르지만 항상 그런 것은 아니라는 사실이다. 폐동맥은 동맥이지만 정맥혈이 흐르고, 폐정맥은 정맥이지만 동맥혈이 흐른다. 이와 같이 혈액은 순환 과정을 반복하면서 온몸에 영양소와 산소를 공급하고, 노폐물과 이산화탄소를 각각 콩팥과 폐로 운반한다.



<그림2>

[수능국어 필수 어휘]

*수축(收縮): 근육 따위가 오그라들

*선홍색: 밝고 산뜻한 붉은색

👋 주목!

심방과 심실에서 좌우의 기준은 우리 앞에 마주보고 있는 사람(심장의 주인)의 몸을 기준으로 한다. 그림에서 는 좌측에 위치한 것인데 우심방, 우심실이라 부르는 이유를 묻는 학생이 있을 것 같아서^^



핵심원리 뽑기

핵심1	동맥	<ul style="list-style-type: none">▪ (심장)에서 피를 신체 각 부분에 보내는 통로▪ (폐동맥)과 (대동맥)이 있으며 (☑심방 □심실)과 연결되어 있다.
핵심2	정맥	<ul style="list-style-type: none">▪ 몸을 순환한 혈액이 (심장)으로 되돌아가는 통로▪ (폐정맥)과 (대정맥)이 있으며 (□심방 ☑심실)과 연결되어 있다.
핵심3	동맥혈	<ul style="list-style-type: none">▪ 폐정맥에 의하여 (심장)으로 보내지며, 다시 대동맥을 거쳐 (온 몸)으로 보내지는 피▪ 이산화탄소의 양이 적고 산소의 양이 많아 선홍색을 띤다.
핵심4	정맥혈	<ul style="list-style-type: none">▪ 대정맥에 의하여 (심장)으로 보내지며, 다시 폐동맥을 거쳐 (폐)로 보내지는 피▪ 이산화탄소의 양이 많고 산소의 양이 적어 검붉은 색을 띤다.
핵심5	폐순환	심장에서 출발하여 폐를 돌아 다시 심장으로 돌아오는 혈액의 순환
핵심6	체순환	심장에서 출발하여 온몸을 돌아 다시 심장으로 돌아오는 혈액의 순환



핵심 확인하기

❶ 심장의 판막은 한 군데 위치해 있다. <O/*X>

심방과 심실 사이, 심실과 동맥 사이 2군데 위치함

❷ 체순환은 폐순환에 비해 경로가 짧다. <O/*X>

체순환은 비교적 긴 경로를 순환하기 때문에 대순환이라고도 하며, 폐순환은 체순환에 비해 짧은 경로를 순환한다고 하여 소순환이라고도 한다.

❸ 심장은 신경 자극이 없어도 수축할 수 있다. <*O/X>

보통의 근육은 신경 자극이 있어야 수축을 하지만, 심장은 스스로 신경 자극을 만들어 낸다.

❹ 심장 내에서 혈액은 심방에서 심실로, 심실에서 심방으로 이동하며 순환한다. <O/*X>

혈액은 항상 심장에서 심실 쪽으로만 흐름

❺ 혈액은 체순환과 폐순환을 반복하며 온몸에 영양소와 산소를 공급한다. <*O/X>

혈액은 순환 과정을 반복하면서 온몸에 영양소와 산소를 공급하고, 노폐물과 이산화탄소를 각각 콩팥과 폐로 운반한다.

❻ 온 몸을 거쳐 심장으로 돌아온 피에는 이산화탄소가 많고 산소가 적다. <*O/X>

심장에서 출발하여 온몸을 돌아오는 혈액의 순환을 체순환이라고 한다. 이때 혈액은 온몸에 퍼져 있는 모세 혈관을 지나면서 이산화탄소의 양은 풍부해지고 산소의 양은 적어진다.

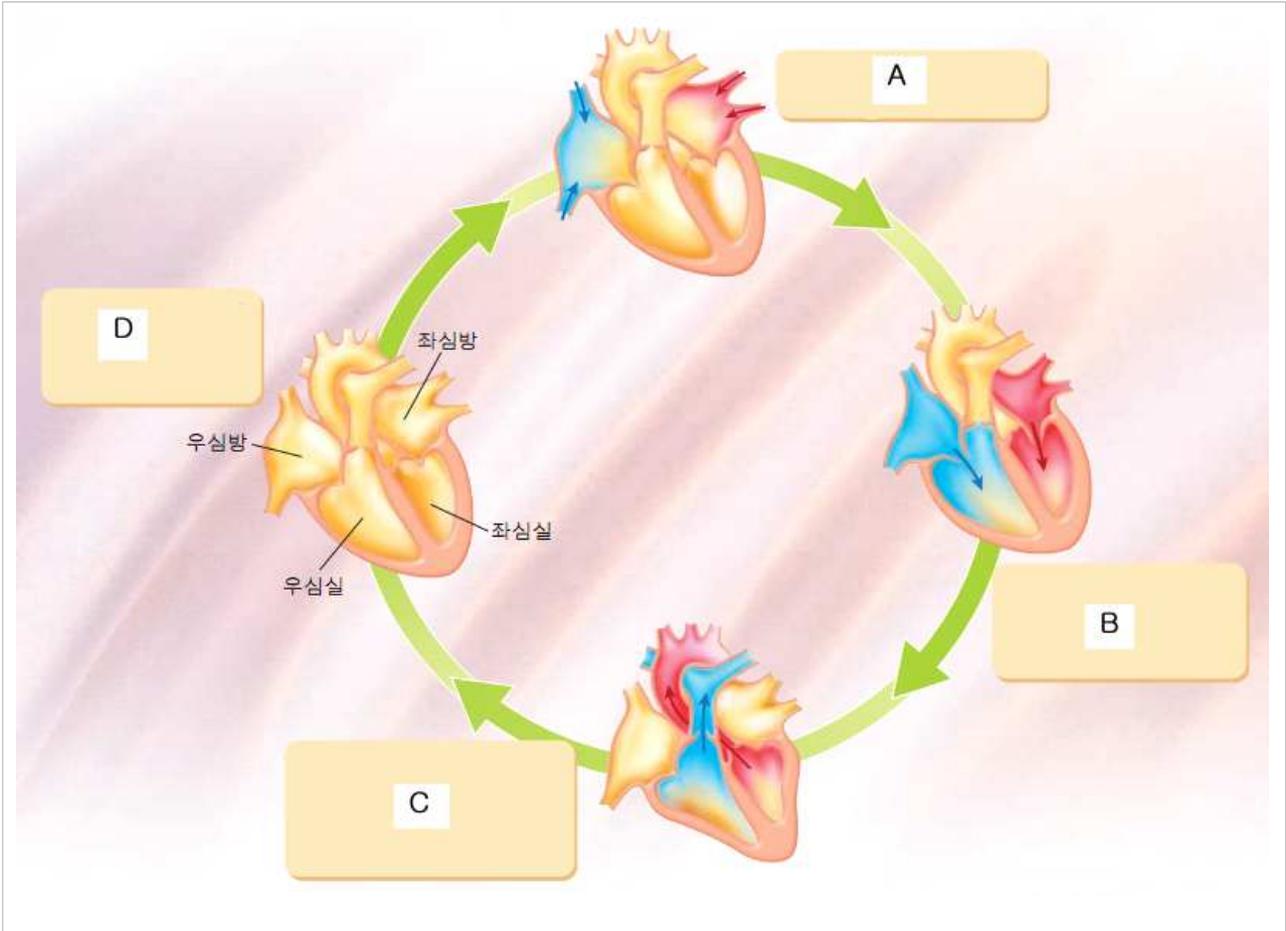
❼ 심실 벽이 심방 벽보다 더 두꺼운 이유는 혈액을 내보내는 과정에서 강한 압력이 필요하기 때문이다. <*O/X>

3문단 참조



절대필수 자료

-심장에서 혈액의 흐름



↳ 교과서 본문 다시 보기

심방은 심장에서 혈액을 받아들이는 곳으로서, 정맥과 연결되어 있다. 우심방은 대정맥과 연결되어 있으며, 온몸을 돌고 온 혈액을 받아들인다. 또 좌심방은 폐정맥과 연결되어 있어 폐를 돌고 온 혈액을 받아들인다. -- 심실은 심장에서 혈액을 내보내는 곳으로서, 동맥과 연결되어 있다. 우심실은 폐동맥과 연결되어 있어 폐로 혈액을 내보내고, 좌심실은 대동맥과 연결되어 있어 온몸으로 혈액을 내보낸다. -- 혈액은 심장의 수축 운동에 의해서 이동하며, 심방과 심실의 수축 운동은 서로 번갈아 가면서 이루어진다. 정맥을 통해 심방으로 들어온 혈액은 심방이 수축할 때 심실로 흘러들어 가고, 심실로 들어온 혈액은 심실이 수축할 때 동맥으로 흘러나간다.

※ A-D에 알맞은 말을 각각 넣거나 선택해보자.

A

(동맥 정맥)에서 심방으로 혈액이 들어온다.

답: 정맥

해: 그림을 보면 A는 심방에서 혈액을 받아들이는 과정이다. 심방은 심장에서 혈액을 받아들이는 곳으로서, 정맥과 연결되어 있다.

B

(심방)이 수축하여 심방과 심실 사이의 (판막)이 열리고, (심실)로 혈액이 흘러나간다.

답: 심방, 심실

해: B에서 피는 심방에서 심실 쪽으로 흐르고 있다. 심방과 심실 사이에는 판막이 있어 피가 거꾸로 흐르는 것을 방지한다.

C

좌우의 두 (심실)이 수축하면, 심방과 심실 사이의 판막은 (열리고 닫히고), 심실과 동맥 사이의 판막이 열리면서, 동맥으로 혈액이 흘러나간다.

답: 심실, 닫히고

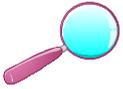
해: 그림을 보면 좌심실과 우심실에서 각각 (은 몸과 폐로)피가 흘러나가고 있다. 판막은 피가 거꾸로 흐르는 것을 방지하는 기능을 하므로 심실로 들어온 피는 심방으로 역류하지 못하도록 닫혀야 할 것이다.

D

심실과 동맥 사이의 판막이 닫혀 (심실)로 혈액이 역류하는 것을 방지한다.

답: 심실

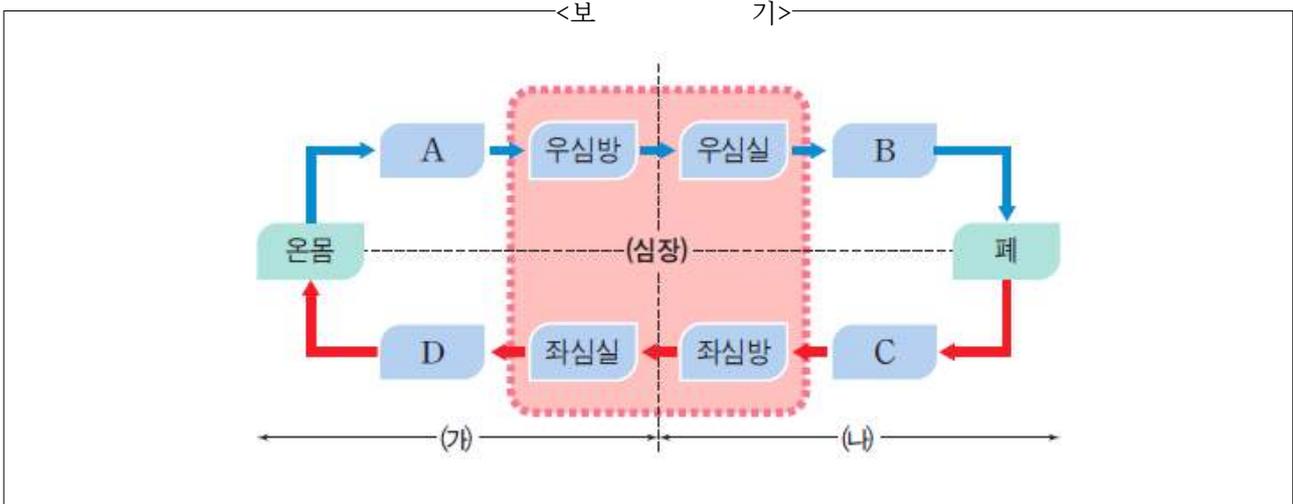
해: 판막은 심장에서 심방과 심실, 심실과 동맥 사이에 위치한다. 판막의 기능에 대한 설명은 위에서 충분히 했으니 생략^^



문제로 확인하기 (1)

(실전)

■ 그림은 사람의 혈액 순환의 경로를 나타낸 것이다.



