중2 과학 · 동물과 에너지 · 순환계

혈액은 왜 온몸을 돌고 다시 심장으로 돌아올까?

이 학습지에서 알아볼 것

무엇을 운반하는가 → 무엇이 혈액을 움직이는가 → 어느 길로 이동하는가 → 이동하는 동안 무엇이 달라지는가를 연결합니다.

묶음	중심 내용	예상 질문	확인 문제
1. 혈액	혈액의 성분과 기능	01~06	01~07
2. 심장	네 방·벽 두께·판막	07~11	08~13
3. 혈관	방향·물질 교환·혈압·속도	12~16	14~20
4. 순환 경로	두 순환의 연결과 기체 교환	17~21	21~26
5. 심장박동과 맥박	수축·이완·혈액 흐름	22~24	27~32
6. 실험과 자료 해석	혈액 관찰·맥박 측정·통합 적용	25~26	33~42

© 대치동 재우쌤 | 010-9524-4849 | https://leessaem.com/ | https://blog.naver.com/leessaem84
본 자료는 직접 제작한 학습 자료입니다. 개인 학습을 위한 열람·인쇄는 자유롭게 할 수 있으며, 무단 복제·재배포·수정 후 재배포 및 상업적 이용을 금합니다.

01 혈액은 무엇으로 이루어지고 무엇을 운반할까?

질문 01

음식을 먹고 숨도 쉬는데, 왜 혈액까지 돌아야 하나요?

> **답** **영양소와 산소가 들어오는 곳과, 그것을 사용하는 세포가 있는 곳이 다르기 때문입니다.**

작은창자(소장)에서 흡수한 영양소와 허파에서 받아들인 산소가 발끝의 근육 세포에서 쓰이려면, 그곳까지 이동해야 합니다. 우리 몸속 깊은 곳의 세포가 음식물이나 바깥 공기와 직접 접촉하는 것은 아닙니다. 혈액은 여러 기관과 세포 사이에서 필요한 물질을 운반합니다.

물질	대표적인 출발 장소	혈액을 통해 운반되는 목적지
산소	허파	온몸의 세포
포도당 등 흡수된 영양소	작은창자 등	영양소를 이용하거나 저장하는 기관과 세포
이산화 탄소	세포	허파
요소 등 노폐물	간(요소가 만들어지는 곳)	콩팥 등 배설 기관

세포는 산소를 이용하여 영양소를 분해해 에너지를 얻는 **세포 호흡**을 하며, 그 과정에서 이산화 탄소 등을 만듭니다. 혈액은 세포가 필요한 물질을 공급하고, 세포에서 생긴 물질을 다른 기관으로 옮깁니다.

질문 02

순환계는 심장만을 뜻하나요?

> **답** **이 단원에서는 심장·혈관·혈액이 함께 이루는 물질 운반 체계를 순환계로 배웁니다.**

구성 요소	하는 일	빠졌을 때 생기는 문제
심장	수축하여 혈액을 내보내는 압력을 만듦	혈액을 계속 순환시키기 어려움
혈관	혈액이 흐르는 길을 이룸	혈액을 필요한 곳으로 보내고 되돌리는 길이 유지되지 않음
혈액	산소·영양소·노폐물 등 운반	길과 심장이 있어도 물질을 운반할 혈액이 없음

심장은 여러 조직으로 이루어진 **기관**입니다. 심장을 포함한 여러 구성 요소가 함께 순환이라는 기능을 수행하는 것은 **기관계** 수준에서 이해합니다.

질문 03

피는 모두 붉은 액체인가요? 혈장과 혈구는 어떻게 다른가요?

> **답** **혈액은 액체 성분인 혈장과, 그 속에 있는 적혈구·백혈구·혈소판으로 이루어집니다.**

혈장은 엷은 노란색을 띠며 대부분이 물입니다. 혈액 전체가 붉게 보이는 주된 까닭은 혈액에 많이 들어 있는 적혈구 속 **헤모글로빈(산소 운반에 관여하는 붉은 색소 단백질)** 때문입니다.

큰 구분	성분	구별할 특징	대표 기능
혈장	혈장	대부분이 물인 액체 성분	영양소·이산화 탄소·노폐물 운반, 열을 옮겨 체온 유지에 관여
혈구 성분	적혈구	사람의 성숙한 적혈구는 핵이 없고 양쪽 가운데가 오목한 원반 모양	헤모글로빈을 이용한 산소 운반
혈구 성분	백혈구	핵이 있으며 여러 종류가 있음	병원체 등에 대응하여 몸을 방어
혈구 성분	혈소판	핵이 없는 작은 세포 조각	혈액 응고에 관여

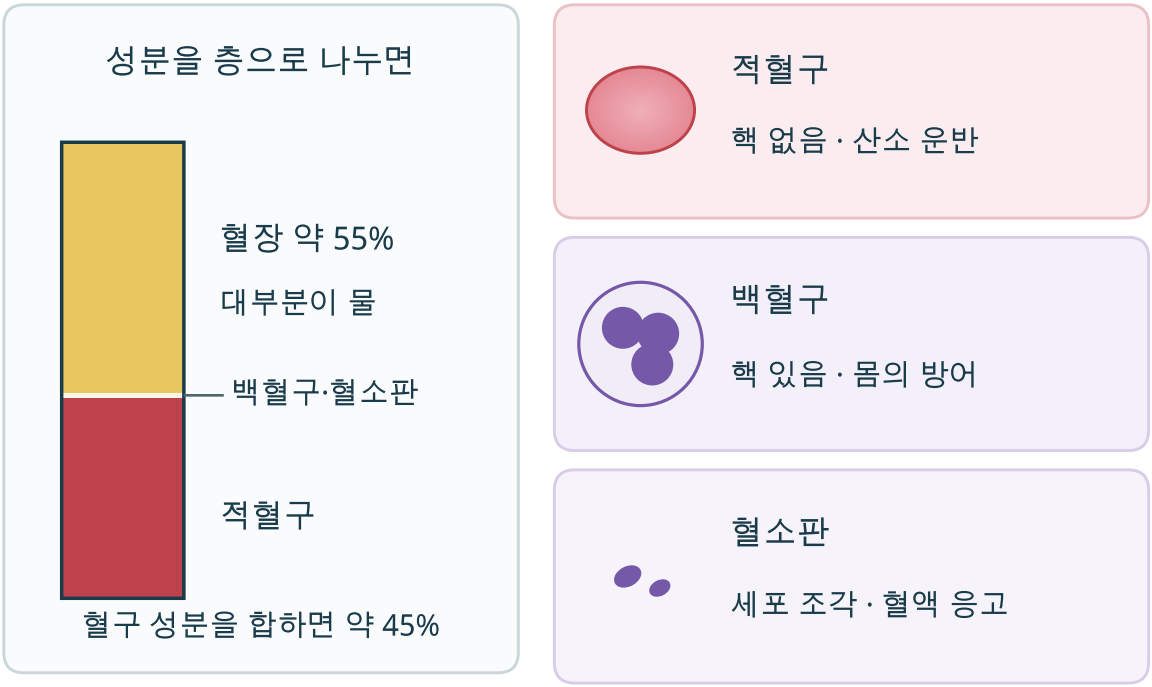
중학교에서는 적혈구·백혈구·혈소판을 혈구로 묶어 배우지만, **혈소판은 완전한 세포가 아니라 세포 조각**입니다. 적혈구의 오목한 가운데도 뚫린 구멍은 아닙니다.

