

[34~36] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

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.

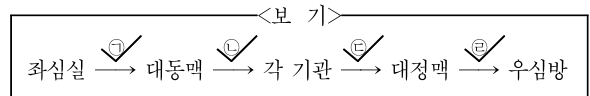
이러한 판도를 바꾼 사람은 하비였다. 그는 생리학에 근대적인 정량적 방법을 도입했다. 그는 심장의 용적을 측정하여 심장이 밀어내는 피의 양을 추정했다. 그 결과, 심장에서 나가는 동맥피의 양은 섭취되는 음식물의 양보다 훨씬 많았다. 먹은 음식물보다 더 많은 양의 피가 만들어질 수 없으므로 하비는 피가 순환되어야 한다고 생각했다. 그는 이 가설을 검증하기 위해 실험을 했다. 하비는 끈으로 자신의 팔을 묶어 동맥과 정맥을 함께 압박하였다. 피의 흐름이 멈추자 피가 통하지 않는 손은 차가워졌다. 동맥을 차단했던 끈을 약간 늦추어 동맥피만 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 이론**은 널리 받아들여졌다. 그리고 폐와 그 밖의 기관들을 피가 따로 순환해야 하는 이유를 포함하여 다양한 인체 기능을 설명하는 새로운 생리학의 구축이 시작되었다.

34. 위 글로 보아 '피의 순환 이론'의 성립이나 수용에 기여하지 않은 것은?

- ① 새로운 생리학의 구축 ② 과학적 발견들과의 부합
- ③ 정량적 사고방식의 채택 ④ 새로운 관찰 도구의 도입
- ⑤ 실험적 방법의 적극적 활용

35. <보기>는 '하비'가 제시한 피의 순환 경로의 일부이다. '하비'가 끈 실험에서 차단했던 위치를 바르게 지적한 것은? [1점]



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

36. <보기>의 관점에 따라 위 글의 사례를 해석한다고 할 때, 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

성공적인 과학 이론은 '패러다임'이 되어 후속하는 과학 활동에 지대한 영향을 미친다. 과학자들은 패러다임에서 연구의 방법, 연구 주제 등을 발견한다. 이러한 '정상 과학' 활동에서 때때로 기존의 패러다임과 조화를 이룰 수 없는 과학적 발견인 '변칙 사례'들이 나타나기도 한다. 이러한 변칙 사례들이 패러다임을 당장에 '무효화'하지는 않는다. 하지만 변칙 사례가 누적되면서 위기가 도래한다. 이때 새로운 과학 이론이 등장하여 기존의 패러다임과 경쟁을 벌인다. 그러다가 어떤 이유로 새로운 이론이 과학자들에게 받아들여지면서 새로운 패러다임이 되는데, 이것이 '과학 혁명'이다.

- ① 갈레노스의 이론은 오랫동안 널리 받아들여진 이론이므로 '패러다임'이었겠군.
- ② 갈레노스에 대한 강력한 추종이 있었던 중세의 생리학은 '정상 과학'이었겠군.
- ③ 폐정맥에서 피가 발견된 것은 갈레노스의 이론과 합치되지 않으므로 '변칙 사례'에 속하겠군.
- ④ 폐순환의 발견은 경험적으로 충분히 입증되지 못하였기 때문에 갈레노스의 이론을 '무효화'하지 못하겠군.
- ⑤ 하비의 순환 이론이 갈레노스의 이론을 대신하여 수용된 것이 '과학 혁명'이었겠군.

◆ 08년 3월 고3 32~35번

【32 - 35】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 모든 동물에게 공통되는 생명의 특징은 무엇일까? 대표적으로 숨을 쉰다는 사실을 들 수 있다. 숨 쉬기는 동물의 각 기관이 제 기능을 발휘하는 데 없어서는 안 되는 활동이다. 숨을 쉬지 못하면 산소가 세포로 전달되지 못해 세포가 활동하는 데 필요한 에너지를 생산할 수 없게 된다. 이렇게 되면 생명체는 더 이상 생명을 유지할 수 없다. 이처럼 생명 활동에 중요한 호흡은 과학적 개념으로 볼 때 산소를 들이마시고 이산화탄소를 내보내는 것을 의미한다.

(나) 호흡을 통해 폐로 들어온 산소는 폐포에서 적혈구 속의 헤모글로빈과 결합되어 신체의 각 조직세포로 운반된 후 분리된다. 헤모글로빈은 산소를 각 조직세포로 실어 나르는 수송차이다. 헤모글로빈은 철을 포함하고 있는 단백질로 붉은색을 띤다. 헤모글로빈 1분자는 최대로 산소 4분자까지 결합한다. 이처럼 헤모글로빈과 산소가 결합하는 것을 포화반응이라고 하며, 그 결합물을 산소헤모글로빈이라고 한다. 반면에 각 조직세포로 이동한 산소헤모글로빈에서 산소가 분리되는 것을 해리반응이라고 한다.