- ① D에는 정맥혈이 흐른다.
- ② A와 B는 모두 동맥에 해당한다.
- ③ 우심방에서 우심실로 전달되는 피는 동맥혈이다.
- ④ (가)와 (나)를 구분하는 기준은 체순환과 폐순환이다.
- ⑤ C에는 A보다 더 많은 양의 이산화탄소가 포함되어 있다.

답: ④

해: 그림에서 (가)는 온몸을 도는 과정, (나)는 폐 쪽을 도는 과정이므로 체순환과 폐순환이 기준이다.

오: ① D는 좌심실에서 온몸으로 나가는 혈관이므로 대동맥이다. 대동맥에는 동맥혈이 흐른다. ② A는 심장으로 들어오는 피이므로 정맥(대정맥), B는 모두 심장에서 나가는 피이므로 동맥(폐동맥)에 해당한다. ③ 우심방에서 우심실로 전달되는 피는 정맥혈이다. ⑤ C는 폐를 돌고 온 폐정맥이며, 폐에서 산소를 공급받아 산소를 다량 포함하고 있다. A는 온 몸을 돌고 심장으로 들어오는 대정맥으로, 이산화탄소를 다량 포함하고 있다. 따라서 이산화탄소는 A에 더 많이 포함되어 있다.

↳ 교과서 본문 다시 보기

대정맥을 통해 우심방으로 들어온 혈액은 우심실의 수축으로 폐동맥을 거쳐 폐로 보내진다. 이때 혈액은 폐의 모세 혈관을 지나면서 이산화탄소를 버리고 산소를 받게 된다. 그 후 혈액은 폐정맥을 거쳐 좌심방으로 돌아온다. 이와 같이 심장에서 출발하여 폐를 돌아오는 혈액의 순환을 폐순환이라고 한다. 폐를 지나온 혈액은 이산화탄소의 양은 적어지고 산소의 양은 풍부해져서 선홍색을 띠게 되는데, 이를 동맥혈이라고 한다.

심장에서 출발하여 온몸을 돌아오는 혈액의 순환을 체순환이라고 한다. 이때 혈액은 온몸에 퍼져 있는 모세 혈관을 지나면서 이산화탄소의 양은 풍부해지고 산소의 양은 적어져서 검붉은 색을 띠는 혈액으로 바뀌는데, 이를 정맥혈이라고 한다. 체순환은 비교적 긴 경로를 순환하기 때문에 대순환이라고도 하며, 폐순환은 체순환에 비해 짧은 경로를 순환한다고 하여 소순환이라고도 한다.

여기서 주의할 것은 -- 폐동맥은 동맥이지만 정맥혈이 흐르고, 폐정맥은 정맥이지만 동맥혈이 흐른다. 이와 같이 혈액은 순환 과정을 반복하면서 온몸에 영양소와 산소를 공급하고, 노폐물과 이산화탄소를 각각 콩팥과 폐로 운반한다.

교과서 확인하기 (2)

사람의 배설 기관은 콩팥, 오줌관, 방광, 요도로 이루어져 있다. 콩팥은 주먹만한 크기로 강낭콩 모양이며, 등쪽 허리의 바로 위 양쪽에 한 개씩 모두 두 개가 있다. 심장에서 나온 혈액은 콩팥 동맥을 통해 콩팥으로 들어가서 노폐물이 걸러진 다음 콩팥 정맥으로 나와 다시 심장으로 간다. 콩팥에서 걸러진 노폐물은 오줌이 되어 오줌관을 통해 방광으로 이동한다. 골반의 가운데에 위치한 방광은 속이 빈 근육질의 기관으로서, 오줌을 모았다가 일정한 양이 되면 요도를 통해 몸 밖으로 내보내는 일을 한다.

㉠ **(콩팥)에서 걸러진 노폐물은 오줌이 되어 (방광), (요도)를 거쳐 몸 밖으로 배출된다.**

콩팥의 일부를 확대해 보면 콩팥 겉질, 콩팥 속질, 콩팥 깔때기의 세 층으로 이루어져 있다. 콩팥 겉질에는 *모세 혈관이 실타래처럼 뭉쳐져 있는 형태인 사구체와 사구체의 바깥을 싸고 있는 보먼주머니가 분포한다. 콩팥 속질에는 긴 *세뇨관이 분포한다. 콩팥 깔때기는 오줌이 모이는 곳이다. 콩팥 겉질과 콩팥 속질에 있는 사구체, 보먼주머니, 세뇨관으로 이루어진 구조를 네프론이라고 한다. 네프론은 콩팥에서 오줌을 만들어 내는 기본 단위이며, 콩팥 하나당 약 100만 개가 들어 있다.

㉡ **(사구체), (보먼주머니), (세뇨관)으로 이루어진 네프론은 콩팥에서 오줌을 만들어내는 기본 단위이다.**

세포 호흡 결과 생성된 노폐물은 혈액에 의해 콩팥으로 운반된다. 그런데 혈액 속에는 노폐물뿐만 아니라 포도당과 같은 영양소도 섞여 있다. 콩팥은 어떻게 노폐물만을 골라 오줌으로 배설하는 것일까? 콩팥에서 오줌을 생성하는 과정은 쓰레기를 재활용하는 과정과 유사하다. 일상생활에서 생긴 쓰레기는 쓰레기장에 버려지고, 그곳에서 필요한 것들은 다시 재활용된다. 콩팥에서도 이와 비슷한 과정이 일어난다.

㉢ **콩팥에서는 우리 몸에서 필요 없는 노폐물을 골라내는 과정이 일어난다.**

콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 압력에 의해 사구체에서 보먼주머니로 빠져나가는데, 이 과정을 여과라고 한다. 여과되는 물질은 포도당이나 요소와 같이 크기가 작은 물질이고, 혈구와 단백질 같은 크기가 큰 물질은 여과되지 않는다. 여과된 성분에는 요소와 같은 노폐물도 있지만, 포도당이나 *아미노산과 같은 몸에 필요한 물질들도 포함되어 있다. 필요한 물질들은 쓰레기를 재활용하는 것처럼 세뇨관에서 모세 혈관으로 다시 흡수되는데, 이 과정을 재흡수라고 한다. 또 사구체에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들은 다시 한 번 버려지는데, 이 과정을 분비라고 한다. 분비는 모세 혈관에서 세뇨관으로 일어난다. 여과, 재흡수, 분비의 과정을 거쳐 생성되는 오줌은 콩팥 깔때기에 모여서 오줌관을 통해 방광으로 이동한 후 몸 밖으로 배설된다.

㉣ **콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 (여과), (재흡수), (분비)의 과정을 거쳐 오줌을 생성한다.**

몸속에서 생명 활동에 쓰이고 남은 양만큼의 물은 땀, 날숨, 오줌, 대변 등을 통해서 몸 밖으로 나간다. 평상시 우리 몸에서 물이 가장 많이 나가는 경로는 오줌으로서, 몸속 물의 양은 오줌에 의해 일정

하게 유지된다. 그러나 오줌을 통해 물을 너무 많이 내보내게 되면 몸속 물의 양이 부족해져서 갈증을 심하게 느끼거나 탈수, 피부 건조 등의 증상이 나타날 수 있다. 물을 많이 마시면 몸속에 여분의 물의 양이 많아지게 되어 오줌의 양이 증가한다. 반대로 땀을 많이 흘려 몸속에 물이 부족해지면 오줌의 양이 줄어들어 몸에서 빠져나가는 물의 양이 감소한다. 오줌은 몸속에 있는 물의 양과 함께 무기 염류의 양도 조절하여 체액의 농도를 일정하게 유지한다.

🦋 **오줌은 몸속의 (물)과 (무기 염류)의 양을 조절하여 (체액의 농도를 일정하게 유지)한다.**

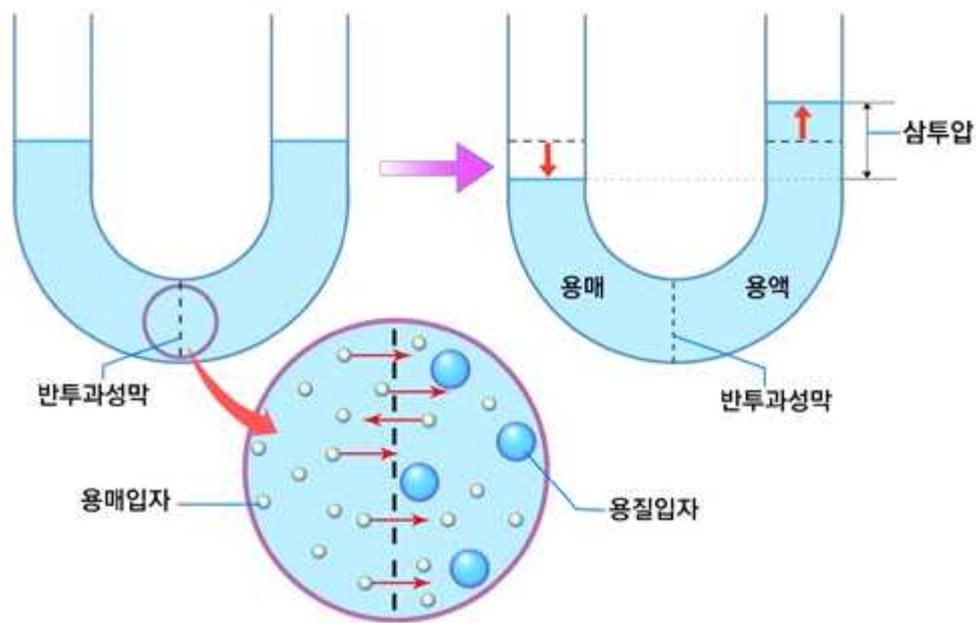
[수능국어 필수 어휘]

- * 모세혈관: 온몸의 조직에 그물 모양으로 퍼져 있는 매우 가는 혈관. 심장과 동맥을 거친 혈액은 이것을 통해 온몸의 조직에 산소와 영양을 공급하고, 조직 가운데에서 발생한 이산화탄소와 불필요한 물질 따위를 모아서 정맥을 거쳐 심장으로 되돌려 보낸다.
- * 세뇨관: 혈액 가운데 있는 노폐물을 오줌으로 걸러 내는 콩팥 속의 가는 관. 오줌을 모아 콩팥 깔때기로 보낸다.
- * 아미노산: 생물의 몸을 구성하는 단백질의 기본 구성단위
- * 무기염류: 생물체를 구성하는 원소 중에서 탄소·수소·산소 등의 3원소를 제외한 생물체의 무기적 구성요소. 단백질·지방·탄수화물·비타민과 함께 5대 영양소의 하나이다.

[참고1] “삼투 현상”

*반투과성 막을 경계로 한쪽에는 순수한 *용매를, 다른 한쪽에는 용액을 두면 용매들이 양방향으로 서로 이동하게 된다. 그러나 처음에는 순수한 용매 쪽에 있는 용매가 용액 쪽으로 더 빠르게 이동하여 용액 쪽의 높이가 더 증가한다. 왜냐하면 자연계에서는 농도 차이가 줄어드는 방향으로 용매들이 움직이려고 하기 때문이다. 따라서 시간이 지나서 관에 있는 용액의 높이가 어느 정도 증가한 후에는 그 결과로 생기는 압력 때문에 용액 쪽으로 이동하는 속도가 점차 느려지게 되어 결국에는 양방향으로 용매가 이동하는 속도가 같아지게 된다. 이 점에서 용액의 높이는 더 이상 변하지 않게 되는 것이다. 이때 차이가 난 수압이 삼투압이며, 용매가 반투과성막을 통해 이동하는 현상이 삼투현상이다. 이것을 달리 표현하자면, 삼투현상은 순수한 용매를 포함한 저농도 용액에서 고농도 용액 쪽으로 반투과성 막을 경계로 용매(물)가 이동하는 현상이며 삼투압은 이때 용매가 이동하려는 힘이라고도 할 수 있다.

위에서 콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 압력에 의해 사구체에서 보먼주머니로 빠져나간다는 사실을 배웠는데, 이러한 여과의 과정도 삼투압의 원리로 설명할 수 있다.



* 용매: 용질을 녹여 용액을 만드는 물질. 용매는 액체인 경우가 대부분이다. 쉽게 예를 들면 소금물에서 물은 용매, 소금은 용질, 소금물은 용액에 해당한다.