일반적인 사람의 혈액에서 같은 부피를 비교하면 **적혈구의 수가 가장 많고, 혈소판, 백혈구 순**입니다. 대표적인 크기를 비교하면 백혈구가 적혈구보다 크고, 혈소판은 가장 작습니다. 다만 백혈구는 종류에 따라 크기와 모양이 다르므로, 실제 사진에서는 크기 하나만으로 구별하지 않습니다.

혈액의 부피는 대략 혈장이 55%, 혈구 성분이 45%이며, 개인과 몸의 상태에 따라 달라집니다. 이는 **혈액 100 mL 중 혈장이 약 55 mL**라는 뜻입니다.

그림 1 혈액의 구성

액체 성분인 혈장과 혈구 성분이 함께 이동합니다.



혈장: 영양소·이산화 탄소·노폐물 등을 운반

부피의 예: 혈액 100 mL 중 혈장 약 55 mL

응고를 막은 혈액의 분리 모형 · 크기와 개수는 실제 비율이 아님

질문 04

적혈구는 산소를 어떻게 운반하나요?

답 **산소의 대부분은 적혈구 속 헤모글로빈과 결합하여 운반됩니다.**

헤모글로빈은 **산소가 많은 곳에서는 산소와 결합하고, 산소가 적은 곳에서는 산소를 놓아주는** 성질이 있습니다.

장소	헤모글로빈과 산소	이어지는 이동
허파	산소와 결합	혈액이 산소를 싣고 조직으로 이동
산소를 사용하는 온몸의 조직	산소가 떨어져 나옴	산소가 혈액에서 세포로 이동

적혈구의 양쪽 가운데가 오목한 모양은 표면적을 확보하고 산소가 이동할 거리를 줄이는 데 유리합니다. 적혈구는 모양을 바꾸며 가는 모세혈관을 지날 수 있습니다.

고산 지대에서는 왜 적혈구가 늘어날까요? 높은 산에서도 공기 중 산소의 비율은 약 21%로 거의 같지만, 기압이 낮아 공기가 희박합니다. 같은 부피의 공기에 들어 있는 산소의 양이 적어 허파에서 산소를 받아들이기 어려워집니다. 일정 기간 적응하면서 적혈구 수가 증가하면 산소 운반을 돕습니다.

질문 05

백혈구와 혈소판은 모두 몸을 보호하는데, 같은 일을 하나요?

> **답** **백혈구는 병원체 등에 대응하고, 혈소판은 혈액 응고에 관여하여 출혈을 줄입니다.**

백혈구는 종류에 따라 하는 일이 다릅니다. 일부는 병원체 등을 감싸 받아들이고 분해하는 **식균 작용**을 하고, 일부는 **항체(특정한 이물질에 결합하여 몸의 방어를 돕는 단백질)** 생성에 관여합니다.

혈소판은 상처 부위에서 혈액이 굳는 혈액 응고에 관여하여 피가 멎도록 돕습니다.

몸을 보호하는 상황	먼저 연결할 혈구 성분
세균 등 병원체에 대응함	백혈구
손상된 혈관에서 출혈을 줄임	혈소판

질문 06

혈장은 물이 대부분인데, 왜 중요한가요?

> **답** **혈장은 영양소·이산화 탄소·노폐물 등을 운반하고, 열을 옮겨 체온 유지에도 관여합니다.**

포도당·아미노산·요소 등은 혈장에 녹아 운반됩니다. 이산화 탄소도 대부분 혈장에 실려 허파로 운반됩니다. 혈장은 혈구가 이동하는 액체 바탕이기도 합니다.

대표적으로 운반하는 성분	먼저 연결할 운반 방식
산소	적혈구의 헤모글로빈과 결합
포도당·아미노산·요소	혈장에 녹아 운반
이산화 탄소	주로 혈장에 실려 허파로 이동

혈액은 열이 많이 생긴 곳의 열을 다른 곳으로 옮깁니다. 피부로 흐르는 혈액량의 변화도 몸 밖으로 열을 내보내는 양에 영향을 줍니다. 혈액의 기능은 크게 **운반·방어·몸의 상태 조절**로 묶어 볼 수 있습니다.

확인 문제 01~07

01 포도당과 산소를 혈액으로 받아들이는 대표적인 장소는 (작은창자·허파 / 다리 근육의 세포)이며, 두 물질을 이용하는 장소의 예는 (작은창자·허파 / 다리 근육의 세포)입니다. 두 장소를 이어 주는 혈액의 기능을 (운반 / 방어) 중에서 고르세요.

02 심장·혈관·혈액 중 다음 역할에 해당하는 것을 각각 쓰세요.

(가) 수축하여 혈액을 내보내는 압력을 만든다. (나) 혈액이 흐르는 길이다. (다) 산소와 영양소 등을 운반한다.

답 _____

03 혈장·적혈구·백혈구·혈소판 중 알맞은 것을 각각 쓰세요.

(가) 사람의 성숙한 상태에서는 핵이 없고, 헤모글로빈이 들어 있다.

(나) 핵이 있으며 병원체 등에 대응하는 여러 종류가 있다.

(다) 작은 세포 조각이며 혈액 응고에 관여한다.

(라) 대부분이 물인 액체 성분이다.

답 _____

04 헤모글로빈의 성질을 바르게 설명한 것 하나를 고르고, 빈칸을 채우세요.

① 허파에서는 산소가 떨어지고 조직에서는 결합한다. ② 산소가 많은 곳과 적은 곳에서 모두 같은 정도로 산소를 놓아준다. ③ 산소가 많은 곳에서는 결합하고 산소가 적은 곳에서는 떨어진다. ④ 혈장에 녹아 있는 헤모글로빈이 산소 대부분을 운반한다.

허파에서는 산소와 (결합 / 분리)하고, 산소를 사용하는 조직에서는 산소와 (결합 / 분리)한다.

답 _____

05 병원체에 대응하는 식균 작용과, 상처 부위의 혈액 응고에 각각 관련되는 혈구 성분을 순서대로 쓰세요.

답 _____

06 각 물질의 대표적인 운반 성분을 혈장·적혈구에서 골라 쓰세요.

(가) 포도당과 요소 (나) 산소 대부분 (다) 이산화 탄소 대부분

답 _____

07 혈액 20 mL에서 혈장의 부피 비율이 55%라고 할 때, 혈장의 부피는 몇 mL인가요?

답 _____

02 심장의 네 방과 판막은 왜 필요할까?

질문 07

심방과 심실을 나누는 기준은 무엇인가요?