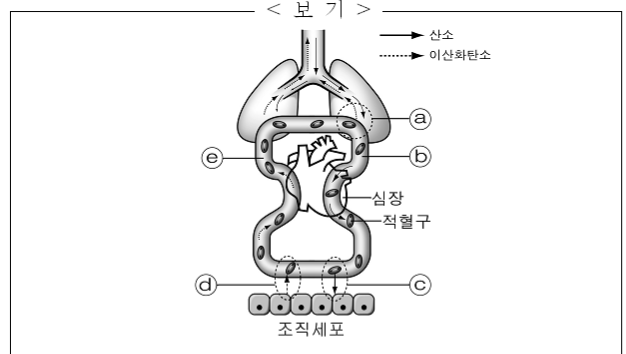
(다) ㉠포화반응은 산소가 많고 이산화탄소가 적은 환경에서 잘 일어난다. 또한 포화반응은 혈액의 pH(수소이온농도지수)가 높을수록 잘 일어난다. 혈액의 pH가 이산화탄소의 농도가 낮아질수록 높아지기 때문이다. 그래서 혈액의 이산화탄소 농도가 정상치보다 증가하게 되면 포화반응이 일어나는 비율도 줄어들게 된다. 간혹 숨을 헐떡이는 경험을 하게 되는데, 이는 체내의 이산화탄소를 체외로 배출해 포화반응 비율을 정상적인 수준으로 높이기 위한 것이다. 온도도 포화반응에 영향을 미친다. 온도가 낮을수록 포화반응이 잘 일어난다. 해리반응은 포화반응과 반대로, 산소가 적고 이산화탄소가 많으며 pH가 낮고 온도가 높을 때 잘 일어난다.

(라) 산소가 세포로 전달되면 그 안에서 발전소 역할을 하는 미토콘드리아가 산소를 이용하여 포도당과 같은 영양분을 분해해 세포 활동에 필요한 에너지를 생산한다. 이 과정에서 이산화탄소가 발생한다. 이렇게 발생한 이산화탄소는 먼저 혈액 내 적혈구로 들어가서 녹아 탄산이 되었다가 수소양이온과 탄산음이온으로 분리된다. 분리된 탄산음이온은 적혈구를 빠져 나와 혈장에 용해되어 폐로 운반된다. 폐에서는 탄산음이온이 다시 적혈구로 들어가 이산화탄소가 된다. 이는 탄산이 녹아 있는 사이타와 물에서 이산화탄소가 발생하는 것과 유사하다. 이와 같은 과정을 거친 이산화탄소는 폐에서 체외로 배출된다.

(마) 숨을 쉬지 못하면 체내로 산소가 유입되지 않고 체외로 이산화탄소가 배출되지 않게 된다. 그렇게 되면 체내에서는 혈액의 이산화탄소 농도가 높아져 이를 제거하고 산소를 공급받기 위한 호흡 충동이 나타나게 된다. 이는 호흡을 통해 체내의 산소와 이산화탄소 농도를 정상적인 수준으로 되돌리기 위한 것이다. 이러한 조절 기능은 생명을 유지하는 데 필수적이다. 이와 같은 사실은 산소를 ㉡들이마시고 이산화탄소를 내보내는 일이 생명 유지에 얼마나 중요한 것인지 말해 준다.

- ② (나) : 헤모글로빈의 역할을 제시한 후 그와 관련 있는 용어를 소개하고 있다.
- ③ (다) : 포화반응과 해리반응의 결과를 여러 측면에서 분석적으로 설명하고 있다.
- ④ (라) : 이산화탄소가 발생되어 배출되는 과정을 순차적으로 서술하고 있다.
- ⑤ (마) : 숨을 쉬지 못할 때 나타나는 현상을 들어 호흡의 중요성을 강조하고 있다.

32. <보기>는 호흡 과정을 나타낸 것이다. 위 글에 비추어 볼 때 ㉠~㉡에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?



- ① ㉠에서는 적혈구에 들어 있는 이산화탄소가 산소와 교환된다.
- ② ㉡의 적혈구에 있는 헤모글로빈 1분자에는 최대 산소 4분자가 결합되어 있다.
- ③ ㉢의 과정에서 적혈구로부터 산소가 분리되면 혈액의 pH가 높아지게 된다.
- ④ ㉣의 과정에서 이산화탄소가 적혈구로 들어가면 녹아서 탄산으로 변하게 된다.
- ⑤ ㉤에 들어 있는 혈장에는 탄산음이온이 용해되어 있다.

34. <보기>에 제시된 ㉠~㉡의 상황에서 ㉠이 일어나는 비율의 변화를 바르게 정리한 것은?

< 보 기 >
 ㉠. 물속으로 잠수해 들어가 한동안 숨을 참고 있을 때
 ㉡. 실내에 있다가 추운 실외로 나가 찬바람을 쐬며 차가운 공기를 들이마셨을 때
 ㉢. 숨이 가쁠 정도로 격한 운동을 했을 때

	㉠	㉡	㉢
①	증가	증가	감소
②	증가	감소	증가
③	감소	증가	증가
④	감소	감소	증가
⑤	감소	증가	감소

32. (가) ~ (마)에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① (가) : 문답 형식을 통해 화제를 제시하고 그 과학적 의미를 언급하고 있다.