* 반투과성 막: 용액 속에 들어있는 용질은 입자가 커서 통과시키지 못하고 용매분자만 통과시키는 막

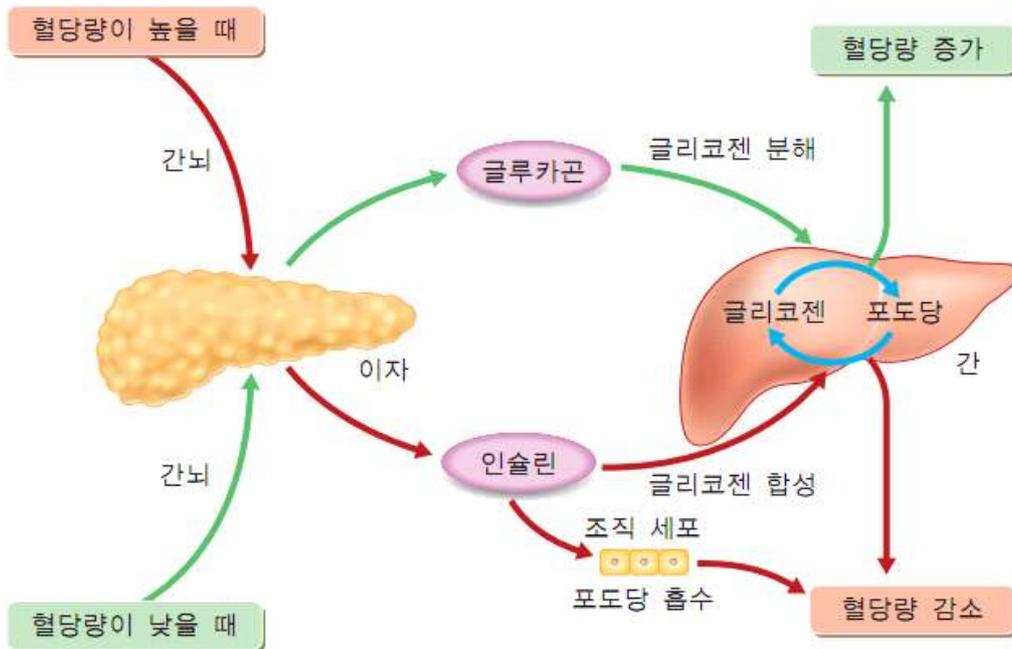
[참고2] “항상성, 길항작용”

사람의 혈액에는 약 0.1 %의 포도당이 포함되어 있다. 혈액 속에 포함되어 있는 포도당의 양을 혈당량이라고 한다. 포도당은 에너지원으로 혈액 내에서 일정한 농도로 유지되어야 한다. 혈당량은 어떻게 조절되는 것일까?

운동을 하면 에너지원인 포도당이 소모되기 때문에 혈당량이 낮아진다. 이때 이자에서 글루카곤이라는 물질이 분비된다. 분비된 글루카곤이 간에 작용하면 *글리코젠이 포도당으로 분해되어 혈액으로 공급되므로 혈당량이 다시 증가한다. 반대로 음식을 먹으면 혈당량이 올라간다. 이때 이자에서는 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당을 글리코젠으로 합성하고, 조직 세포의 포도당 흡수를 촉진시켜 혈당량을 낮춘다. 즉 인슐린과 글루카곤은 혈당량을 서로 반대 방향으로 조절하여 혈당량을 정상으로 유지하는데, 이러한 현상을 길항 작용이라고 한다.

이자에서 인슐린이 제대로 분비되지 않거나 제 기능을 하지 못하면 혈당량이 정상 수치보다 증가하게 된다. 이러한 상태가 지속되면 소변에 포도당이 섞여 나오게 되는데, 이를 당뇨병이라고 한다. 당뇨가 있는 사람은 지속적으로 인슐린 주사를 맞거나 식이 요법 등으로 혈당량을 조절해야 한다.

이와 같이 우리 몸은 환경이 변하더라도 몸 안의 혈당량, 체온, 수분량 등을 항상 일정하게 유지하려고 하는데, 이를 항상성이라고 한다. 오줌을 통해 몸속 물의 양을 일정하게 조절하는 것도 우리 몸의 항상성을 유지하기 위한 것임을 알 수 있다.



* 글리코젠: 동물의 간장이나 근육 따위에 들어 있는 동물성 다당류



핵심원리 뽑기

핵심1	여과/ 재흡수/ 분비	<ul style="list-style-type: none"> ■ 여과: 콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부가 압력에 의해 (사구체)에서 (보먼주머니)로 빠져나가는 과정 ■ 재흡수: 여과된 성분 중 필요한 물질들을 (세뇨관)에서 (모세 혈관)으로 다시 흡수하는 과정 ■ 분비: (사구체)에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들을 (모세 혈관)에서 (세뇨관)으로 다시 한 번 버리는 과정
핵심2	삼투 현상	<ul style="list-style-type: none"> ■ 순수한 용매를 포함한 (<input checked="" type="checkbox"/>저농도 <input type="checkbox"/>고농도) 용액에서 (<input type="checkbox"/>저농도 <input checked="" type="checkbox"/>고농도) 용액 쪽으로 반투과성 막을 경계로 용매가 이동하는 현상
핵심3	항상성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 우리 몸이 환경이 변하더라도 혈당량, 체온, 수분량 등을 항상 일정하게 유지하려고 하는 성질
핵심4	인슐린/글루카곤	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인슐린: 포도당을 글리코젠으로 합성하여 몸 안의 혈당량을 (<input checked="" type="checkbox"/>감소 <input type="checkbox"/>증가)시키는 호르몬 ■ 글루카곤: 인슐린과는 반대로 글리코젠을 포도당으로 분해하여 혈당량을 (<input type="checkbox"/>감소 <input checked="" type="checkbox"/>증가)시키는 호르몬
핵심5	길항작용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인슐린과 글루카곤이 혈당량을 서로 반대 방향으로 조절하여 혈당량을 정상으로 유지하는 현상



핵심 확인하기

※ [참고]까지 읽고 풀 것

❶ 재흡수와 분비는 반대 방향으로 일어난다. <O/X>

재흡수는 세뇨관에서 모세 혈관으로, 분비는 모세 혈관에서 세뇨관으로 일어난다.

❷ 사구체와 세뇨관 사이에서 여과가 일어난다. <O/*X>

여과는 콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 압력에 의해 사구체에서 보먼주머니로 빠져나가는 과정을 말한다.

❸ 삼투압은 용액의 농도 차에 의해 용매가 이동하려는 힘이다. <O/X>

설명 생략^^

❹ 콩팥에서 걸러진 노폐물은 오줌 형태로 몸 밖으로 배출된다. <O/X>

1문단 참조

❺ 당뇨병은 글루카곤이 제대로 분비되지 않아 생겨나는 병이다. <O/*X>

글루카곤이 아니라 인슐린이 제대로 분비되지 않아 생겨나는 병이다.

❻ 여과된 성분은 여과 직후 몸 밖으로 배출되는 것이 일반적이다. <O/*X>

정상적인 몸이라면 재흡수, 분비의 과정을 거쳐야 한다.

❼ 밥을 먹은 직후에는 몸속의 혈당량을 올리기 위해 인슐린이 분비된다. <O/*X>

혈당량을 낮추기 위해 분비된다.

❽ 삼투 현상이 일어날 때, 용액은 높이가 평형을 이루는 방향으로 이동한다. <O/*X>

농도 차이가 줄어드는 방향으로 용매가 이동한다.

❾ 우리 몸은 오줌의 양을 조절함으로써 체액 농도를 일정하게 유지할 수 있다. <O/X>

마지막 문단

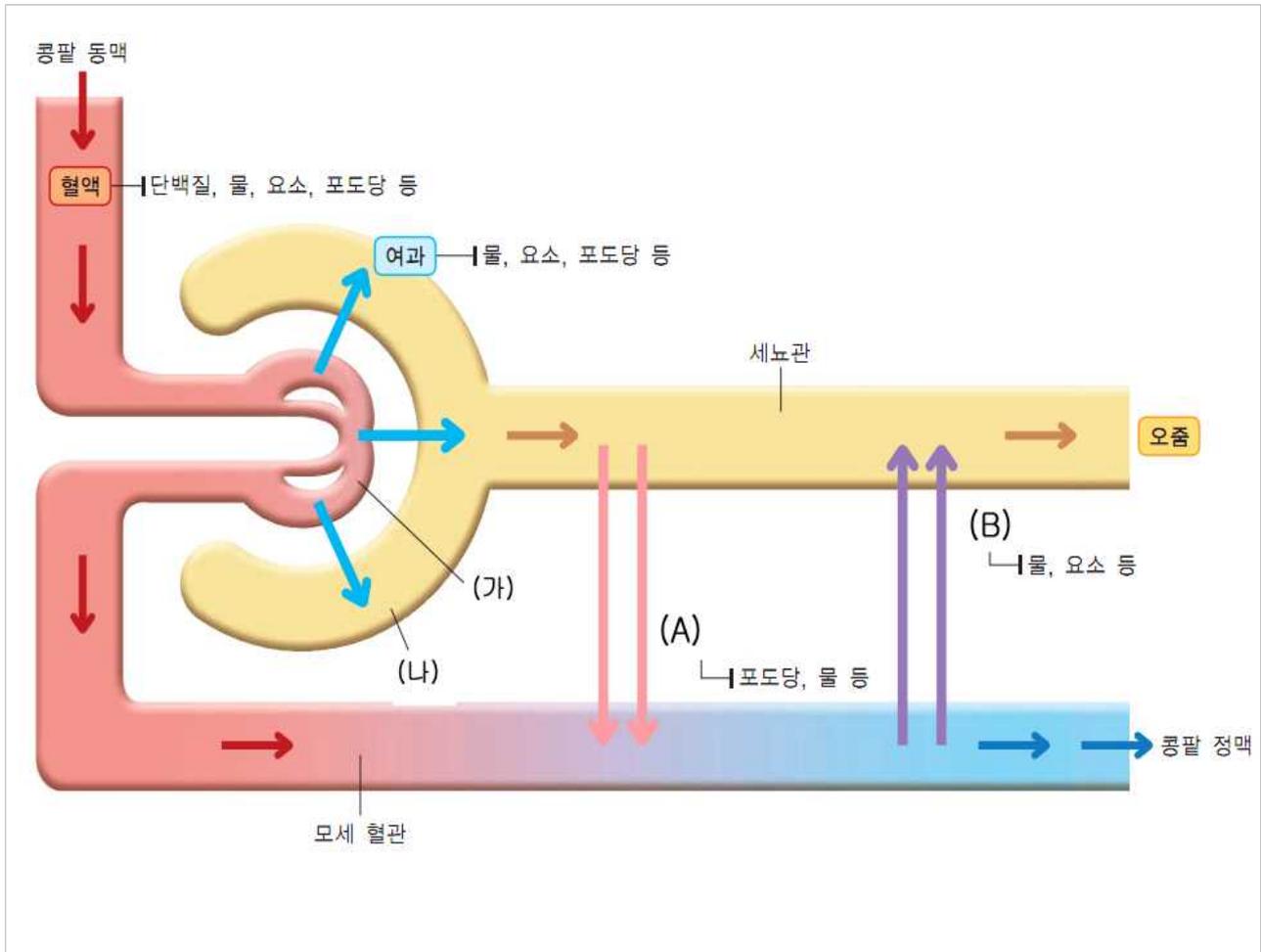
❿ 삼투압의 원리에 따르면 저농도와 고농도의 용액이 섞일 때, 용질은 고농도에서 저농도 용액 쪽으로 이동하려고 한다. <O/*X>

삼투현상은 순수한 용매를 포함한 저농도 용액에서 고농도 용액 쪽으로 반투과성 막을 경계로 용매(물)가 이동하는 현상이다.



절대필수 자료

-콩팥의 구조



↳ 교과서 본문 다시 보기

콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 압력에 의해 사구체에서 보먼주머니로 빠져나가는데, 이 과정을 여과라고 한다. 여과되는 물질은 포도당이나 요소와 같이 크기가 작은 물질이고, 혈구와 단백질 같은 크기가 큰 물질은 여과되지 않는다. 여과된 성분에는 요소와 같은 노폐물도 있지만, 포도당이나 아미노산과 같은 몸에 필요한 물질들도 포함되어 있다. 필요한 물질들은 쓰레기를 재활용하는 것처럼 세뇨관에서 모세 혈관으로 다시 흡수되는데, 이 과정을 재흡수라고 한다. 또 사구체에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들은 다시 한 번 버려지는데, 이 과정을 분비라고 한다. 분비는 모세 혈관에서 세뇨관으로 일어난다. 여과, 재흡수, 분비의 과정을 거쳐 생성되는 오줌은 콩팥 깔때기에 모여서 오줌관을 통해 방광으로 이동한 후 몸 밖으로 배설된다.

평상시 우리 몸에서 물이 가장 많이 나가는 경로는 오줌으로서, 몸속 물의 양은 오줌에 의해 일정하게 유지된다. 물을 많이 마시면 몸속에 여분의 물의 양이 많아지게 되어 오줌의 양이 증가한다. 반대로 땀을 많이 흘려 몸속에 물이 부족해지면 오줌의 양이 줄어들어 몸에서 빠져나가는 물의 양이 감소한다.