답 **심방은 심장으로 돌아온 혈액을 받고, 심실은 혈액을 심장 밖으로 내보냅니다.**

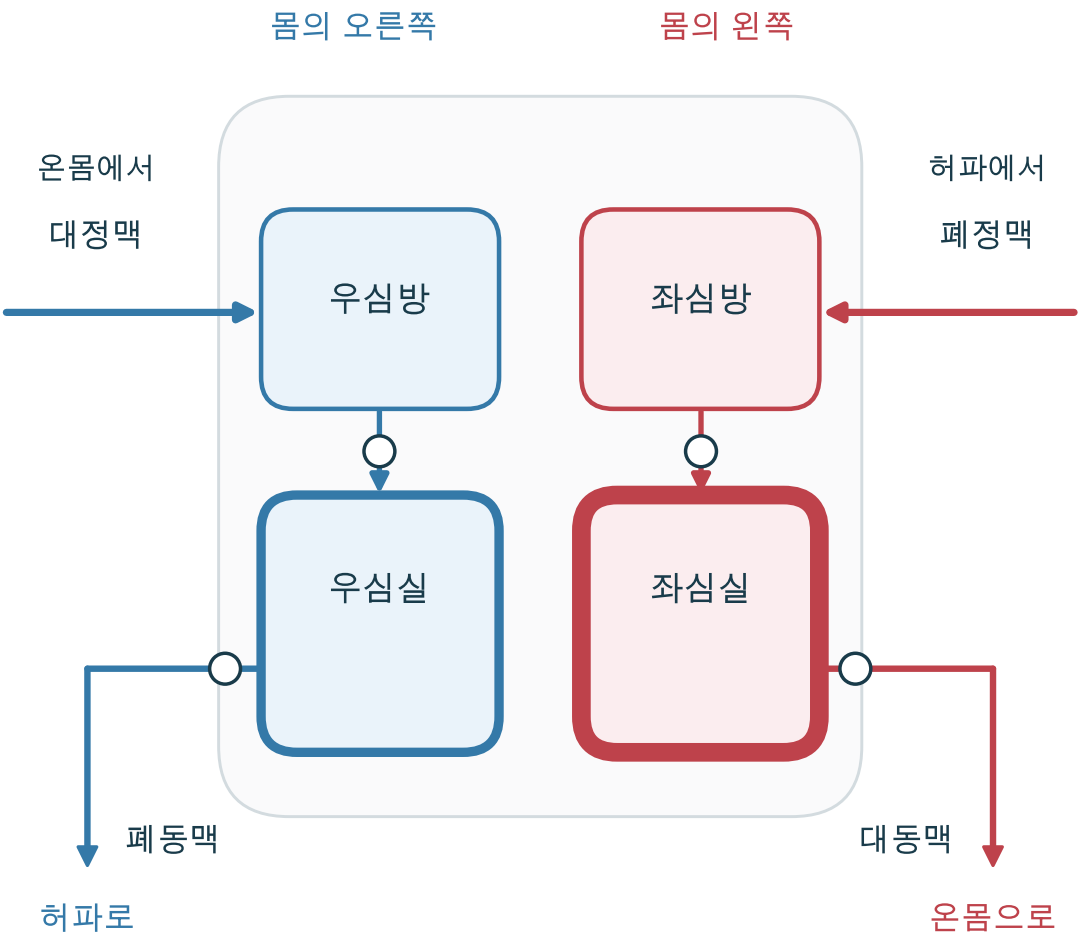
사람의 심장은 우심방·우심실·좌심방·좌심실의 네 방으로 나뉩니다. 먼저 심방과 심실의 역할을 구분하고, 그다음 어느 쪽 혈관과 연결되는지를 붙여 생각하면 됩니다.

심장의 방	혈액을 받는 곳	혈액을 보내는 곳
우심방	대정맥	우심실
우심실	우심방	폐동맥
좌심방	폐정맥	좌심실
좌심실	좌심방	대동맥

연결 관계의 공통점은 **정맥 → 심방 → 같은 쪽 심실 → 동맥**입니다. 정상적인 심장에서 우심방의 혈액이 좌심실로 곧바로 이동하는 것은 아닙니다.

그림 2 심장의 네 방과 판막

정면에서 본 연결 모형 · 좌우는 그 사람의 몸이 기준입니다.



빨강: 산소가 많음 / 파랑: 산소가 적음(상대 비교)

○ 판막 위치: 심방·심실 사이 / 심실·동맥 사이

좌심실의 근육 벽이 가장 두껍습니다.

실제 외형·혈관 굴곡은 단순화 · 원 표시는 판막의 열림 상태가 아님

질문 08

심장 그림에서는 왜 우심방이 왼쪽에 보이나요?

답 **심장의 좌우는 그 심장을 가진 사람의 몸을 기준으로 정하기 때문입니다.**

사람을 정면에서 마주 보면 그 사람의 오른쪽은 보는 사람의 왼쪽에 보입니다. 정면 심장 그림도 같은 기준을 사용합니다.

흐름만 나타낸 모형은 배치를 바꿀 수 있으므로 **혈액이 오는 곳과 가는 곳**으로 이름을 찾습니다.

연결 단서	심장의 방
허파에서 돌아온 혈액을 받음	좌심방
온몸으로 혈액을 내보냄	좌심실
온몸에서 돌아온 혈액을 받음	우심방
허파로 혈액을 내보냄	우심실

먼저 허파 또는 온몸을 찾고 화살표를 따라가면, 그림의 위치가 바뀌어도 같은 연결을 확인할 수 있습니다.

질문 09

심방보다 심실의 벽이 두껍고, 특히 좌심실이 두꺼운 까닭은 무엇인가요?

> **답** **혈액을 내보내는 데 필요한 압력이 다르기 때문입니다.**

심방은 바로 이어진 심실로 혈액을 보냅니다. 심실은 혈액을 허파나 온몸의 혈관으로 내보내므로 심방보다 근육 벽이 두껍습니다.

비교	혈액을 보내는 곳	필요한 압력과 벽의 두께
우심실	허파	허파순환에는 비교적 낮은 압력이 필요하여 좌심실보다 벽이 얇음
좌심실	온몸	온몸순환에 더 높은 압력이 필요하여 우심실보다 벽이 두꺼움

좌심실은 온몸으로 혈액을 보내는 데 필요한 높은 압력을 만들어야 하므로 벽이 가장 두껍습니다. 산소가 많은 혈액이 흐른다는 사실 자체가 벽 두께의 원인은 아닙니다.

질문 10

심장의 오른쪽과 왼쪽은 왜 벽으로 나뉘어 있나요?

> **답** **허파로 보낼 혈액과 온몸으로 보낼 혈액을 분리하여 각각의 경로로 보내기 위해서입니다.**

오른쪽 심장은 온몸에서 돌아온 혈액을 받아 허파로 보냅니다. 왼쪽 심장은 허파에서 돌아온 혈액을 받아 온몸으로 보냅니다. 정상적인 사람의 심장에서는 양쪽 사이의 벽이 이 혈액들이 심장 안에서 직접 섞이는 것을 막습니다.