35. ㉡의 의미로 사용되는 것은?

- ① 흡입(吸入) ② 흡수(吸水) ③ 흡착(吸着)
- ④ 투입(投入) ⑤ 주입(注入)

◆ 18년 9월 고1 30~32번

[30~32] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리 몸 안에서 가장 큰 장기는 간으로, 커다란 크기만큼 하는 일이 많아서 '인체의 화학 공장'이라고 한다. 우선 우리가 음식을 섭취하게 되면 위나 장에서 영양소를 흡수하게 되는데, 여기서 흡수된 여러 영양소는 대부분 혈액을 통해 간으로 이동한다. 간은 그 영양소들을 몸에서 요구하는 다른 영양소로 만들거나, 우리 몸을 위해 저장하기도 한다. 이런 것들이 가능한 이유는 간의 구조와 혈액의 공급 방식 때문이다.

간은 육각형 기둥 모양의 **간소엽**이라는 작은 공장들로 이루어져 있고 그 내부는 간의 주요 기능을 수행하는 간세포로 채워져 있다. 간소엽의 중심부에는 중심 정맥이 놓여 있어 간을 거친 혈액을 간정맥으로 보내 심장으로 흐르게 한다. 그리고 육각형 기둥의 각 모서리에는 간문맥, 간동맥, 담관이 지나가고 있는데, 간문맥과 간동맥은 혈액이 다른 장기에서 간으로 유입되는 관이고, 담관은 담즙이 간에서 배출되는 관이다.

인체의 거의 모든 장기의 혈액 순환은 혈액이 동맥으로 들어와 모세혈관을 거치면서 산소와 영양소의 교환이 이루어진 다음에 정맥을 통해 나가는 방식이다. 그러나 간의 혈액 순환은 예외적으로 혈액이 간동맥과 간문맥이라는 2개의 혈관을 통해서 들어와 미세혈관을 지나 중심 정맥으로 흘러 나간다. 이 과정을 자세히 살펴보면 동맥인 '간동맥'을 통해서 들어오는 혈액은 산소를 운반하고, 소장과 간을 연결하는 혈관인 '간문맥'을 통해서 들어오는 혈액은 위나 장에서 흡수된 영양소를 간으로 이동시킨다. 이 두 혈관들은 간소엽 내부에서 점차 가늘어져 '시누소이드'라는 미세혈관으로 합쳐지는데, 시누소이드는 발이랑처럼 길게 배열되어 있는 간세포들 사이에 위치해 있다. 시누소이드를 흐르는 혈액은 대사 활동에 필요한 산소와 영양소를 간세포에 공급하고, 간세포의 대사 활동의 결과물인 대사산물과 이산화탄소 같은 노폐물 등을 흡수하는데 이러한 과정을 '물질 교환'이라 한다. 이렇게 시누소이드를 거친 혈액은 중심 정맥으로 유입된 후, 다시 간정맥으로 합쳐져 심장으로 ㉠ 들어가는 것이다.

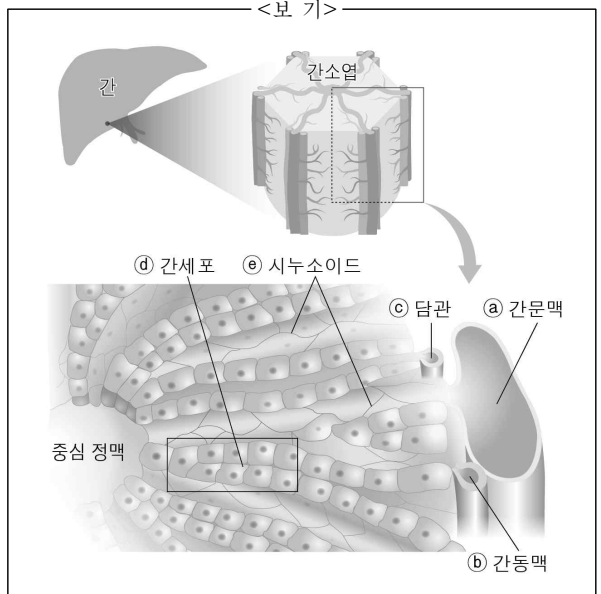
이러한 혈액 순환을 통해서 간에서는 단백질 합성이 일어난다. 식사를 통해 몸으로 들어온 단백질은 위나 장에서 아미노산의 형태로 분해되어 혈액과 함께 간으로 이동된다. 간세포는 시누소이드를 통해 공급된 아미노산을 분해하여 혈액 응고에 관여하는 새로운 단백질을 합성한다. 이때 아미노산이 분해되는 과정에서 유독 물질인 암모니아가 생성되는데, 간은 이것을 요소로 변화시켜 콩팥으로 보내어 몸 밖으로 배출하게 한다. 또한 간은 비타민 A를 저장하기도 하고, 지방의 소화를 촉진시키는 담즙을 생산하여 담관을 통해 쓸개로 보내기도 한다.