1. (가)와 (나)의 명칭을 각각 써 보자.

- (가): 사구체
- (나): 보먼주머니

해: 여과의 과정은 사구체에서 보먼주머니로 일어난다.

2. (A)와 (B)가 배설 과정 중 각각 어떤 과정에 해당하는지 써 보자.

- (A): 재흡수
- (B): 분비

해: 재흡수는 여과된 성분 중 필요한 물질들을 세뇨관에서 모세 혈관으로 다시 흡수하는 과정이며 분비는 사구체에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들을 모세 혈관에서 세뇨관으로 다시 한 번 버리는 과정이다. 화살표 방향을 살펴보면 (가)는 재흡수, (나)는 분비 과정에 해당함을 쉽게 알 수 있다.

3. 운동 직후에 물이 이동하는 방향은?

(A) (B)

해: 운동을 한 후 땀을 흘리면 몸속에 물이 부족해지므로 배출되는 오줌의 양이 줄어들게 된다. 이는 물의 재흡수가 활발히 일어남을 뜻한다.



문제로 확인하기 (1)

(실전)

■ 다음 표는 정상인의 *혈장, 여과액, 오줌에 들어 있는 세 가지 성분 A, B, C의 농도를 나타낸 것이다. 표에 대한 설명으로 적절한 것끼리 바르게 골라 묶은 것은?

(단위: g/100 mL)

성분	혈장	여과액	오줌
A	0.10	0.10	0.00
B	8.00	0.00	0.00
C	0.03	0.03	2.00

*혈장: 혈액 속의 유형성분인 적혈구·백혈구·혈소판 등을 제외한 액체성분

- ㄱ. A는 사구체에서 보먼주머니로 여과된다.
- ㄴ. A는 여과된 후 모두 모세혈관으로 재흡수 된다.
- ㄷ. 포도당이나 아미노산과 같은 물질이 B에 해당된다.
- ㄹ. C는 여과되지는 않지만, 분비되는 양이 아주 많다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄹ

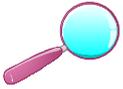
답: ①

해: ㄱ. 혈장은 사구체에 있는 물질, 여과액은 사구체에서 보먼주머니로 빠져나간, 즉 여과된 물질에 해당한다고 볼 수 있다. 혈장과 여과액의 농도가 같으므로 여과가 100% 이루어진 것으로 볼 수 있다. ㄴ. 여과된 후 우리 몸에 필요한 물질들은 세뇨관에서 모세 혈관으로 다시 흡수된다. 오줌은 세뇨관을 통해 밖으로 배출된다. (≡ 절대 필수 그래프를 꼭 다시 살펴볼 것!) 오줌에는 성분이 전혀 없는 것을 보아 여과된 후 재흡수된 것으로 볼 수 있다.

오: ㄷ. B는 여과액에 성분이 전혀 없는 것을 보아 혈구나 단백질처럼 크기가 큰 물질일 것이다. ㄹ. 100% 여과가 이루어진 것으로 볼 수 있다. 분비는 사구체에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들이 다시 한 번 버려지는 과정을 말한다. (참고로 교과서 본문에는 언급하지 않았지만, 오줌의 농도가 높게 나타난 것은 '농축'이 일어났기 때문이다. 그러나 몰라도 문제 푸는 데 전혀 지장 없을 것으로 판단^^)

↳ 교과서 본문 다시 보기 ([참고])

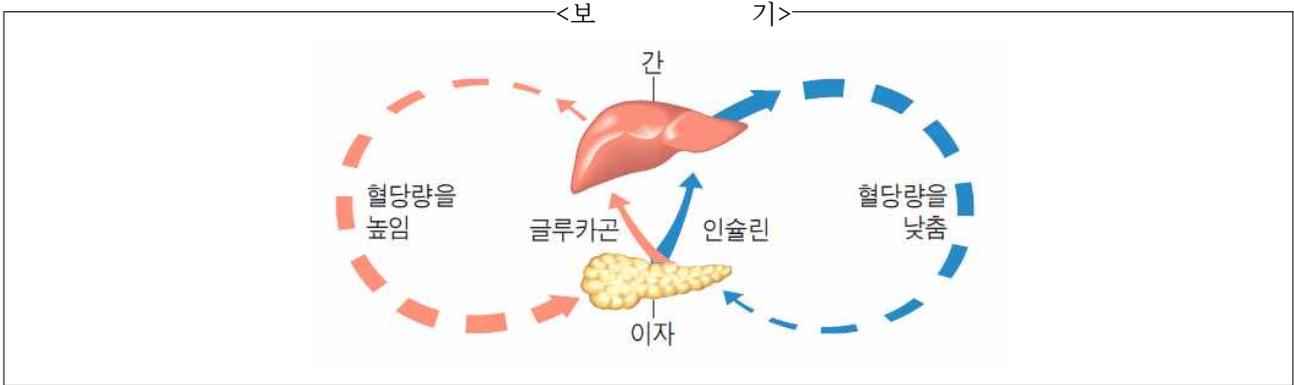
콩팥으로 들어온 혈액 성분 중 일부는 압력에 의해 사구체에서 보먼주머니로 빠져나가는데, 이 과정을 여과라고 한다. 여과되는 물질은 포도당이나 요소와 같이 크기가 작은 물질이고, 혈구와 단백질 같은 크기가 큰 물질은 여과되지 않는다. 여과된 성분에는 요소와 같은 노폐물도 있지만, 포도당이나 아미노산과 같은 몸에 필요한 물질들도 포함되어 있다. 필요한 물질들은 쓰레기를 재활용하는 것처럼 세뇨관에서 모세 혈관으로 다시 흡수되는데, 이 과정을 재흡수라고 한다. 또 사구체에서 미처 여과되지 못하고 혈액에 남아 있는 노폐물 등 일부 성분들은 다시 한 번 버려지는데, 이 과정을 분비라고 한다. 분비는 모세 혈관에서 세뇨관으로 일어난다. 여과, 재흡수, 분비의 과정을 거쳐 생성되는 오줌은 콩팥 깔때기에 모여서 오줌관을 통해 방광으로 이동한 후 몸 밖으로 배설된다.



문제로 확인하기 (2)

(실전)

■ <보기>는 인체 내에서 분비되는 인슐린과 글루카곤의 상호 작용을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 인슐린과 글루카곤의 표적 기관은 간이다.
- ② 혈당량이 감소하면 글루카곤의 분비가 증가한다.
- ③ 인슐린의 분비량이 증가하면 혈당량도 증가한다.
- ④ 인슐린의 분비량이 지나치게 감소하면 당뇨 증상이 나타난다.
- ⑤ 인슐린과 글루카곤 혈당량을 서로 반대 방향으로 조절하여 혈당량을 정상으로 유지한다.

답: ③

해: 인슐린은 포도당 흡수를 촉진시켜 혈당량을 낮추는 역할을 한다.

오: ① 인슐린과 글루카곤은 모두 간에 작용하며 혈당량을 조절한다. ⑤ 길항작용에 대한 설명이다.

나머지 오답풀이는 교과서 본문 참조^^

↳ 교과서 본문 다시 보기 (참고2)

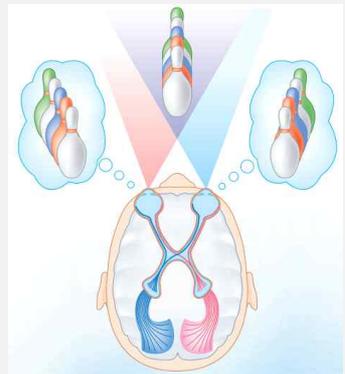
분비된 글루카곤이 간에 작용하면 글리코젠이 포도당으로 분해되어 혈액으로 공급되므로 혈당량이 다시 증가한다. 반대로 음식을 먹으면 혈당량이 올라간다. 이때 이자에서는 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당을 글리코젠으로 합성하고, 조직 세포의 포도당 흡수를 촉진시켜 혈당량을 낮춘다. 즉 인슐린과 글루카곤은 혈당량을 서로 반대 방향으로 조절하여 혈당량을 정상으로 유지하는데, 이러한 현상을 길항 작용이라고 한다. -- 이자에서 인슐린이 제대로 분비되지 않거나 제 기능을 하지 못하면 혈당량이 정상 수치보다 증가하게 된다. 이러한 상태가 지속되면 소변에 포도당이 섞여 나오게 되는데, 이를 당뇨병이라고 한다.

교과서 확인하기 (3)

사람의 눈은 빛을 받아들이는 감각 기관으로서, 눈을 통해 빛 자극을 받아들이는 감각을 시각이라고 한다. 눈은 태아 때 뇌의 일부분이 떨어져 나와 만들어진 것으로, 어느 감각기관보다도 사고와 감정을 담당하는 뇌와 가까이 있다. 눈은 여러 단계의 구조를 통해 정확한 시각 정보를 뇌에 전달한다. 앞쪽의 수정체는 카메라 렌즈처럼 물체에서 반사된 빛을 *굴절시켜서 눈 안쪽의 망막에 영상을 비춰 준다. 이때 망막의 시각세포들이 발생시키는 전기 신호가 시각신경을 통해 대뇌로 전해지면, 대뇌가 물체의 모습을 재구성해 우리가 물체를 인식하는 것이다.

☞ 물체에서 반사된 빛은 수정체, 망막, 시각신경을 거쳐 대뇌로 전해진다.

사람은 두 개의 눈을 가지고 있지만 물체가 두 개로 보이는 것은 아니다. 한쪽 눈을 감아도 물체의 크기나 모양, 색깔을 구분할 수 있다. 그렇다면 사람에게 두 눈이 필요한 이유는 무엇일까? 사람의 눈은 약간의 간격을 두고 서로 떨어져 있다. 따라서 <그림>처럼 물체를 볼 때 양쪽 눈은 미세하지만 다른 각도로 물체를 보게 되며, 왼쪽 눈이 보는 모양과 오른쪽 눈이 보는 모양은 서로 차이를 보인다. 이를 양안시차라 한다. 두 눈에서 본 서로 다른 모양은 대뇌에서 통합되어 물체의 입체적인 모양과 거리를 판단할 수 있다. 한쪽 눈을 감으면 양쪽 눈과 물체 사이의 각도를 정확하게 알 수 없는 것도 이 때문이다. 따라서 물체를 입체적으로 보거나 물체와의 거리를 알기 위해서는 두 눈으로 보아야 한다.



<그림>

영화관에서 상영하는 입체 영화도 두 눈을 모방한 것이다. 최근에는 오른쪽 영상과 왼쪽 영상을 두 개의 렌즈로 동시에 촬영하는 카메라가 개발되어 사용되고 있다. 촬영한 영상을 동시 투사기로 스크린에 비추게 되면 입체적인 영상이 만들어진다.

☞ 사람의 눈은 양안시차를 이용하여 (물체를 입체적으로 보거나 물체와의 거리를 파악)할 수 있다.

귀 역시 눈과 마찬가지로 양쪽으로 하나씩 있다. 귀가 양쪽에 존재하기 때문에 우리는 소리가 나는 방향을 알 수 있다. 양쪽 귀에 도달하는 소리의 시간과 크기에 차이가 나기 때문이다. 예를 들어 소리가 왼쪽에서 나는 경우에는 왼쪽 귀가 소리를 더 빨리 감지하고, 소리의 크기도 오른쪽 귀보다 더 크게 들린다. 이로써 귀는 소리가 왼쪽에서 나는 것을 감지할 수 있다.

☞ 귀가 양쪽에 존재함으로써 소리가 나는 방향을 감지할 수 있다.

귀는 소리를 받아들이는 감각 기관이다. 물체가 진동하면 음파가 발생한다. 이 음파가 고막을 진동시키고 진동 형태로 변하여 안으로 전달되기 때문에 우리는 소리를 들을 수 있다. 이처럼 귀를 통해 소리 자극을 받아들이는 감각을 청각이라고 한다.

귀를 곁에서 보면 귓바퀴와 귓구멍만 보이지만 안쪽에는 고막, 귓속뼈, 달팽이관, 반고리관, 전정 기관 등으로 이루어져 있다. 주위에서 오는 소리는 귓바퀴에서 모아진 다음, 외이도를 지나 고막을 진동시킨다. 고막은 두께가 0.1 mm 정도의 얇은 막이며, 탄력이 뛰어나서 공기의 미세한 진동까지 감지할 수 있다. 고막의 진동은 귓속뼈로 전달된다. 고막과 연결되어 있는 귓속뼈는 오디오의 *증폭기와 같아

서 작은 세 개의 뼈를 차례대로 지나면서 진동이 더욱 증폭되어 달팽이관으로 전달된다. 달팽이관에는 청각 세포가 있어 소리의 진동을 받아들인다. 청각 세포가 받아들인 진동은 청각 신경을 통해 대뇌로 전달되면서 소리를 듣게 된다.