두 쪽이 완전히 별개의 순환계를 이루는 것은 아닙니다. 오른쪽 심장에서 나온 혈액은 허파를 지나 왼쪽 심장으로 돌아오고, 왼쪽 심장에서 나온 혈액은 온몸을 지나 오른쪽 심장으로 돌아옵니다. **심장 안에서는 분리되지만, 허파와 온몸을 거치며 연결됩니다.**

질문 11

판막은 혈액을 밀어내는 장치인가요?

답 **판막은 혈액의 역류를 막는 구조이고, 혈액을 내보내는 압력은 주로 심장 근육의 수축으로 생깁니다.**

심장의 판막은 심방과 심실 사이, 심실과 동맥 사이에 있습니다. 판막 양쪽의 압력 차이에 따라 열리거나 닫혀 혈액이 한 방향으로 흐르도록 합니다.

판막의 위치	통과시키는 정상 방향	막는 역류 방향
우심방과 우심실 사이	우심방 → 우심실	우심실 → 우심방
좌심방과 좌심실 사이	좌심방 → 좌심실	좌심실 → 좌심방
우심실과 폐동맥 사이	우심실 → 폐동맥	폐동맥 → 우심실
좌심실과 대동맥 사이	좌심실 → 대동맥	대동맥 → 좌심실

심실이 혈액을 동맥으로 내보내는 동안에는 심방과 심실 사이의 판막이 닫혀 있어야 합니다. 그래야 심실의 혈액이 심방 쪽으로 되돌아가는 것을 막을 수 있습니다.

확인 문제 08~13

08 다음 연결의 빈칸을 채우세요.

(가) 대정맥 → (　　) → 우심실

(나) 폐정맥 → (　　) → 좌심실

09 정면에서 본 사람의 심장 그림에서 그 사람의 오른쪽 심장은 그림을 보는 사람의 (왼쪽 / 오른쪽)에 주로 보입니다.

10 좌심실의 근육 벽이 우심실보다 두꺼운 이유로 가장 적절한 것 하나를 고르세요.

① 좌심실에 산소가 많은 혈액이 흐르기 때문이다. ② 온몸으로 혈액을 보내기 위해 더 높은 압력을 만들어야 하기 때문이다. ③ 좌심실이 우심실보다 먼저 수축해야 하기 때문이다. ④ 좌심실이 우심실보다 더 많은 횟수로 수축하기 때문이다.

답 _____

11 정상적인 사람의 심장에서 왼쪽 심장으로 들어온 혈액이 이동하는 순서로 옳은 것 하나를 고르세요.

① 대정맥 → 좌심방 → 좌심실 → 대동맥 ② 폐정맥 → 좌심실 → 좌심방 → 대동맥 ③ 폐정맥 → 좌심방 → 좌심실 → 대동맥 ④ 폐정맥 → 좌심방 → 좌심실 → 폐동맥

답 _____

12 심장 근육과 판막의 역할을 각각 쓰세요.

(가) 혈액을 내보내는 압력을 주로 만드는 작용

(나) 혈액이 반대 방향으로 되돌아가는 것을 막는 구조

답 _____

13 좌심실이 혈액을 대동맥으로 내보내고 있는 동안, 좌심방과 좌심실 사이 판막은 (열림 / 닫힘), 좌심실과 대동맥 사이 판막은 (열림 / 닫힘) 상태입니다.

03 동맥·정맥·모세혈관은 어떻게 다를까?

질문 12

동맥과 정맥은 산소가 많고 적은 것으로 구별하나요?

> **답** **동맥과 정맥을 나누는 기준은 심장을 기준으로 한 혈액의 이동 방향입니다.**

혈관	이름을 정하는 기준	대표적인 구조와 기능
동맥	심장에서 나오는 혈액이 흐름	벽이 비교적 두껍고 탄력성이 커 심장에서 내보낸 혈액의 높은 압력을 견딤
정맥	심장으로 들어가는 혈액이 흐름	대응하는 동맥보다 벽이 얇고 혈압이 낮은 편이며, 여러 정맥에는 판막이 있음
모세혈관	동맥 쪽과 정맥 쪽을 연결하는 매우 가는 혈관	얇은 벽을 통해 주위와 물질을 교환함

동맥인지 정맥인지는 산소량이나 그림의 색을 보기에 앞서 **심장에서 나가는가, 심장으로 들어가는가**로 판단합니다.

질문 13

정맥의 혈압은 낮은데, 어떻게 혈액이 심장으로 돌아가나요?

> **답** **팔다리에서는 주변 근육이 정맥을 누르고, 정맥 판막이 역류를 막아 심장 쪽으로 돌아가는 흐름을 돕습니다.**

정맥의 혈압은 낮지만 혈액은 압력 차이에 따라 흐릅니다. 근육이 수축해 정맥을 누르면 그 안의 혈액이 밀립니다. 이때 판막이 반대 방향의 흐름을 막습니다.

작용	혈액 흐름에 주는 도움
주변 근육의 수축	정맥 안 혈액을 밀어 이동시킴
정맥 판막	역류를 막아 심장 쪽 흐름을 도움

판막은 팔다리의 여러 정맥에서 볼 수 있으며, 모든 정맥에 있는 것은 아닙니다.

질문 14

왜 산소와 영양소는 주로 모세혈관에서 세포 쪽으로 이동하나요?

> **답** **모세혈관은 벽이 매우 얇고, 조직에 널리 분포하며, 혈액이 비교적 천천히 흘러 물질 교환에 알맞기 때문입니다.**

구조·특징	물질 교환에 유리한 이유
벽이 한 층의 얇은 세포층으로 이루어짐	물질이 통과해야 하는 거리가 짧음
조직 사이에 그물처럼 많이 분포함	교환할 수 있는 전체 표면적이 넓고 많은 세포 가까이까지 이어짐
혈액의 평균 흐름 속도가 느림	혈액이 지나가는 동안 물질이 교환될 시간이 확보됨

온몸의 조직에서는 산소와 영양소가 대체로 혈액에서 세포 쪽으로, 이산화 탄소 등은 세포에서 혈액 쪽으로 이동합니다. 이때 **조직액(세포 사이를 채운 액체)**을 거칩니다.

산소는 혈관 벽을 통과해 세포로 이동하고, 적혈구는 보통 혈관 안에 머뭅니다.

질문 15

모세혈관은 가늘다면서, 총단면적은 왜 가장 넓다고 하나요?

> **답** **한 가닥의 단면적과 같은 종류의 혈관들을 합한 총단면적이 다르기 때문입니다.**

혈관을 흐름에 직각으로 잘랐다고 생각했을 때, 그 안쪽의 넓이가 혈관의 단면적입니다. 모세혈관은 한 가닥씩 보면 매우 가늘지만 수가 매우 많습니다. 온몸의 모세혈관 단면적을 모두 합하면 대동맥의 단면적보다 훨씬 넓습니다.