그러나 간의 일부 기능은 간세포만으로 감당할 수 없어서 간은 다른 세포의 도움을 받아야 한다. 간세포와 시누소이드 사이에 존재하는 세포들 중 쿠퍼세포는 몸 안으로 들어온 바이러스를 면역 체계에 노출시켜 몸이 면역 작용을 할 수 있도록 유도한다. 이처럼 간은 1분마다 1.4L의 혈액을 여과하면서 복잡하고 중요한 기능을 담당하여 우리 몸이 건강을 유지할 수 있도록 하고 있는 것이다.

30. 윗글에서 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 쿠퍼세포는 몸이 면역 작용을 할 수 있도록 돕는다.
- ② 간은 우리 몸에 필요한 영양소를 만들거나 저장한다.
- ③ 간에서 나온 혈액은 간정맥을 통해 심장으로 흐른다.
- ④ 간으로 이동된 요소는 간동맥에 의해 몸 밖으로 배출된다.
- ⑤ 간은 다른 장기와 달리 2개의 혈관으로 혈액을 공급받는다.

31. <보기>는 **간소엽**의 일부를 확대한 그림이다. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉣를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① 장에서 흡수된 영양소는 ㉠을 통해서 간으로 들어오는군.
- ② 간에서 만들어진 담즙은 ㉣를 통해 쓸개로 보내지는군.
- ③ ㉠은 ㉣에서 산소와 영양소를 공급받아 대사 활동을 하는군.
- ④ ㉣에서 만들어진 노폐물은 중심 정맥으로 보내지는군.
- ⑤ ㉣는 ㉠과 ㉡가 간소엽 내부에서 점차 가늘어져 합쳐진 것이군.

32. ㉠의 문맥적 의미와 가장 유사한 것은?

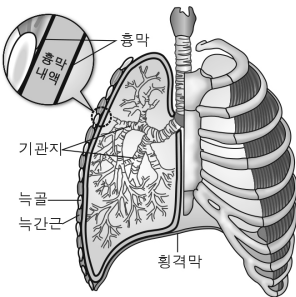
- ① 그는 방으로 들어가 버렸다.
- ② 통신투자로 들어간 돈이 너무 많다.
- ③ 고생을 많이 했는지 눈이 썩 들어갔다.
- ④ 다음 주부터 본격적인 선거전으로 들어갔다.
- ⑤ 동생은 올해 여덟 살이 되어 초등학교에 들어갔다.

◆ 18년 4월 고3 32~36번

[32 ~ 36] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

인간이 생명을 유지하고 활동하기 위해서는 세포에 산소를 공급하고 물질대사 결과 발생한 이산화 탄소를 체외로 배출하는 과정이 필수적인데, 이 과정을 호흡이라 한다. 이때 공기가 체외에서 폐로 이동하는 것을 흡기, 폐에서 체외로 이동하는 것을 호기라 한다. 그런데 이와 같은 공기의 흐름은 폐와 대기의 압력 차이와 밀접한 관련이 있다.

이를 이해하기 위해서는 우선 공기의 이동과 관련된 호흡계의 구성 요소를 살펴볼 필요가 있다. 코와 입을 통해 유입된 공기는 기관과 기관지를 거쳐 최종적으로 폐포로 들어간다. 기관과 기관지를 거친 공기는 체온만큼 따뜻해지고 수증기가 첨가되어 습윤한 상태가 되며, 이물질이 걸러진 상태가 된다. 이로 인해 공기가 폐포를 손상시키지 않는다. 폐포는 폐 속 기관지 맨 끝에 포도송이처럼 붙어 있는 공기주머니로 기체 교환이 일어나는 장소이다.



[그림]

기관지와 폐포 등으로 구성된 폐는, [그림]에서처럼 흉막강에 둘러싸인 상태로 흉곽 내에 위치한다. 흉곽은 늑골을 비롯한 뼈와 늑간근 등의 근육으로 이루어져 있는데, 폐를 보호하는 역할을 하며 횡격막에 의해 복부와 완전히 분리된다. 또한 흉막강은 얇은 세포층인 두 개의 흉막으로 완전히 닫힌 주머니 형태를 이루고 있는데, 흉막과 흉막 사이는 흉막 내액으로 채워져 있다. 이때 안쪽 흉막은 폐에 붙어 있고, 바깥쪽 흉막은 흉곽벽에 붙어 있기 때문에, 흉막 내액은 결국 폐와 흉곽벽이 서로 분리되지 않

게 하는 역할을 한다. 비유하자면 물에 의해 붙어 있는 두 장의 얇은 유리판이 물의 응집력 때문에 쉽게 분리되지 않는 것과 동일한 원리이다.

그렇다면 호흡 과정에서 공기의 흐름이 발생하는 원리는 무엇일까? 이는 용기의 부피 증가는 기체의 압력을 감소시키는 반면 용기의 부피 감소는 기체의 압력을 증가시킨다는 보일의 법칙과 관련되어 있다. 폐포 안의 기체 압력을 폐포압이라고 하고 체외의 공기 압력을 대기압이라고 하는데, 일반적으로 공기는 압력이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르기 때문에 폐포압이 대기압보다 작거나 클 때 공기는 폐포 들어오거나 나가게 된다. 다시 말해 흡기와 호기 동안 폐의 부피는 변화하고, 이 변화는 보일의 법칙에 따라 폐포압을 변화시켜 폐 안팎으로 공기 흐름을 일으키는 것이다.