🦋 소리는 귓바퀴에서 모아진 다음, 외이도, 고막, 달팽이관, 청각 신경을 거쳐 대뇌로 전달된다.

그런데 비행기가 이륙할 때나 높은 산에 올라갔을 때 귀가 멍멍한 경우가 있다. 이때 침을 삼키면 이런 증상이 사라진다. 이러한 현상은 왜 생기는 것일까? 귀 안쪽에는 고막에서 시작되어 코의 *인두와 목구멍으로 연결되어 있는 귀인두관이 있다. 귀인두관은 보통 때에는 닫혀 있으나 하품을 하거나 침을 삼킬 때에는 순간적으로 열린다. 이때 목구멍을 통해 귀인두관으로 공기가 들어가거나 빠져나오면서 고막 안쪽과 바깥쪽 압력의 차이가 조절된다. 따라서 귀인두관은 압력을 조절하여 고막이 손상되지 않도록 해 준다. 비행기 안에서 사탕을 나누어 주는 경우가 있는데, 이것은 사탕을 먹을 때 침을 삼켜 압력 차이를 조절하기 위한 것이다.

🦋 귀인두관은 압력을 조절하여 고막이 손상되지 않도록 해 준다.

귀는 소리를 듣는 일 외에도 몸의 평형을 감지한다. 엘리베이터를 탔을 때 눈을 감고 있어도 엘리베이터가 어느 방향으로 움직이는지 알 수 있으며, 자동차 안에서 눈을 감고 있어도 자동차가 출발하거나 멈추는 것을 느낄 수 있다. 눈으로 보지 않고도 회전 방향이나 몸의 기울어진 정도를 느끼는 것을 평형감각이라고 한다. 이러한 평형감각은 반고리관과 전정 기관이 담당한다.

🦋 반고리관과 전정 기관은 (몸의 평형)을 감지하는 역할을 한다.

반고리관은 회전 자극을 받아들여 몸의 회전을 감지하고, 전정 기관은 중력 자극을 받아들여 몸의 기울어진 정도와 위치의 변화를 감지한다. 반고리관은 반원 모양의 고리 세 개로 이루어져 있으며, 안쪽에는 *림프가 들어 있다. 몸이 회전하기 시작하거나 멈출 때 림프는 감각세포를 자극한다. 이 자극이 감각 신경을 통해 소뇌로 전달되면 우리는 몸의 회전 방향을 알 수 있다. 반고리관 세 개는 서로 수직으로 연결되어 있어 회전하는 방향과 회전한 정도를 입체적으로 느낄 수 있다. 반고리관 아래에 있는 전정 기관은 몸이 기울어질 때 *평형석은 감각 세포를 자극한다. 이 자극이 감각신경을 통해 소뇌로 전달되는 과정을 통해 우리는 몸의 기울어진 정도를 알게 된다.

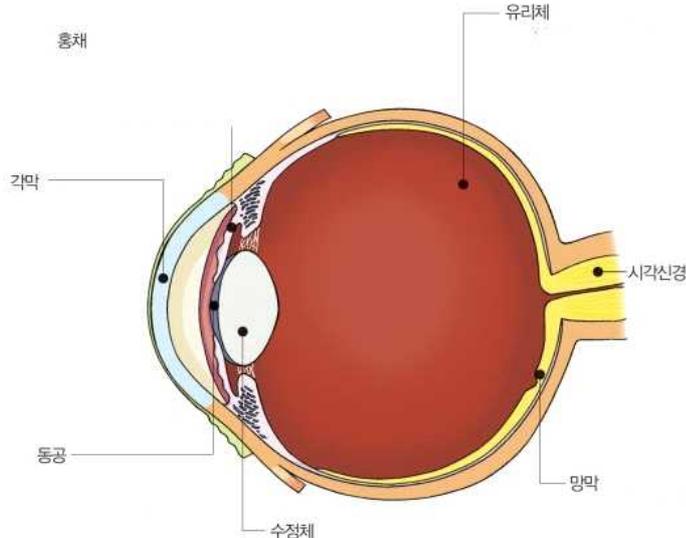
🦋 반고리관은 몸의 회전을 감지하고, 전정 기관은 몸의 기울어진 정도와 위치의 변화를 감지한다.

[수능국어 필수 어휘]

- * 굴절: 하나의 표면에서 다른 표면으로 통과할 때 빛이나 소리가 꺾이는 현상
- * 증폭기: 라디오 등에서 전압, 전류의 진폭을 늘려 감도(感度)를 좋게 하는 장치
- * 인두: 입안과 식도 사이에 있는 소화기관
- * 림프: 고등 동물의 조직 사이를 채우는 무색의 액체. 혈관과 조직을 연결하며 면역 항체를 수송하고, 장(腸)에서는 지방을 흡수하고 운반한다.
- * 평형석: 무척추동물의 평형낭과 척추동물의 등근 주머니·타원주머니 속에 들어 있는 고형물. 이것이 감각모에 접촉함으로써 평형감각이 생긴다.



핵심원리 뽑기

<p>핵심1</p>	<p>눈에서 자극이 전달되는 경로</p>	 <p>빛 → 각막 → (수정체) → 유리체 → (망막) → 시각신경 → 대뇌</p>
<p>핵심2</p>	<p>양안시차</p>	<p>사람의 두 눈이 약간의 간격을 두고 서로 떨어져 있어서 물체를 볼 때 두 눈이 보는 모양에서 서로 차이를 보이는 것</p>
<p>핵심3</p>	<p>귀에서 자극이 전달되는 경로</p>	<p>소리 → 귓바퀴 → 외이도 → (고막) → 귓속뼈 → (달팽이관) → 청각 세포 → 청각 신경 → 대뇌</p>
<p>핵심4</p>	<p>반고리관/ 전정기관</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 반고리관: 반원 모양의 고리 3개로 이루어져 있으며, 회전 자극을 받아들여 (몸의 회전)을 감지한다. ■ 전정기관: 반고리관 아래에 위치하며, 중력 자극을 받아들여 (몸의 기울어진 정도)와 위치의 변화를 감지한다.



핵심 확인하기

❶ 반고리관은 소리의 진동을 청각 세포로 전달해준다. <O/*X>

전정 기관과 함께 몸의 평형을 감지한다.

❷ 수정체는 눈 안쪽의 망막에 영상을 비춰주는 역할을 한다. <*O/X>

수정체는 카메라 렌즈처럼 물체에서 반사된 빛을 굴절시켜서 눈 안쪽의 망막에 영상을 비춰 준다.

❸ 한 쪽 눈만으로는 물체의 입체감을 제대로 감지할 수 없다. <*O/X>

한쪽 눈을 감으면 양쪽 눈과 물체 사이의 각도를 정확하게 알 수 없다.

❹ 소리가 들리는 방향을 감지할 수 있는 이유는 귀가 양쪽에 있기 때문이다. <*O/X>

양쪽 귀에 도달하는 소리의 시간과 크기에 차이가 나기 때문에 소리가 나는 방향을 감지할 수 있다.

❺ 고막은 귀가 소리를 잘 감지하도록 소리의 진동을 증폭시키는 역할을 한다. <O/*X>

귓속뼈의 역할에 해당한다.

❻ 몸이 기울어질 때 반고리관의 안쪽에 들어 있는 림프는 감각세포를 자극한다. <O/*X>

몸이 회전할 때

❼ 달팽이관의 청각 세포가 받아들인 소리의 진동은 청각 신경을 통해 대뇌로 전달된다. <*O/X>

달팽이관에는 청각 세포가 있어 소리의 진동을 받아들인다. 청각 세포가 받아들인 진동은 청각 신경을 통해 대뇌로 전달되면서 소리를 듣게 된다.

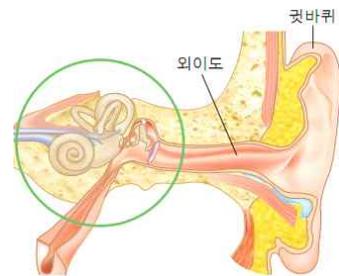
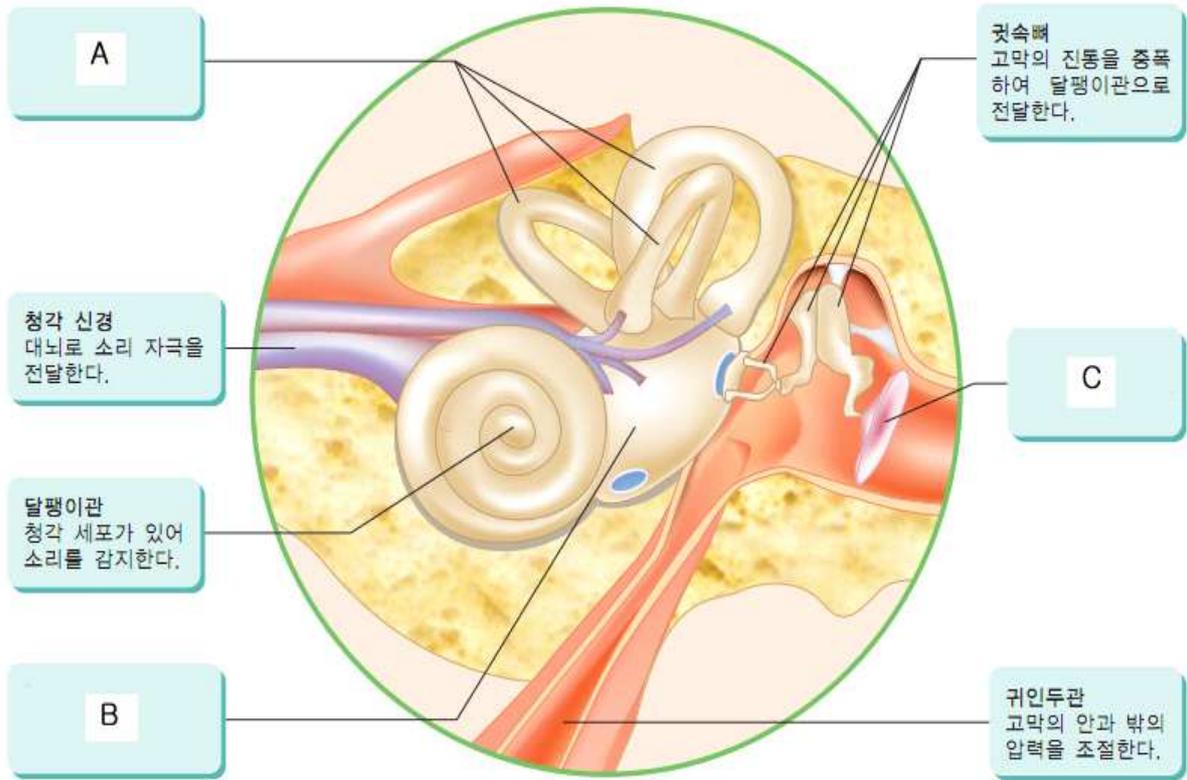
❽ 높은 산에 올라가거나 비행기가 이륙할 때 귀가 멍멍한 이유는 고막 안쪽과 바깥쪽 압력에 차이가 생기기 때문이다. <*O/X>

침을 삼켜 고막 안쪽과 바깥쪽 압력의 차이를 조절한다는 진술을 통해 확인할 수 있다.



절대필수 자료

-귀의 구조



↳ 교과서 본문 다시 보기

반고리관은 회전 자극을 받아들여 몸의 회전을 감지하고, 전정 기관은 중력 자극을 받아들여 몸의 기울어진 정도와 위치의 변화를 감지한다. -- 이 자극이 감각 신경을 통해 소뇌로 전달되면 우리는 몸의 회전 방향을 알 수 있다. -- 반고리관 아래에 있는 전정 기관은 몸이 기울어질 때 평형석은 감각 세포를 자극한다. 이 자극이 감각신경을 통해 소뇌로 전달되는 과정을 통해 우리는 몸의 기울어진 정도를 알게 된다. -- 이 음파가 고막을 진동시키고 진동 형태로 변하여 안으로 전달되기 때문에 우리는 소리를 들을 수 있다. -- 고막의 진동은 귓속뼈로 전달된다.

1. A, B, C가 무엇인지 써 보자.

- A: 반고리관
- B: 전정기관
- C: 고막

해: 반고리관, 전정기관의 역할이 중요하기도 하지만 지문의 논지를 바탕으로 자료를 잘 읽어내는 훈련을 위해 출제된 문제이다. 지문에 의하면 반고리관은 반원 모양의 고리 세 개로 이루어져 있으며, 전정기관은 반고리관 밑에 위치한 기관이다. 또 고막의 진동이 귓속뼈로 전달된다고 했으니 귓속뼈 옆에 붙은 C는 고막에 해당한다.