계산 원리만 보기 위해 만든 모형을 생각해 봅시다. 굵은 관 1개의 단면적이 10이고, 가는 관 100개 각각의 단면적이 0.2라면, 가는 관들의 총단면적은 $100 \times 0.2 = 20$입니다. 한 가닥은 더 가늘어도 합계는 더 클 수 있습니다. 이 수치는 실제 혈관의 측정값은 아닙니다.

비교 대상	모세혈관의 특징
한 가닥의 굵기	매우 가늘다
같은 종류 전체의 총단면적	매우 많은 가닥의 단면적을 합하므로 넓다
혈액의 평균 이동 속도	넓은 총단면적으로 혈액이 나뉘어 흘러 느리다

혈액이 안정적으로 순환할 때, 전체 경로의 각 구간을 1초 동안 지나가는 혈액의 양은 대체로 같습니다. 이때 총단면적이 넓은 구간에서는 평균 속도가 느려집니다. **한 가닥이 가늘어서 무조건 느리다는 설명으로 바꾸면 안 됩니다.**

질문 16

혈압이 낮아질수록 혈액의 속도도 계속 느려지나요?

> **답** **혈압과 혈액의 속도는 서로 다른 양이므로 같은 모양으로 변하지 않습니다.**

혈압은 혈액이 혈관 벽에 가하는 압력입니다. 온몸순환에서 평균 혈압은 대체로 동맥 쪽에서 높고, 혈관을 지나 정맥 쪽으로 갈수록 낮아집니다.

혈액의 평균 속도는 모세혈관에서 가장 느리고, 모세혈관을 지난 뒤 정맥들이 합쳐지면서 다시 빨라집니다. 정맥 쪽으로 갈수록 전체 혈관의 총단면적이 줄어들기 때문입니다.

온몸순환에서 비교할 양	동맥 쪽에서 모세혈관으로	모세혈관에서 큰 정맥 쪽으로
평균 혈압	낮아짐	더 낮아짐
총단면적	커짐	작아짐
평균 혈류 속도	느려짐	다시 빨라짐

정맥에서 속도가 다시 빨라진다고 해서 혈압도 동맥보다 높아지는 것은 아닙니다. 그래프를 읽을 때는 먼저 세로축이 **혈압, 총단면적, 혈류 속도 중 무엇인지** 확인합니다.

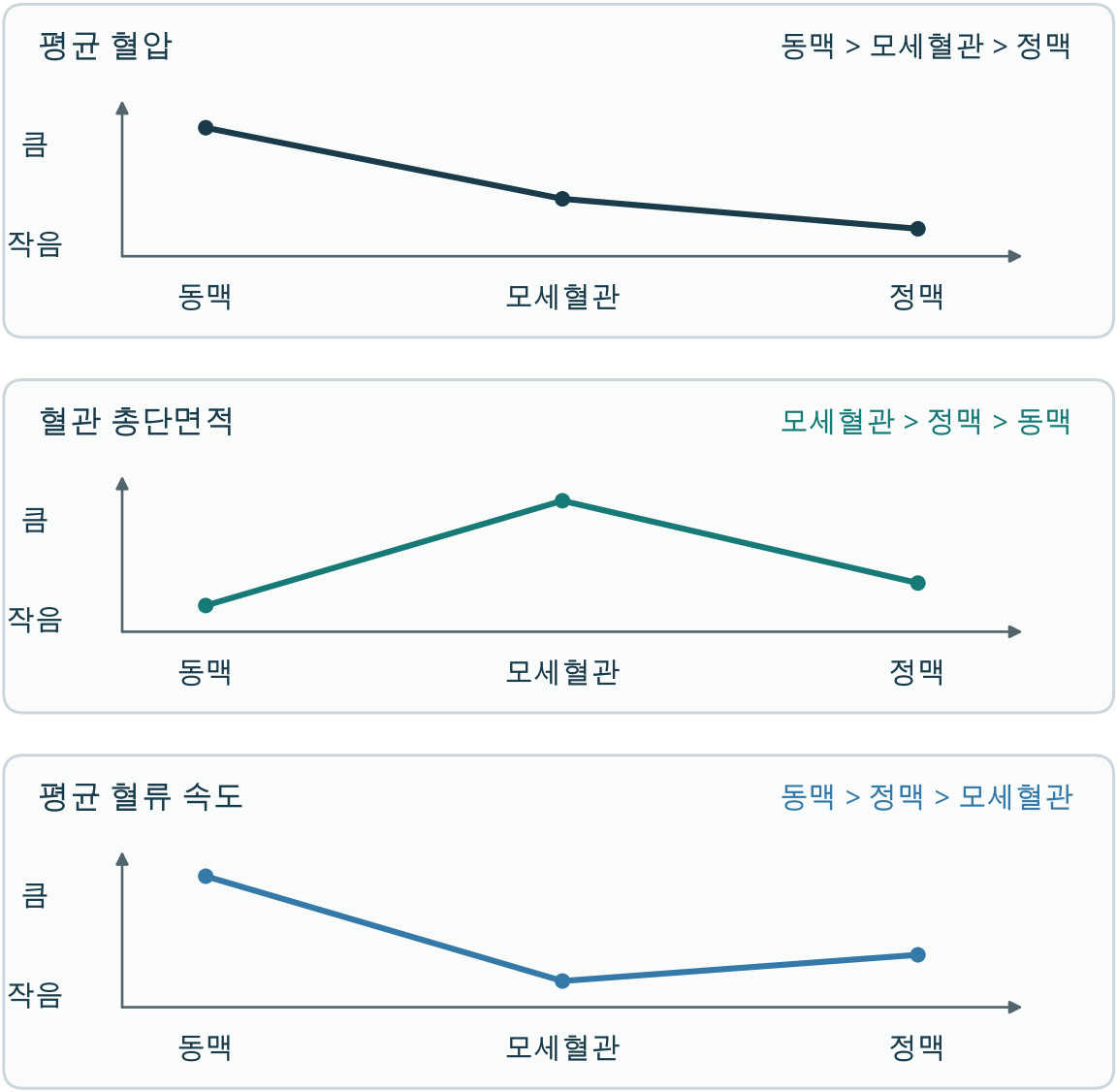
한편 **동맥의 한 지점에서 시간에 따라 측정한 혈압**은 심장박동에 맞추어 오르내립니다. 심실이 혈액을 내보낼 때 높은 값인 최고 혈압(수축기 혈압), 다음 박동 사이에 심실이 이완해 있는 동안 낮은 값인 최저 혈압(이완기 혈압)이 나타납니다. 최저 혈압도 0이라는 뜻은 아닙니다. 혈관의 종류를 따라 비교하는 그래프와, 같은 지점에서 시간에 따라 비교하는 그래프를 구분합니다.

온몸순환의 혈관을 세 종류로 나눈 대표적인 비교는 다음과 같습니다.

- 평균 혈압: **동맥 > 모세혈관 > 정맥**
- 평균 혈류 속도: **동맥 > 정맥 > 모세혈관**
- 혈관 총단면적: **모세혈관 > 정맥 > 동맥**

그림 3 혈압·총단면적·혈류 속도

세로축이 무엇을 나타내는지 먼저 확인하세요.