한편 폐의 부피 변화에는 탄성 반동과 경폐압, 흉막 내압 등이 작용한다. 먼저 폐의 탄성 반동과 경폐압은 서로 반대 방향으로 작용한다. 탄성 반동이란 변형을 주고 있는 힘에 반발하여 원래 형태로 돌아가려는 힘인데 폐는 마치 풍선처럼 줄어들려고 하는 성질인 탄성 반동을 가지고 있다. 흡기가 끝나고 호기가 시작되는 시점에서는 폐포압이 대기압과 같으므로 공기의 이동이 없다. 그런데 이때도 폐는 항상 공기로 차 있으므로 폐를 확장시키려는 경폐압도 함께 작용한다. 이때 폐의 탄성 반동과 경폐압은 크기는 같지만 방향이 반대이므로 공기의 흐름이 없는 상태에서 폐는 일정한 부피를 유지하게 된다. 여기서 경폐압은 폐포압에서 흉막 내압을 뺀 것이다. 따라서 흉막 내압이 변화하면 경폐압도 변화하게 되는데, 이로 인해 폐의 탄성 반동과 경폐압과의 차이가 발생하여 폐의 부피가 변화되는 것이다.

흉막 내압은 흉막강 속 흉막 내액의 압력을 말하는데 항상 '아대기압'의 범위에서 변화한다. 바깥쪽 흉막에 밀착된 흉곽벽은, 대기압이 인체에 미치는 힘의 반대 방향인 몸 바깥쪽으로 향하려는 성질이 있는데 이를 흉곽벽의 탄성 반동이라고 한다. 따라서 흉곽벽의 탄성 반동은 안쪽 흉막에 밀착된 폐의 탄성 반동과는 서로 반대 방향으로 작용하는 셈이다. 그 결과 폐와 흉곽벽은 서로 살짝 떨어진 상태가 되어 흉막 내압은 아대기압인 상태를 유지하는 것이다. 이때 근육의 움직임 등에 의해 흉막강의 부피가 변화하면 흉막 내압이 변화하게 되는 것이다.

이와 같은 내용을 바탕으로 흡기와 호기의 과정을 살펴보면 다음과 같다. 흡기는 횡격막이 수축되어 아래로 내려가고 늑간근의 움직임으로 인해 늑골이 위쪽과 바깥쪽으로 이동하면서 흉곽이 확장되는 것으로부터 시작된다. 이에 따라 흉곽벽은 폐 표면으로부터 조금 더 멀어지게 되어 흉막강의 부피가 늘어나 흉막 내압은 공기의 흐름이 없을 때보다 조금 더 낮아지게 된다. 이 때문에 경폐압이 증가하고 이 힘이 폐의 탄성 반동보다 커져 폐는 더욱 확장하게 되는 것이다. 그 결과 폐포압은 대기압에 비해 감소하므로 압력의 차이로 인해 공기가 폐포로 들어오게 되며, 폐의 부피가 커질수록 폐로 유입되는 공기의 총량은 계속 증가하게 되는 것이다. 그런데 폐포는 늘어나는 데에 한계가 있고 외부와 연결되어 있기 때문에, 감소하던 폐포압은 흡기의 약 중간 지점에서 최저치에 도달했다가 다시 증가하기 시작한다. 그 후 폐포압은 대기압과 같아지므로 흡기 끝에는 공기 흐름이 없고 폐의 부피는 최대가 된다. 호기는 흡기와 순서는 동일한데, 횡격막의 변화와 늑골의 이동 방향은 반대여서 흉곽의 축소가 진행되면서 시작된다. 이후 흉막 내압, 경폐압 등의 변화로 인해 폐의 부피가 변화되고 이로 인해 공기는 폐포로부터 기도를 거쳐 대기로 빠져 나가게 되는 것이다.

*아대기압: 대기압 아래의 기압.

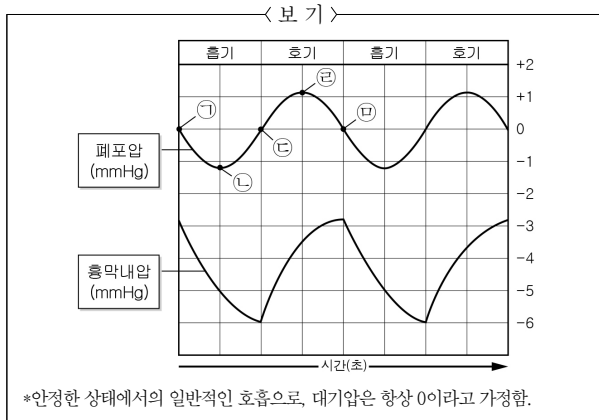
32. 윗글을 바탕으로 해결할 수 없는 질문은?