2. A, B, C의 역할을 각각 써 보자.

- A: 몸의 (회전 감각)을 담당한다.
- B: 몸의 기울기와 위치감각을 담당한다.
- C: 음파를 (진동)으로 변화시킨다.

3. '소리'의 전달이나 감지에 관여하는 기관만을 모두 고르면?

귓속뼈 달팽이관 청각신경 전정기관 반고리관

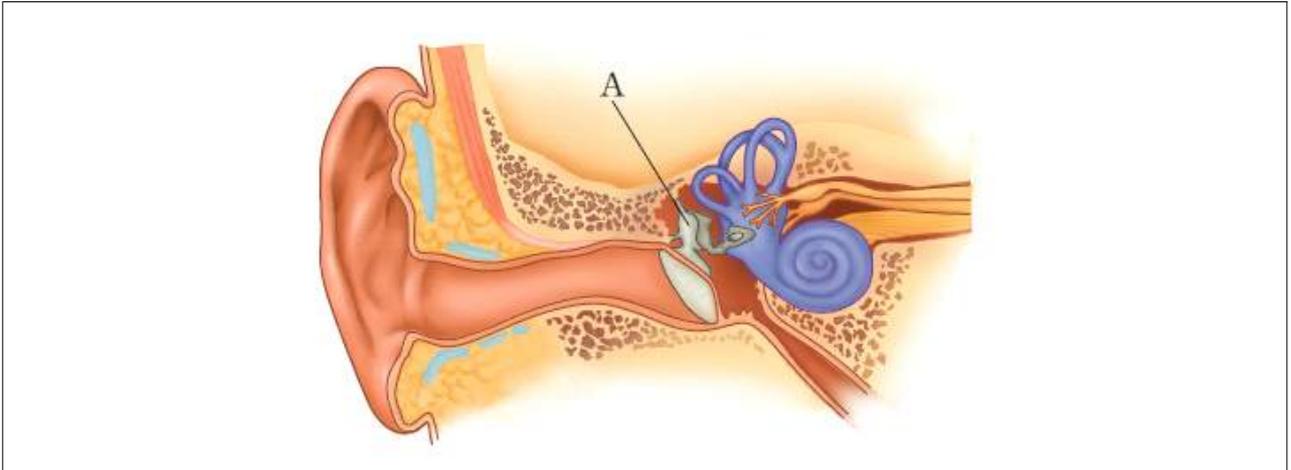
해: 몸의 평형을 감지하는 전정기관과 반고리관을 제외하고는 모두 소리의 전달이나 감지에 관여한다.



문제로 확인하기

(실전)

■ 영수는 신체에 이상한 증상을 느끼게 되어 병원을 찾아 검사를 받았다. 검사 결과 아래 그림에서 귀의 구조 중 A 부분에 이상이 생긴 것을 알 수 있었다. 검사 결과로 보아 영수가 느꼈던 증상으로 옳은 것은?



- ① 중심을 잡기 힘들다.
- ② 소리가 잘 들리지 않는다.
- ③ 고막이 쉽게 터질 수 있다.
- ④ 작은 소리에 더 민감해진다.
- ⑤ 평소보다 어지러움을 많이 느낀다.

답: ②

해: 그림에서 가리키는 A 부분은 귓속뼈이다. 귓속뼈는 고막의 진동을 증폭시킨 후 달팽이관으로 전달한다. 따라서 귓속뼈에 이상이 생기면 소리가 잘 들리지 않는 청각 장애가 생길 수 있다.

오: ① ⑤ 중심을 잡기 힘들거나 어지러움(균형을 못 잡고 땅이 흔들리는 등~)을 느끼는 것은 몸의 평형감각에 문제가 생긴 경우로 볼 수 있다. 따라서 이는 전정기관과 관련된 증세이다. ③ 귓속뼈는 고막의 진동을 증폭시키는 역할을 할 뿐이다. 고막을 보호하는 역할을 하는 것은 아니다.

↳ 교과서 본문 다시 보기

고막은 두께가 0.1 mm 정도의 얇은 막이며, 탄력이 뛰어나서 공기의 미세한 진동까지 감지할 수 있다. 고막의 진동은 귓속뼈로 전달된다. 고막과 연결되어 있는 귓속뼈는 오디오의 *증폭기와 같아서 작은 세 개의 뼈를 차례대로 지나면서 진동이 더욱 증폭되어 달팽이관으로 전달된다.



기출 확인하기(1)

평가원

중세부터 르네상스 시대에 이르기까지 생리학 분야의 절대적 권위는 2세기 경 그리스 의학을 집대성한 갈레노스에게 있었다. 갈레노스에 따르면, 정맥피는 간에서 생성되어 정맥을 타고 온몸으로 영양분을 전달하면서 소모된다. 정맥피 중 일부는 심실 벽인 격막의 구멍을 통과하여 우심실에서 좌심실로 이동한 후, 거기에서 공기의 통로인 폐정맥을 통해 폐에서 유입된 공기와 만나 동맥피가 된다. 그 다음에 동맥피는 동맥을 타고 온몸으로 퍼져 생기를 전해 주면서 소모된다. 이 이론은 피의 전달 경로에 대한 근본적인 오류를 포함하고 있었으나, 갈레노스의 포괄적인 생리학 체계의 일부로서 권위 있게 받아들여졌다. 중세를 거치면서 인체 해부가 가능했지만, 그러한 오류들은 고대의 권위를 추종하는 학문 풍토 때문에 시정되지 않았다.

16세기에 이르러 베살리우스는 해부를 통해 격막에 구멍이 없으며, 폐정맥이 공기가 아닌 피의 통로라는 사실을 발견했다. 그 후 심장에서 나간 피가 폐를 통과한 후 다시 심장으로 돌아오는 폐순환이 발견되자 갈레노스의 피의 소모 이론은 도전에 직면했다. 그러나 당시의 의학자들은 갈레노스의 이론에 얽매어 있었으므로 격막 구멍이 없다는 사실로 인해 생긴 문제, 즉 우심실에서 좌심실로 피가 옮겨 갈 수 없는 문제를 폐순환으로 설명할 수 있다고 생각하였다.

이러한 판도를 바꾼 사람은 하비였다. 그는 생리학에 근대적인 정량적 방법을 도입했다. 그는 심장의 용적을 측정하여 심장이 밀어내는 피의 양을 추정했다. 그 결과, 심장에서 나가는 동맥피의 양은 섭취되는 음식물의 양보다 훨씬 많았다. 먹은 음식물보다 더 많은 양의 피가 만들어질 수 없으므로 하비는 피가 순환되어야 한다고 생각했다. 그는 이 가설을 검증하기 위해 실험을 했다. 하비는 끈으로 자신의 팔을 묶어 동맥과 정맥을 함께 압박하였다. 피의 흐름이 멈추자 피가 통하지 않는 손은 차가워졌다. 동맥을 차단했던 끈을 약간 늦추어 동맥피만 흐르게 해 주자 손은 이내 생기를 회복했고, 잠시 후 여전히 끈에 압박되어 있던 정맥의 말단 쪽 혈관이 부풀어 올랐다. 끈을 마저 풀어 주자 부풀어 올랐던 정맥은 이내 가라앉았다. 이로써 동맥으로 나갔던 피가 손을 돌아 정맥으로 돌아온다는 것이 확실해졌다.

이 실험을 근거로 하비는 1628년에 '좌심실 → 대동맥 → 각 기관 → 대정맥 → 우심방 → 우심실 → 폐동맥 → 폐 → 폐정맥 → 좌심방 → 좌심실'로 이어지는 피의 순환 경로를 제시했다. 반대자들은 해부를 통해 동맥과 정맥의 말단을 연결하는 통로를 찾을 수 없음을 지적하였다. 얼마 후, 말피기가 새로 발명된 현미경으로 모세혈관을 발견하면서 피의 순환 이론은 널리 받아들여졌다. 그리고 폐와 그 밖의 기관들을 피가 따로 순환해야 하는 이유를 포함하여 다양한 인체 기능을 설명하는 새로운 생리학의 구축이 시작되었다.

답: ④

해: <보기>에서는 기존 패러다임이 어떻게 위기를 맞고 어떻게 붕괴되며, 그 자리에 어떤 과정을 거쳐 새로운 패러다임이 세워지게 되는지를 자세히 설명하고 있다. 이는 곧 정상과학이 새로운 이론에 밀려 위기를 겪다가 결국에는 새로운 이론에게 자리를 내주게 되는 '과학 혁명'의 경우를 소개하고 있는 것이다. <보기>에 제시된 과학혁명 성립의 과정을 이해한 후, 여기에 본문의 내용들을 적용시켜 보는 문제 유형인 셈이다. 그러나 베살리우스의 '폐순환의 발견'은 갈레노스 추종자들에게도 입증된 이론으로, 본문에 의하면 이는 궁극적으로 갈레노스의 추종자들의 의견을 보완해주는 역할을 한 셈이 된다. 그래서 갈레노스의 이론을 '무효화'하지 못한 것이지 경험적으로 충분히 입증되지 못했기 때문이라고 말할 수는 없다.

오: ① 갈레노스의 이론은 기존의 이론이므로 이는 기존 패러다임이라고 할 수 있다. ② 갈레노스의 생리학은 그 당시로서는 확신되고 있었던 이론들이었기 때문에 정상과학이다. ③ 폐정맥이 공기의 통로가 아니라 혈액의 통로라고 밝혀진 것은 이전의 갈레노스 이론과 맞지 않는 부분이므로 '변칙 사례'라고 할 수 있다. ⑤ 하비의 순환 이론은 갈레노스의 이론을 밀어내고 수립된 새로운 이론이므로 '과학 혁명'이라고 할 수 있다.



기출 확인하기(3)

평가원

사람의 눈이 원래 하나였다면 세계를 입체적으로 지각할 수 있었을까? 입체 지각은 대상까지의 거리를 인식하여 세계를 3차원으로 파악하는 과정을 말한다. 입체 지각은 눈으로 들어 오는 시각 정보로부터 다양한 단서를 얻어 이루어지는데 이를 양안 단서와 단안 단서로 구분할 수 있다. 양안 단서는 양쪽 눈이 함께 작용하여 얻어지는 것으로, 양쪽 눈에서 보내오는, 시차(視差)*가 있는 유사한 상이 대표적이다. 단안 단서는 한쪽 눈으로 얻을 수 있는 것인데, 사람은 단안 단서만으로도 이전의 경험으로부터 추론에 의하여 세계를 3차원으로 인식할 수 있다. 망막에 맺히는 상은 2차원이지만 그 상들 사이의 깊이의 차이를 인식하게 해 주는 다양한 실마리들을 통해 입체 지각이 이루어진다.

동일한 물체가 크기가 다르게 시야에 들어오면 우리는 더 큰 시각(視角)*을 가진 쪽이 더 가까이 있다고 인식한다. 이렇게 물체의 상대적 크기는 대표적인 단안 단서이다. 또 다른 단안 단서로는 '직선 원근'이 있다. 우리는 앞으로 뻗은 길이나 레일이 만들어 내는 평행선의 폭이 좁은 쪽이 넓은 쪽보다 멀리 있다고 인식한다. 또 하나의 단안 단서인 '결 기울기'는 같은 대상이 집단적으로 어떤 면에 분포할 때, 시야에 동시에 나타나는 대상들의 연속적인 크기 변화로 얻어진다. 예를 들면 들판에 만발한 꽃을 보면 앞쪽은 꽃이 크고 뒤로 가면서 서서히 꽃이 작아지는 것으로 보이는데 이러한 시각적 단서가 쉽게 원근감을 일으킨다.

어떤 경우에는 운동으로부터 단안 단서를 얻을 수 있다. '운동 시차'는 관찰자가 운동할 때 정지한 물체들이 얼마나 빠르게 움직이는 것처럼 보이는지가 물체들까지의 상대적 거리에 대한 실마리를 제공하는 것이다. 예를 들어 기차를 타고 가다 창밖을 보면 가까이에 있는 나무는 빨리 지나가고 멀리 있는 산은 거의 정지해 있는 것처럼 보인다.

동물들도 단안 단서를 활용하여 입체 지각을 할 수 있다. 특히 머리의 좌우 측면에 눈이 있는 동물들은 양쪽 눈의 시야가 겹치는 부분이 거의 없어 양안 단서를 활용하지 못한다. 이런 경우에 단안 단서는 입체 지각에서 결정적인 역할을 하게 된다. 가령 어떤 새들은 머리를 좌우로 움직였을 때 정지된 물체가 움직여 보이는 정도에 따라 물체까지의 거리를 파악한다.