온몸순환의 경향 모형 · 큰 동맥·정맥 기준 · 실제 측정값이 아님

확인 문제 14~20

14 심장에서 나오는 혈액이 흐르는 혈관은 (동맥 / 정맥), 심장으로 돌아가는 혈액이 흐르는 혈관은 (동맥 / 정맥)입니다.

15 모세혈관의 구조와 기능을 연결한 설명으로 옳은 것 하나를 고르세요.

① 벽이 두꺼워 산소가 빨리 통과한다. ② 벽이 얇아 물질이 통과할 거리가 짧다. ③ 한 가닥의 단면적이 가장 넓어 혈액이 느리게 흐른다. ④ 판막이 많아 물질 교환 면적이 넓어진다.

답 _____

16 정맥 판막에 대한 설명으로 옳은 것 하나를 고르세요.

① 모든 정맥에 반드시 있다. ② 심장에서 멀어지는 방향의 흐름만 통과시킨다. ③ 주변 근육이 수축하면 혈액이 심장 쪽으로 흐르는 것을 막는다. ④ 혈액의 역류를 막아 심장 쪽으로 흐르는 것을 돕는다.

답 _____

17 한 가닥의 단면적이 0.3인 가는 관 80개의 총단면적은 얼마인가요? 이 값은 단면적이 12인 굵은 관 한 개보다 (크다 / 작다)입니다. 단면적의 단위는 모두 같다고 합니다.

답 _____

18 혈액이 안정적으로 순환하고 각 구간을 1초 동안 지나가는 혈액의 양이 같다고 할 때, 총단면적이 가장 넓은 구간에서 혈액의 평균 속도는 (가장 빠르다 / 가장 느리다)입니다.

19 온몸순환에서 혈액이 모세혈관을 지나 큰 정맥 쪽으로 흐를 때, 평균 혈압은 대체로 (낮아지고 / 높아지고), 평균 혈류 속도는 (느려집니다 / 빨라집니다).

20 다음 문장의 괄호에서 알맞은 말을 고르세요.

온몸 조직의 모세혈관에서 산소가 세포로 전달될 때, 적혈구는 보통 (혈관 안에 머무르고 / 혈관 밖으로 나가고), 산소는 혈관 벽과 조직액을 거쳐 세포 쪽으로 이동한다.

04 허파와 온몸을 도는 길은 어떻게 이어질까?

질문 17

허파순환과 온몸순환은 서로 다른 혈액이 도는 길인가요?

> **답** **두 순환은 하나로 이어져 있으며, 순환하는 혈액이 허파와 온몸의 조직에서 각각 물질을 교환합니다.**

구분	출발	거치는 대표 경로	도착	주요 물질 교환
허파순환 (폐순환)	우심실	폐동맥 → 허파의 모세혈관 → 폐정맥	좌심방	혈액이 산소를 받고 이산화 탄소를 내보냄
온몸순환 (체순환)	좌심실	대동맥 → 온몸의 모세혈관 → 대정맥	우심방	온몸의 조직 세포에 산소·영양소를 공급하고 이산화 탄소·노폐물을 받음

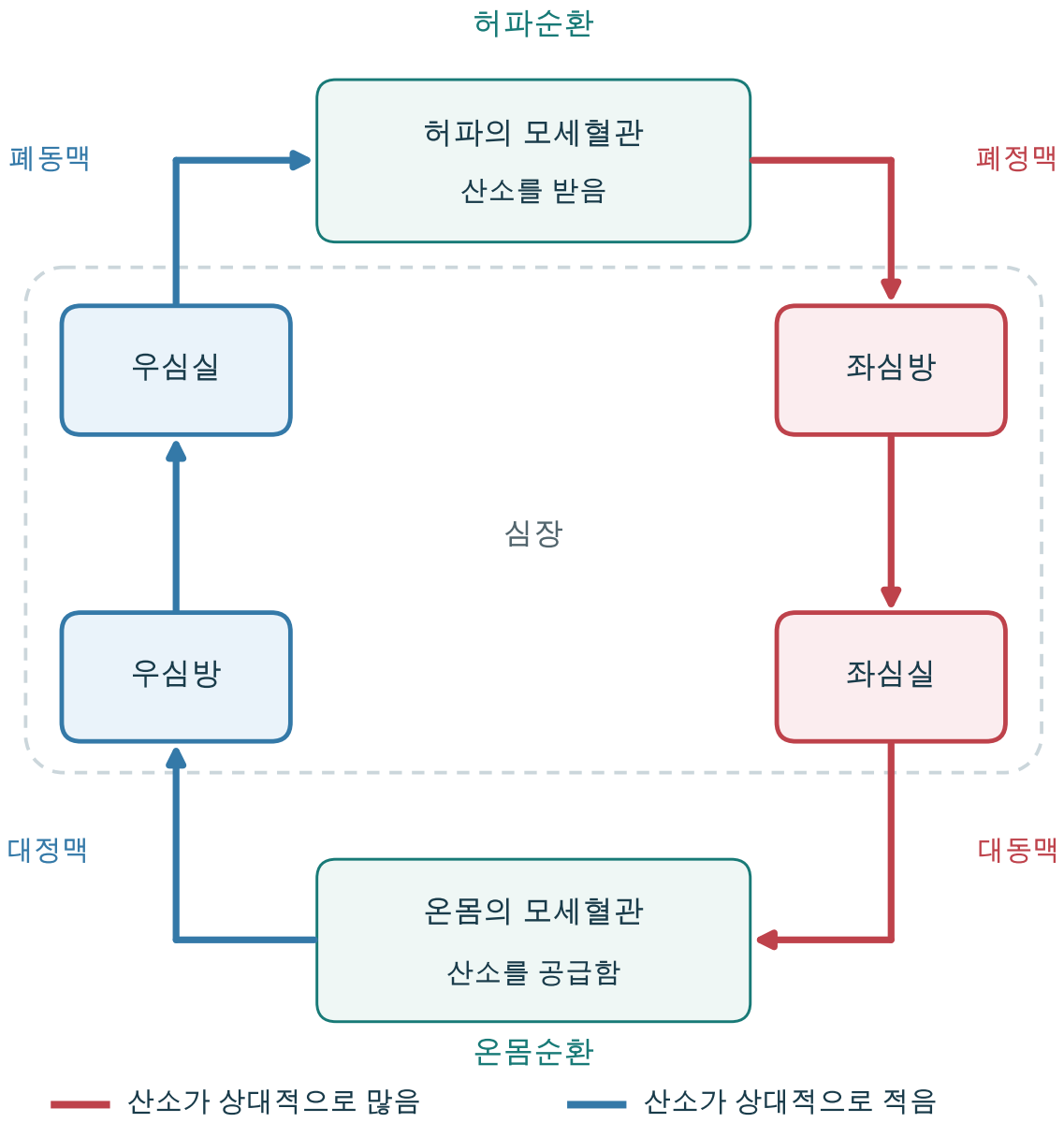
각 경로에서 동맥과 모세혈관 사이, 모세혈관과 정맥 사이에는 가지 친 작은 혈관들이 이어집니다. 위 표는 대표 이름으로 줄여 쓴 경로입니다.