- ① 호흡 과정에서 폐의 부피 변화는 어떠한가?
- ② 호흡의 정의와 호흡계의 구성 요소는 무엇인가?
- ③ 호흡 시 발생하는 공기 흐름의 원리는 무엇인가?
- ④ 호흡에 관련된 근육들의 내부 구조는 어떠한가?
- ⑤ 호흡과 관련된 압력의 종류와 특징은 무엇인가?

33. ㉠과 관련된 내용을 이해한 것으로 적절하지 않은 것은?

- ① 폐는 두 개의 흉막 중 안쪽 흉막과 붙어 있다.
- ② 폐는 흉곽 내에 위치하며 흉막강에 둘러싸여 있다.
- ③ 폐포에서 교환된 이산화 탄소는 기관지를 거쳐 이동한다.
- ④ 폐는 뼈와 늑간근에 의해 복부와 완전히 분리되어 보호된다.
- ⑤ 폐포로 들어오는 과정에서 체외의 공기는 체온만큼 따뜻해진다.

※ <보기>는 흡기와 호기에서의 폐포압과 흉막 내압을 그래프로 나타낸 것이다. 윗글과 <보기>를 바탕으로 34번과 35번 물음에 답하시오.



34. ㉠ ~ ㉤에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

- ① ㉠은 공기 흐름이 없는 지점으로, ㉡에서보다 흉막 내압은 높으며 흉막강의 부피는 작은 지점이다.
- ② ㉢은 흉곽이 확장되고 있는 지점으로, ㉣에서보다 흉막 내압은 높으며 폐포 유입된 공기의 전체량은 적은 지점이다.
- ③ ㉤은 폐의 부피가 가장 커진 지점으로, ㉤에서보다 흉막 내압은 낮으며 흉막강의 부피는 작은 지점이다.
- ④ ㉣은 흉곽이 축소되고 있는 지점으로, ㉢에서보다 흉막 내압은 높으며 흉막강의 부피는 작은 지점이다.
- ⑤ ㉤은 폐에서 체외로 공기가 이동하고 있는 지점으로, ㉤에서보다 흉막 내압은 낮으며 폐의 부피는 큰 지점이다.

35. ㉡에서 ㉤로 호흡이 진행될 때 일어나는 현상으로 적절한 것은?

- ① 횡격막은 이완되어 아래로 움직이고, 늑골은 위쪽과 안쪽으로 움직인다.
- ② 횡격막은 이완되어 위로 움직이고, 늑골은 아래쪽과 안쪽으로 움직인다.
- ③ 횡격막은 수축되어 아래로 움직이고, 늑골은 위쪽과 바깥쪽으로 움직인다.
- ④ 횡격막은 수축되어 아래로 움직이고, 늑골은 아래쪽과 안쪽으로 움직인다.
- ⑤ 횡격막은 수축되어 위로 움직이고, 늑골은 아래쪽과 바깥쪽으로 움직인다.

36. 윗글을 참고할 때 <보기>의 ㉦, ㉧에 들어갈 말로 적절한 것은?

< 보기 >

[사례]

A 씨는 외상으로 인해 흉막강에 지속적으로 외부 공기가 유입되어 흉막 내압이 변화하다가, 현재는 외부에서 흉막강으로의 공기 이동이 없는 상태에까지 이르러 치료가 필요하다.

*단, 폐의 손상 없이 흉곽벽이 찢린 경우로 한정함.

[학생의 반응]

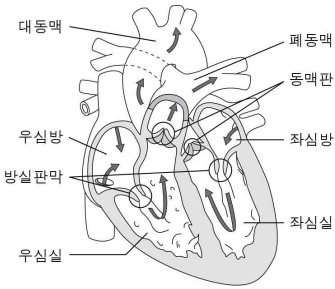
현재 A 씨는 흉막 내압이 (㉦)과 같아졌고 폐는 외상이 생기기 전보다 쪼그라들었겠군. 이를 치료하기 위해서는 상처 난 부위를 막고 흉막강 속 공기를 제거하여 (㉧)을 증가시키면 될 것 같아.

- | | | |
|---|-------|------|
| | ㉦ | ㉧ |
| ① | 대기압 | 경폐압 |
| ② | 대기압 | 아대기압 |
| ③ | 탄성 반동 | 아대기압 |
| ④ | 탄성 반동 | 경폐압 |
| ⑤ | 경폐압 | 대기압 |

◆ 17년 11월 고1 25~28번

[25 ~ 28] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

일반적으로 의사들은 청진기를 통해 들리는 심장음*으로 환자의 상태를 점검한다. 심장은 우리 몸에 혈액을 안정적으로 순환시키는 기관으로 펌프와 같은 작용을 하는데, 매우 짧은 시간에 수축과 이완을 반복한다. 이러한 심장의 주기적인 리듬을 ‘심장 박동’이라고 하며 이 과정에서 심장음이 발생하는 것이다. 그렇다면 심장 박동은 구체적으로 어떤 과정을 거쳐 일어나며, 심장음은 왜 발생하는 것일까?