* 시차 : 하나의 물체를 서로 다른 두 지점에서 보았을 때 방향의 차이.

* 시각 : 물체의 양쪽 끝으로부터 눈에 이르는 두 직선이 이루는 각.

1. 밑글로 미루어 알 수 있는 내용이 아닌 것은?

- ① 두 눈을 가진 동물 중에 단안 단서로만 입체 지각을 하는 동물이 있다.
- ② 사람이 원래 눈이 하나이더라도 경험을 통해 세계를 입체로 지각할 수 있다.
- ③ 사람의 경우에 양쪽 눈의 망막에 맺히는 상은 비슷해 보이지만 차이가 있다.
- ④ 직선 원근을 이용해 입체 지각을 하려면 두 눈에서 보내오는 상을 조합해야 한다.
- ⑤ 새가 단안 단서를 얻으려고 머리를 움직이는 것은 달리는 기차에서 창밖을 보는 것과 유사한 효과를 낸다.

답: ④

해: 이 글의 2문단에 의하면, 직선 원근은 단안 단서의 하나이므로 '두 눈에서 보내오는 상을 조합해야 한다.'는 진술은 옳지 않다.

오: ① 4문단 '특히 머리의 좌우 측면에 눈이 있는 동물들은 양쪽 눈의 시야가 겹치는 부분이 거의 없어 양안 단서를 활용하지 못한다. 이런 경우에 단

안 단서는 입체 지각에서 결정적인 역할을 하게 된다.'에서 일부 동물들은 단안 단서로만 입체지각을 한다는 것을 알 수 있다. ㉔ 1문단 '단안 단서는 한쪽 눈으로 얻을 수 있는 것인데, 사람은 단안 단서만으로도 이전의 경험으로부터 추론에 의하여 세계를 3차원으로 인식할 수 있다.'고 하였으므로 '사람이 원래 눈이 하나더라도' 즉 단안 단서만을 활용할 수 있을 때에도 '경험을 통해' 입체로 세계를 지각할 수 있다고 볼 수 있다. ㉕ 1문단 '양쪽 눈에서 보내오는, 시차(視差)가 있는 유사한 상'이라는 구절을 통해 추론할 수 있다. ㉖ 4문단 '어떤 새들은 머리를 좌우로 움직였을 때 정지된 물체가 움직여 보이는 정도에 따라 물체까지의 거리를 파악한다.'와 3문단 '운동시차는 관찰자가 운동할 때, 정지한 물체들이 얼마나 빨리 움직이는 지가 물체까지의 상대적 거리에 대한 실마리를 제공하는 것이다.'를 연결지으면, 새가 머리를 움직이는 것은 결국 '운동시차'를 얻는 것과 유사한 효과를 얻기 위한 것으로 볼 수 있다.

2. 뒷글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절한 것은?

—<보 기>—

- (가) 다람쥐가 잠자는 여우를 발견하자 여우를 보면서 자신과 여우를 연결하는 선에 대하여 직각 방향으로 움직였다.
- (나) 축구공이 빠르게 작아지는 동영상을 보여 줄 때는 가만히 있던 강아지가 축구공이 빠르게 커지는 동영상을 보여주자 놀라서 도망갔다.

- ① (가)에서 다람쥐가 한 행동이 입체 지각을 얻기 위한 것이라면 다람쥐는 운동 시차를 이용한 것이라 할 수 있겠군.
- ② (가)에서 다람쥐가 머리의 좌우 측면에 눈이 있는 동물이라면 양안 단서를 얻기 위해 행동한 것이라고 볼 수 있겠군.
- ③ (가)에서 다람쥐로부터 여우가 멀리 있을수록 다람쥐에게는 여우가 빠르게 이동하는 것처럼 보이겠군.
- ④ (나)는 결 기울기가 강아지에게 입체 지각을 일으킬 수 있음을 보여 주는 사례이군.
- ⑤ (나)에서 강아지의 한쪽 눈을 가렸다면 강아지는 놀라는 행동을 보이지 않았겠군.

답: ①

해: (가)에서 다람쥐의 행동은 관찰자인 다람쥐가 운동할 때, 정지해 있는 여우와의 거리를 확인하기 위한 행동으로 판단할 수 있다. 즉 운동시차를 이용하여 여우와의 거리를 파악한 행위이다. 정답 ①

오: ㉔ '특히 머리의 좌우 측면에 눈이 있는 동물들은 양쪽 눈의 시야가 겹치는 부분이 거의 없어 양안 단서를 활용하지 못한다. 이런 경우에 단안 단서는 입체지각에서 결정적인 역할을 하게 된다.'고 했으므로 (가)에서 다람쥐의 행동은 양안 단서를 활용할 수 없기 때문에 단안 단서를 활용한 것으로 보아야 한다. ㉕ 3문단 1행을 보면, '운동 시차는 관찰자가 운동할 때 정지한 물체들이 얼마나 빠르게 움직이는 것처럼 보이는지가 물체들까지의 상대적 거리에 대한 실마리를 제공하는 것이다. 예를 들어 기차를 타고 가다 창밖을 보면 가까이 있는 나무는 빨리 지나가고 멀리 있는 산은 거의 정지해 있는 것처럼 보인다.'를 통해 다람쥐에게서 여우가 멀리 있을 수 록 천천히 이동하는 것처럼 보인다는 것을 알 수 있다. ㉖ 2문단 6행에서 결 기울기는 '같은 대상이 집단적으로 어떤 면에 분포할 때,' 활용할 수 있는 단안 단서이므로 축구공의 크기 변화는 결 기울기로 볼 수 없다. ㉗ 2문단 2행에서 '시각의 차이' 활용은 단안 요인이므로 눈 한쪽을 가려도 여전히 축구공이 커지는 것을 축구공이 다가오는 것으로 느낄 수 있는 것으로 보아야 한다.



기출 확인하기(4)

평가원

이어폰으로 스테레오 음악을 들으면 두 귀에 약간 차이가 나는 소리가 들어와서 자기 앞에 공연장이 펼쳐진 것 같은 공간감을 느낄 수 있다. 이러한 효과는 어떤 원리가 적용되어 나타난 것일까?

사람의 귀는 주파수 분포를 감지하여 음원의 종류를 알아 내지만, 음원의 위치를 알아낼 수 있는 직접적인 정보는 감지하지 못한다. 하지만 사람의 청각 체계는 두 귀 사이 그리고 각 귀와 머리 측면 사이의 상호 작용에 의한 단서들을 이용하여 음원의 위치를 알아낼 수 있다. 음원의 위치는 소리가 오는 수평·수직 방향과 음원까지의 거리를 이용하여 지각하는데, 그 정확도는 음원의 위치와 종류에 따라 다르며 개인차도 크다. 음원까지의 거리는 목소리 같은 익숙한 소리의 크기와 거리의 상관관계를 이용하여 추정한다.

음원이 청자의 정면 정중앙에 있다면 음원에서 두 귀까지의 거리가 같으므로 소리가 두 귀에 도착하는 시간 차이는 없다. 반면 음원이 청자의 오른쪽으로 치우치면 소리는 오른쪽 귀에 먼저 도착하므로, 두 귀 사이에 도착하는 시간 차이가 생긴다. 이때 치우친 정도가 클수록 시간 차이도 커진다. 도착순서와 시간 차이는 음원의 수평 방향을 알아내는 중요한 단서가 된다.

음원이 청자의 오른쪽 귀 높이에 있다면 머리 때문에 왼쪽 귀에는 소리가 작게 들린다. 이러한 현상을 ‘소리 그늘’이라고 하는데, 주로 고주파 대역에서 일어난다. 고주파의 경우 소리가 진행하다가 머리에 막혀 왼쪽 귀에 잘 도달하지 않는 데 비해, 저주파의 경우 머리를 넘어 왼쪽 귀까지 잘 도달하기 때문이다. 소리 그늘 효과는 주파수가 1,000 Hz 이상인 고음에서는 잘 나타나지만, 그 이하의 저음에서는 거의 나타나지 않는다. 이 현상은 고주파 음원의 수평 방향을 알아내는 데 특히 중요한 단서가 된다.

한편, 소리는 귓구멍에 도달하기 전에 머리 측면과 귓바퀴의 굴곡의 상호 작용에 의해 여러 방향으로 반사되고, 반사된 소리들은 서로 간섭을 일으킨다. 같은 소리라도 소리가 귀에 도달하는 방향에 따라 상호 작용의 효과가 달라지는데, 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향의 차이도 영향을 준다. 이러한 상호 작용에 의해 주파수 분포의 변형이 생기는데, 이는 간섭에 의해 어떤 주파수의 소리는 작아지고 어떤 주파수의 소리는 커지기 때문이다. 이 또한 음원의 방향을 알아낼 수 있는 중요한 단서가 된다.

1. 위 글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 사람의 귀는 소리의 주파수 분포를 감지하는 감각 기관이다.
- ② 청각 체계는 여러 단서를 이용해서 음원의 위치를 지각한다.
- ③ 위치 감지의 정확도는 소리가 오는 방향에 관계없이 일정하다.
- ④ 소리 그늘 현상은 머리가 장애물로 작용하기 때문에 일어난다.
- ⑤ 반사된 소리의 간섭은 소리의 주파수 분포에 변화를 일으킨다.

답: ③

해: 2문단에서 위치 감지의 정확도는 음원의 위치와 종류에 따라 다르며 개인차도 크다고 하였다. 따라서 위치 감지의 정확도가 소리가 오는 방향에 관계없이 일정하다는 ③의 내용은 이 글의 내용과 일치하지 않는다.

오: 2문단에서 사람의 귀는 주파수 분포를 감지하여 음원의 종류를 알아낸다고 하였다. ② 2문단에서 음원의 위치는 소리가 오는 방향과 음원까지의 거리를 이용하여 지각한다고 하였으며, 3~5문단에서 도착 순서와 시간 차이, ‘소리 그늘’ 현상, 머리 측면과 귓바퀴의 굴곡의 상호작용은 음원의 방향을 알아 내는 데 중요한 단서가 된다고 하였다. ④ 4문단에서 ‘소리 그늘’ 현상은 음원이 청자의 오른쪽 귀 높이에 있을 때 머리 때문에 왼쪽 귀에는 소리가 작게 들리는 현상이라고 하였다. ⑤ 마지막 문단에서 머리 측면과 귓바퀴의 굴곡은 상호 작용에 의해 간섭을 일으키는데, 이러한 상호 작용에 의해 주파수 분포의 변형이 생긴다고 하였다.

2. 사람의 청각 체계에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 두 귀에 소리가 도달하는 순서와 시간 차이를 감지했다면 생소한 소리라도 음원까지의 거리를 알아낼 수 있다.
- ② 이어폰을 통해 두 귀에 크기와 주파수 분포가 같은 소리를 동시에 들려주면 수평 방향의 공간감이 느껴진다.
- ③ 소리가 울리는 실내라면 소리가 귀까지 도달하는 시간이 다양해져서 음원의 방향을 더 잘 찾아낼 수 있다.
- ④ 귓바퀴의 굴곡을 없애도록 만드는 보형물을 두 귀에 붙이면 음원의 수평 방향을 지각할 수 없다.
- ⑤ 소리의 주파수에 따라 음원의 수평 방향 지각에서 소리 그늘을 활용하는 정도가 달라진다.

답: ⑤

해: 4문단에서 ‘소리 그늘’ 현상은 주로 고주파 대역에서 일어나며 고주파는 소리가 진행하다가 머리에 막혀 왼쪽 귀에 잘 도달하지 않는 데 비해, 저주파는 머리를 넘어 왼쪽 귀까지 잘 도달한다고 하였다. 따라서 소리의 주파수에 따라 소리 그늘을 활용하는 정도가 달라짐을 알 수 있다.

오: ① 음원까지의 거리는 목소리 같은 익숙한 소리의 크기와 거리의 상관관계를 이용하여 추정한다. ② 이어폰을 통해 두 귀에 약간 차이가 나는 소리를 들려주어야 공간감을 느낄 수 있다. ③ 소리의 울림과 음원 위치 감지가 어떠한 상관관계를 지니는지는 이 글에 나타나 있지 않다. ④ 머리 측면과 귓바퀴의 굴곡의 상호 작용이 음원의 방향을 알아낼 수 있는 단서가 되지만, 귓바퀴의 굴곡을 없앤다고 해서 음원의 수평 방향을 지각할 수 없는 것은 아니다.

3. <보기>에서 ㉠~㉥의 합성에 적용된 원리를 분석한 내용으로 옳지 않은 것은?