두 순환을 연결할 때는 **좌심방 → 좌심실**, **우심방 → 우심실**을 넣습니다. 좌심방으로 돌아온 혈액이 다음 순간 바로 대동맥으로 나가는 것은 아닙니다.

허파순환과 온몸순환을 한 차례씩 거치는 동안 혈액은 오른쪽 심장과 왼쪽 심장을 각각 지나갑니다. 이것이 한 바퀴의 순환에서 심장을 두 번 거친다는 뜻입니다.

그림 4 두 순환은 하나로 이어집니다

화살표를 따라 심장의 네 방과 두 교환 장소를 연결하세요.



심장의 실제 좌우 배치가 아님 · 파랑도 실제 혈액의 색은 붉은 계열

질문 18

폐동맥에는 왜 산소가 적은 혈액이 흐르나요?

> **답** **폐동맥은 온몸에서 돌아온 혈액을 허파로 보내는 길이므로, 그 혈액은 아직 허파에서 산소를 다시 공급받기 전이기 때문입니다.**

동맥·정맥은 혈관의 이동 방향을 구분하는 말이고, 동맥혈·정맥혈은 산소와 이산화 탄소의 상대적인 양으로 혈액을 구분할 때 사용하는 말입니다.

구별하는 대상	구분	기준
혈관	동맥 / 정맥	심장에서 나감 / 심장으로 들어감
혈액	동맥혈 / 정맥혈	산소가 상대적으로 많고 이산화 탄소가 적음 / 산소가 상대적으로 적고 이산화 탄소가 많음

큰 혈관	이동 방향	흐르는 혈액
대동맥	좌심실 → 온몸	동맥혈
대정맥	온몸 → 우심방	정맥혈
폐동맥	우심실 → 허파	정맥혈
폐정맥	허파 → 좌심방	동맥혈

폐동맥도 심장에서 나가는 혈관이라는 동맥의 기준에 정확히 맞습니다. 동맥의 정의에서 예외인 것이 아닙니다. 잘못된 것은 '모든 동맥에는 동맥혈만 흐른다'라는 연결입니다.

질문 19

그림의 빨간 피와 파란 피는 실제로도 색이 그렇게 다른가요?

> **답** **실제 사람의 혈액은 산소가 많아도 적어도 붉은 계열의 색이며, 그림의 파란색은 산소가 상대적으로 적다는 표시입니다.**

산소가 풍부한 혈액은 더 선명한 붉은색, 산소가 적은 혈액은 더 어두운 붉은색을 띱니다. 정맥혈이 파란 액체인 것은 아닙니다.

이 학습지에서 산소량을 색으로 구분한다면 빨강은 산소가 상대적으로 많은 혈액, 파랑은 상대적으로 적은 혈액을 뜻합니다. 다른 자료에서는 그 자료의 범례를 먼저 확인해야 합니다.

그림을 보고 생길 수 있는 생각	정확하게 읽기
파랑이면 산소가 전혀 없다	산소가 상대적으로 적다는 뜻
빨강이면 무조건 동맥이다	폐정맥에도 산소가 많은 혈액이 흐름
산소량을 나타낸 색은 어디서 바뀌는가	물질 교환이 일어나는 모세혈관에서 바뀜: 허파에서는 파랑→빨강, 온몸 조직에서는 빨강→파랑

질문 20

허파와 근육에서는 기체의 이동 방향이 왜 반대인가요?

> **답** **허파에서는 혈액이 산소를 얻고, 근육에서는 세포가 혈액에서 산소를 받아 이용하기 때문입니다.**

허파 속에는 작은 공기 주머니인 **허파꽈리(폐포)**가 있습니다. 허파꽈리와 이를 둘러싼 모세혈관 사이에서 기체가 교환됩니다.

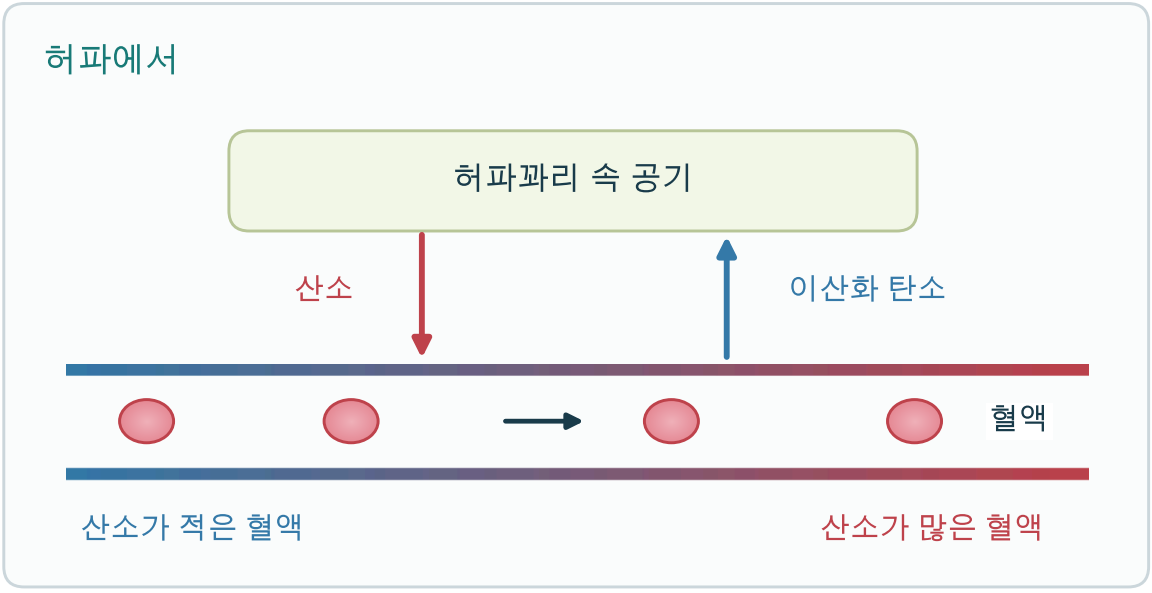
교환 장소	산소의 이동 방향	이산화 탄소의 이동 방향	그곳을 지난 혈액의 변화
허파꽈리와 모세혈관 사이	허파꽈리 속 공기 → 혈액	혈액 → 허파꽈리 속 공기	산소 증가, 이산화 탄소 감소
활동 중인 근육의 모세혈관과 세포 사이	혈액 → 근육 세포	근육 세포 → 혈액	산소 감소, 이산화 탄소 증가