→ : 혈액의 흐름
[그림]

이 궁금증을 해결하기 위해서는 우선 ㉠ 심장의 구조와 혈액의 순환 과정을 살펴볼 필요가 있다. 심장은 [그림]과 같이 우심방과 우심실, 좌심방과 좌심실로 구성되어 있다. 각 심방과 심실 사이에는 방실판막이 있고, 우심실과 폐동맥 사이, 좌심실과 대동맥 사이에는 동맥판막이 있다. 여기서 판막은 혈액을 한 방향으로만 흐르게 하는 역할을 한다는 점에서 마치 한쪽으로는 열리는 출입문에 비유될 수 있다. 방실판막은 심방에서 심실로만 열리는데, 심방의 압력이 심실의 압력보다 높을 경우에만 열린다. 동맥판막 역시 압력의 차이로 인해 심실에서 동맥으로만 열린다. 그리고 혈액의 순환 과정은 다음과 같다. 혈액은 몸 전체의 세포와 조직에 산소를 공급하고 이들로부터 이산화탄소를 받은 후 우심방, 우심실을 거쳐 폐동맥을 통해 폐로 이동된다. 이후 폐에서 산소를 공급받은 혈액은 좌심방으로 되돌아와 좌심실을 거쳐 대동맥을 통해 몸 전체로 나가게 된다. 이 과정에서 우심실과 좌심실은 동시에 수축됨으로써 같은 양의 혈액을 펌프질하여 몸 전체로 내보내는데, 혈액을 펌프질하는 것보다 몸 전체로 보낼 때 더 강한 힘이 필요하므로 좌심실 벽이 우심실 벽보다 더 두껍다.

㉠ 심장의 박동은 심실 확장기, 등용적 심실 수축기, 심실 수축기를 포함하는 수축 단계와 등용적 심실 이완기, 심실 채우기를 포함하는 이완 단계를 반복적으로 거친다. 이 과정은 약 0.8 초를 주기로 하여 좌심방과 좌심실, 우심방과 우심실에서 동시에 일어난다. 먼저 동방결절*에서 발생한 전기 신호가 심방의 근육으로 전달되면 심방이 수축된다. 이로 인해 심방의 압력이 심실의 압력보다 조금 높아지므로 심방에서 심실로 혈액이 흘러 심실의 크기가 지속적으로 커지는데 이를 심실 확장기라고 한다. 이 시기에는 심방을 수축시킨 전기 신호가 방실판막과 심방 벽을 진동시켜 ‘제4심장음’이 발생한다. 그리고 동방결절에서 발생한 그 전기 신호가 방실판막*을 통해 심실 전체로까지 전달되면 심실이 수축되기 시작한다. 이로 인해 심실의 압력이 증가하여 심방의 압력보다 높아지므로 방실판막이 닫힌다. 그런데 심실의 압력은 동맥의 압력보다 여전히 낮기 때문에 동맥판막은 닫혀 있다. 따라서 수축으로 인한 심실의 압력 증가가 일정 수준에 이르기 전까지는 4개의 판막은 모두 닫혀 있다. 이는 혈액의 이동이 순간적으로 중지된 상태이므로 심실의 크기는 일정하게 유지되는데 이를 등용적 심실 수축기라고 한다. 이 시기에는 방실판막이 닫힐 때 길고 둔한 소리가 발생하는데 이를 ‘제1심장음’이라고 한다. 수축 단계의 마지막 과정인 심실 수축

기는, 계속 증가해 온 심실의 압력이 동맥의 압력보다 높아지게 되어 동맥판막이 열리고 혈액이 심실에서 몸 전체나 폐로 빠져나가는 시기를 말한다. 이 시기에는 심실의 압력이 심방의 압력보다 높기 때문에 방실판막은 여전히 닫혀 있고, 혈액은 심실 밖으로 빠져나갔으므로 심실의 크기는 이전 시기보다 작아진다.

전기 신호로 인한 수축 단계가 끝나고 심실이 이완되면 심실의 압력이 동맥의 압력보다 낮아져 동맥판막이 닫히게 된다. 그런데 심실의 압력은 심방의 압력보다 여전히 높으므로 방실판막은 열리지 않는다. 따라서 이완으로 인한 심실의 압력 감소가 일정 수준에 이르기 전까지는 4개의 판막이 모두 닫혀 있다. 이 상태에서는 등용적 심실 수축기처럼 심실의 크기가 일정하게 유지되는데 이를 등용적 심실 이완기라고 한다. 이 시기에는 동맥판막이 닫힐 때 ‘제1심장음’보다 짧고 예리한 소리가 발생하는데 이를 ‘제2심장음’이라고 한다. 이후 심실이 이완되면서 계속 감소해 온 심실의 압력이 심방의 압력보다도 낮아지면 방실판막이 열려 심실로 혈액이 조금씩 들어오는데 이를 심실 채우기라고 한다. 이때 방실판막이 열리면서 ‘제3심장음’이 발생한다.