< 보 기 >

은영이는 이어폰을 이용한 소리 방향 지각 실험에 참여하였다. 이 실험에서는 컴퓨터가 각각 하나의 원리만을 이용하여 합성한 소리를 들려준다. 은영이는 ㉠멀어져 가는 자동차 소리, ㉡머리 위에서 나는 종소리, ㉢발 바로 아래에서 나는 마루 삐걱거리는 소리, ㉣오른쪽에서 나는 저음의 북소리, ㉤왼쪽에서 나는 고음의 유리잔 깨지는 소리로 들리도록 합성한 소리를 차례로 들었다.

- ① ㉠은 소리의 크기가 시간에 따라 점점 작아지도록 했겠군.
- ② ㉡는 귓바퀴와 머리 측면의 상호 작용이 일어난 소리가 두 귀에 들리도록 했겠군.
- ③ ㉢는 같은 소리가 두 귀에서 시간 차이를 두고 들리도록 했겠군.
- ④ ㉣는 특정 주파수 분포를 가진 소리가 오른쪽 귀에 먼저 들리도록 했겠군.
- ⑤ ㉤는 오른쪽 귀에 소리 그늘 효과가 생긴 소리가 들리도록 했겠군.

답: ③

해: ㉢는 발 바로 아래에서 나는 소리이므로, 왼쪽이나 오른쪽 어느 한쪽으로 치우친 소리가 아니다. 즉, 음원에서 두 귀까지의 거리가 같으므로 소리가 두 귀에 도착하는 시간 차이가 없다. 따라서 같은 소리가 두 귀에서 시간 차이를 두고 들리도록 한다는 ③은 ㉢의 합성에 적용된 원리로 적절하지 않다.

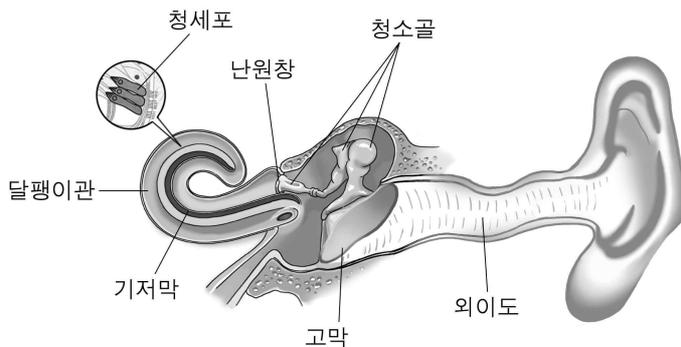


기출 확인하기(5)

평가원

일반적인 청력 검사는 검사 받는 사람의 협조가 없으면 시행하기 힘들다. 이러한 문제에 대한 해결책의 하나로 ‘귀의 소리(otoacoustic emissions)’를 활용하는 기술이 있다. 이 기술은 1978년 데이비드 캠프에 의해 귀에서 소리를 방출한다는 놀라운 사실이 발견되면서 발달하였다. 특정 소리에 귀를 기울인다는 의식적인 행동은 생리학적으로 내이(內耳)의 달팽이관 안에 있는 청세포의 역할로 설명할 수 있다. 포유동물의 청세포는 외부의 소리를 감지하는 역할을 하면서, 수축과 이완을 통해 특정 음파의 소리에 대한 민감도를 증가시키기도 한다. 이 과정에서 ‘귀의 소리’가 발생하는데 ㉠이는 청세포가 능동적으로 내는 소리이다. 과거에는 ‘귀의 소리’를 외부 소리에 대한 ‘달팽이관의 메아리’로 여겼다. 하지만 주어진 외부 자극 소리로 발생하는 메아리보다 음압이 더 큰 경우가 있기 때문에, ‘귀의 소리’를 단순한 메아리로 설명하기는 어렵다. 오른쪽 귀에만 외부 소리 자극을 가했는데 왼쪽 귀에서도 ‘귀의 소리’가 발생한다는 점 역시 마찬가지이다.

이러한 ‘귀의 소리’는 청세포에서 발생하여 기저막을 따라 난원창으로, 다시 청소골을 통해 고막과 외이도로 전달된다. 이 소리는 두 종류의 외부 소리를 이용하여 청세포를 자극한 후 특정한 주파수 대역에서 측정할 수 있다. 소리 자극으로는 여러 주파수가 섞인 복합음이나 두 주파수(f_1 과 f_2 , $f_1 < f_2$)만으로 이루어진 조합음을 이용한다. 전자에서 발생하는 ‘귀의 소리’는 4 kHz 이하의 주파수 대역에서 측정되는데, 그 소리는 개인마다 차이를 보이지만 개인별로는 일정한 패턴을 유지한다. 후자에서 발생하는 ‘귀의 소리’는 수학적으로 계산되는 여러 주파수 대역에서 측정되며, 특정 주파수 대역($f_x = 2f_1 - f_2$, $x =$ 최대 ‘귀의 소리’)에서 가장 크다.



청세포는 작업장의 소음과 같은 특정 주파수나 약물 등에 반복 노출되면 손상될 수 있다. 청세포가 손상되기 시작하면, 청력 손실이 일어나고 ‘귀의 소리’도 감소한다. 청세포 손상이 진행되어 30 dB 이상의 청력 손실이 발생한 경우 ‘귀의 소리’도 사라진다.

‘귀의 소리’는 조용한 환경에서 마이크를 외이도에 장착하여 측정한다. ㉡‘귀의 소리’ 측정 기술을 활용하면 검사 받는 사람의 협조 없이도 청력을 객관적으로 측정할 수 있다. 이 기술은 몇몇 국가에서 신생아의 청력 이상을 조기에 발견하기 위한 선별 검사에 이용되고 있다.

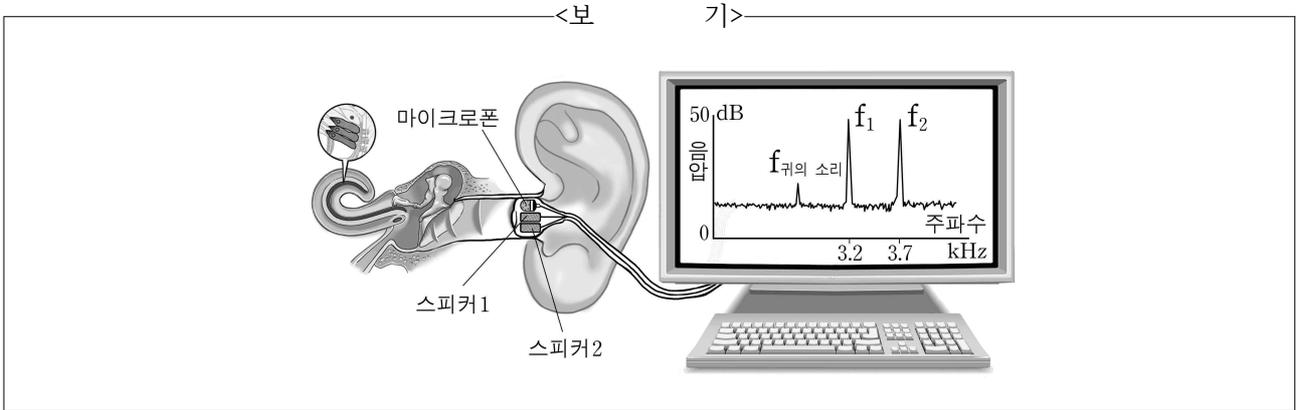
1. ㉠과 같이 말할 수 있는 근거로 적절한 것은?

- ① 외부에서 소리 자극을 가했을 때 귀에서 소리가 측정된다.
- ② 한쪽 귀에 외부 소리 자극을 가했을 때 반대쪽 귀에서도 '귀의 소리'가 발생한다.
- ③ '귀의 소리'는 청세포에서 기저막을 따라 난원창으로, 다시 청소골을 통해 고막과 외이도로 전달된다.
- ④ '귀의 소리'는 다양한 주파수 대역에서 측정된다.
- ⑤ '귀의 소리'는 개인마다 차이를 보이지만, 개인별로는 일정한 패턴을 유지한다.

답: ②

해: 제시된 글의 2문단을 보면, ㉠을 언급한 이후 그 근거로 두 가지를 들고 있다. 첫 번째는 '주어진 외부 자극 소리로 발생하는 메아리보다 귀의 소리의 음압이 더 큰 경우가 있기 때문에 '귀의 소리'를 단순한 메아리로 설명하기는 어렵다는 것'이고, 두 번째는 '오른쪽 귀에만 외부 소리 자극을 가했는데, 왼쪽 귀에서도 '귀의 소리'가 발생'했다는 것이다. 이 내용들을 종합해 보면, '귀의 소리'는 외부 소리 자극에 대한 단순 메아리가 아니라 청세포가 자발적으로 내는 소리라는 것이다.

2. <보기>는 두 주파수의 조합음을 이용하여 '귀의 소리'를 측정하는 장치를 그린 그림이다. 위 글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① '귀의 소리'는 f1, f2 자극 소리보다 빨리 감지될 것이다.
- ② 외이도가 막혔을 경우 '귀의 소리' 측정이 어려울 수 있다.
- ③ 마이크로폰을 통해서 감지되는 소리는 자극 소리, 메아리 소리, '귀의 소리'이다.
- ④ f1이 3.2 kHz, f2가 3.7 kHz일 때 발생하는 '귀의 소리'의 음압은 2.7 kHz에서 가장 크다.
- ⑤ 스피커를 통하여 두 주파수의 소리 자극을 가하고, 마이크로폰을 통하여 감지되는 소리를 측정한다.

답: ①

해: 제시된 글의 셋째 문단에서 외부의 소리 자극에 따라 청세포가 반응하여 '귀의 소리'가 발생함을 알 수 있다. 따라서, '귀의 소리'는 f1, f2, 자극 소리보다 늦게 감지된다. 따라서 ①은 적절하지 않은 내용이다.
 오: ② 5문단에서 '귀의 소리'는 조용한 환경에서 마이크로폰을 '외이도'에 장착하여 측정한다고 하였고 '귀의 소리'가 내이(內耳)의 청세포에서 만들어진다는 점 등을 고려해 보면, 외이도가 막혔을 경우 '귀의 소리'의 측정이 어려울 수 있다는 설명은 적절하다. ③ 2문단을 보면, 외부 자극에 의해 발생하는 소리는 '귀의 소리'와 '달팽이관의 메아리'가 있다. 결국 외이도에 장착된 마이크로폰을 통해 감지되는 소리는 외부 자극 소리, 메아리 소리, '귀의 소리'라고 할 수 있다. ④ 이 글을 통해 볼 때, '귀의 소리'가 클수록 음압이 높고, '귀의 소리'가 가장 클 때의 주파수를 구하는 공식은 $f_x = 2f_1 - f_2$, $x = \text{최대 귀의 소리}$ 이다. 이 공식에 제시된 주파수를 대입해 보면, $f_x = (2 \times 3.2) - 3.7$ 로, x 값이 2.7일 때 '귀의 소리'의 음압이 가장 크다는 것을 알 수 있다. ⑤ <보기>에서 '귀의 소리'를 측정하는 순서는, 먼저 외이도에 장착한 스피커1, 2를 통해 소리 자극이 주어지고, 이 소리 자극에 의해 감지되는 소리를 마이크로폰을 통해 측정하는 것이다.

3. ㉠을 활용할 수 있는 사례로 보기 어려운 것은?

- ① 쥐를 이용한 실험에서 청력 측정을 할 경우
- ② 일부러 안 들리는 척하는 사람을 찾아내려 할 경우
- ③ 청력 측정을 통해 개인을 식별하는 기계를 만들 경우
- ④ 소음성 난청이 있는 사람의 청세포 손상 여부를 판단할 경우
- ⑤ 청세포가 파괴되어 인공 달팽이관 이식을 받은 사람의 청력을 평가할 경우

답: ⑤

해: 2문단의 내용을 보면, 사람은 청세포가 있어야 '귀의 소리'를 발생시킬 수 있다. 따라서 ⑤와 같이 청세포가 파괴된 사람에게는 ㉠의 '귀의 소리 측정 기술'을 활용할 수 없다.

오: ① 쥐도 포유동물로서 청세포를 지니고 있으므로 '귀의 소리' 측정 기술을 활용할 수 있다. ②, ④ '귀의 소리 측정 기술'은 검사 받는 사람의 협조가 없이도 청력을 측정할 수 있는 기술이다. 따라서 일부러 안 들리는 척하는 사람, 소음성 난청이 있는 사람의 청력을 객관적으로 측정해 낼 수 있다. ③ 셋째 문단을 보면, '귀의 소리'는 개인마다 차이를 보이지만 개인별로는 일정한 패턴을 유지한다고 하였으므로 이를 통해 개인을 식별해 낼 수 있다.