이처럼 심장의 박동은 심장의 수축과 이완에 따른 압력 또는 크기의 변화와 밀접한 관련이 있으며 시기별로 일정한 심장음을 발생시킨다는 특성이 있다. ‘제1심장음’과 ‘제2심장음’은 일반적으로 의사들이 청진기를 통해 분명하게 들을 수 있다. ‘제3심장음’은 그 소리가 약해서 소아나 청소년들에게서만 들리며, ‘제4심장음’은 음정이 낮고 짧아 드물게 들린다. 만약 판막이나 혈관 등에 이상이 생길 경우 정상적인 심장음 이외의 소리가 발생하고 이를 통해 질병이 감지될 수 있는 것이다.

- * 심장음: 심장 기능에 의해 생기는 음.
- * 동방결절: 전기 신호를 생성하여 심장을 수축시킴으로써 심장 박동의 리듬을 결정하는 심장의 한 부분.
- * 방실판막: 특수 심장 근육의 하나로 동방결절에서 진행된 흥분을 심실 근육 쪽으로 전달하는 기능을 가진 심장의 한 부분.

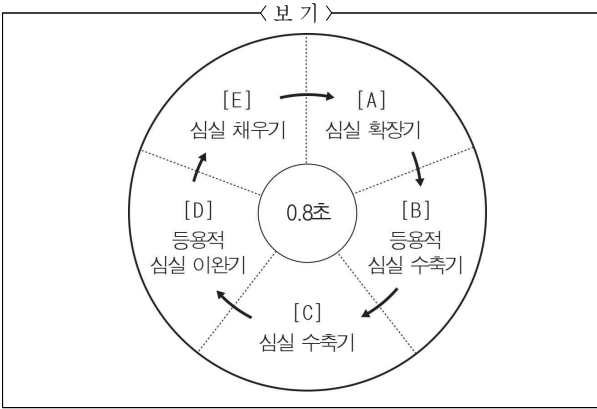
25. 밑글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 우심실 벽이 좌심실 벽보다 더 두껍다.
- ② 판막은 혈액을 한 방향으로만 흐르게 한다.
- ③ ‘제3심장음’은 소아나 청소년들에게서만 들린다.
- ④ 심장은 우리 몸에 혈액을 안정적으로 순환시키는 기관이다.
- ⑤ 판막이나 혈관에 이상이 생기면 정상적인 심장음 이외의 소리가 발생한다.

26. ㉠을 중심으로 밑글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 심장의 혈액을 심실 밖으로 내보낼 때에는 심실과 동맥 사이의 동맥판막이 열린다.
- ② 심장의 우심방에 들어온 혈액을 다시 몸 전체로 내보낼 때에는 판막 4개를 거쳐야 한다.
- ③ 심장의 각 심실로 들어온 혈액을 심장 밖으로 내보낼 때에는 심장의 방실판막은 닫혀 있다.
- ④ 심장의 각 심방으로 들어온 혈액을 심실로 내보낼 때에는 심방에서 심실 방향으로 판막이 열려야 한다.
- ⑤ 심장의 혈액을 좌심실에서 내보내기 시작할 때에는 우심실에서 내보내기 시작할 때와 달리 동맥판막이 열린다.

[27 ~ 28] <보기>는 ㉠의 과정을 도식화한 것이다. 윗글과 <보기>를 참고하여 27번과 28번의 두 물음에 답하십시오.



27. 윗글을 바탕으로 [A]~[E]에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]
- ① [A]에서 [B]로 되면서, 혈액의 이동이 순간적으로 중지되어 심실의 크기가 일정하게 유지된다.
 - ② [B]에서 [C]로 되면서, 심실 속 혈액량은 줄어들며 심실의 크기는 작아진다.
 - ③ [C]에서 [D]로 되면서, 심실은 이완하며 청진기로 들을 수 있는 '제2심장음'이 발생한다.
 - ④ [D]에서 [E]로 되면서, 심실은 이완되어 심실 속의 혈액량이 줄어 든다.
 - ⑤ [E]에서 [A]로 되면서, 전기 신호로 인해 심방이 수축되고 '제4심장음'이 발생한다.

28. 윗글을 읽은 학생이 [B]와 [D]에 대해 <보기>와 같이 반응했다고 할 때, ㉠~㉣에 들어갈 말로 적절한 것은?

< 보 기 >

"이 글을 읽고 심방, 심실, 동맥을 압력이 높은 순서대로 나열했을 때, [B]와 [D]에서 그 순서가 동일하다는 점을 발견했어. 즉 압력이 가장 높은 것은 (㉠)이고, 그 다음 높은 것은 (㉡)이며, 가장 낮은 것은 (㉢)이라는 사실을 알게 되었어."

- | | | | |
|---|----|----|----|
| | ㉠ | ㉡ | ㉢ |
| ① | 심방 | 심실 | 동맥 |
| ② | 심방 | 동맥 | 심실 |
| ③ | 심실 | 심방 | 동맥 |
| ④ | 동맥 | 심실 | 심방 |
| ⑤ | 동맥 | 심방 | 심실 |

- 출전: 강봉균 외 공역. 《동물생리학》
- 정답: 25.① 26.⑤ 27.④ 28.④