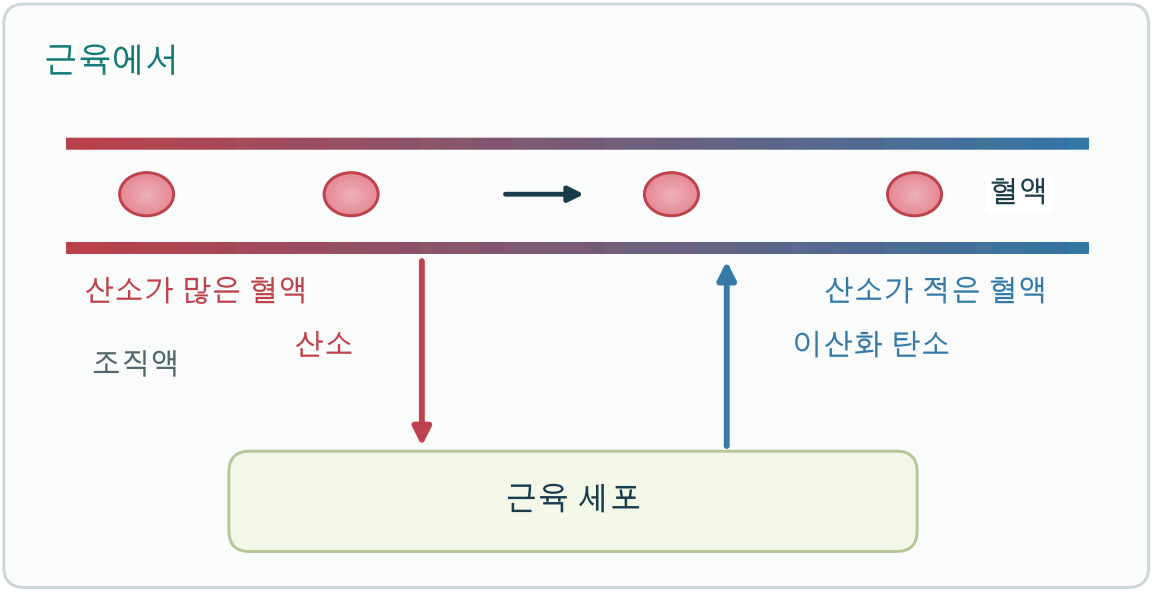
근육 세포는 세포 호흡을 하면서 산소를 사용하고 이산화 탄소를 만듭니다. 허파에서는 혈액이 허파꽈리를 통해 산소를 받고 이산화 탄소를 내보냅니다.

자료를 비교할 때: 먼저 허파인지 근육인지 확인하고, 들어오는 혈액과 나가는 혈액을 구분합니다. 물질의 양은 같은 부피의 혈액끼리 비교해야 합니다. 산소가 감소하고 이산화 탄소가 증가했다고 해서 산소가 그대로 이산화 탄소로 바뀌었다는 뜻은 아닙니다.

그림 5 허파와 근육의 기체 교환

같은 혈액이 두 장소에서 서로 다른 방향으로 기체를 주고받습니다.





빨강·파랑은 혈액의 상대적인 산소량을 나타냅니다.

가로 화살표: 혈액 흐름 · 세로 화살표: 기체 이동 · 적혈구는 혈관 안

질문 21

온몸순환은 간·콩팥·근육을 차례로 전부 지나는 길인가요?

답 **아니요. 온몸순환에서는 혈관이 가지를 쳐서 여러 기관으로 나뉘므로, 혈액이 모든 기관을 차례로 지나지는 않습니다.**

대동맥에서 나온 혈액은 여러 동맥으로 나뉘어 각 기관으로 갑니다. 근육이나 콩팥으로 간 혈액은 각각의 경로를 거쳐 정맥을 통해 심장으로 돌아옵니다.

기관에 따라 주고받는 물질도 다릅니다. 근육에서는 혈액이 포도당을 공급하고, 식사 뒤 작은창자에서는 흡수된 포도당이 혈액으로 들어옵니다.

작은창자에서 이어 보기

간문맥은 작은창자 등 소화 기관에서 온 혈액을 간으로 보내는 혈관이고, **간정맥**은 간을 지난 혈액을 대정맥 쪽으로 보내는 혈관입니다.

작은창자에서 흡수된 포도당이 간에 저장되거나 다른 물질로 바뀌지 않고 근육까지 운반되는 대표 경로는 다음과 같습니다.

순서	지나는 곳
1. 흡수 후 간으로	작은창자 융털의 모세혈관 → 간문맥 → 간의 모세혈관
2. 오른쪽 심장으로	간정맥 → 대정맥 → 우심방 → 우심실
3. 허파를 지나 왼쪽 심장으로	폐동맥 → 허파의 모세혈관 → 폐정맥 → 좌심방 → 좌심실
4. 근육으로	대동맥 → 근육으로 가는 동맥 → 근육의 모세혈관

포도당은 모세혈관 벽과 조직액을 거쳐 근육 세포로 전달됩니다. 간문맥은 작은창자 쪽 모세혈관과 간의 모세혈관을 잇는 경로입니다.

지방은 주로 융털의 암죽관·림프관을 거쳐 정맥에 합류합니다.

확인 문제 21~26

21 두 순환 경로의 빈칸을 채우세요.

(가) 우심실 → (　　) → 허파의 모세혈관 → (　　) → 좌심방

(나) 좌심실 → (　　) → 온몸의 모세혈관 → (　　) → 우심방

22 폐동맥은 심장에서 (나가는 / 들어오는) 혈액이 흐르므로 동맥이며, 그 안의 혈액은 허파에서 산소를 공급받기 (전 / 후)이므로 정맥혈입니다.

23 정상적인 사람의 큰 혈관에 대한 설명으로 옳은 것 하나를 고르세요.

① 폐정맥에는 동맥혈이 흐른다. ② 대정맥에는 산소가 전혀 없는 혈액만 흐른다. ③ 폐동맥은 심장으로 들어오는 혈관이다. ④ 동맥은 산소량을 기준으로 붙인 이름이다.

답 _____

24 산소와 이산화 탄소가 이동하는 대표 방향을 각각 고르세요.

(가) 허파의 산소: (허파꽈리 → 혈액 / 혈액 → 허파꽈리)

(나) 허파의 이산화 탄소: (허파꽈리 → 혈액 / 혈액 → 허파꽈리)

(다) 근육의 산소: (혈액 → 세포 / 세포 → 혈액)

(라) 근육의 이산화 탄소: (혈액 → 세포 / 세포 → 혈액)

25 일반적인 혈액 순환 경로를 따라 우심방에서 출발한 적혈구 하나가 근육의 모세혈관에 처음 도착할 때까지의 빈칸을 채우세요.

우심방 → 우심실 → 폐동맥 → (가)의 모세혈관 → 폐정맥 → (나) → (다) → 대동맥 → 근육으로 가는 동맥 → 근육의 모세혈관

26 작은창자에서 흡수된 포도당이 간에서 저장되거나 다른 물질로 바뀌지 않고 근육으로 운반될 때, 작은창자 융털의 모세혈관 다음에 거치는 혈관은 (간문맥 / 폐정맥)입니다. 간에서 나와 오른쪽 심장에 도착한 뒤에는 (허파 / 작은창자)의 모세혈관을 지나 왼쪽 심장으로 돌아옵니다.

05 심장이 뛰면 혈액과 혈관에서는 어떤 일이 생길까?

질문 22

심장은 네 방이 한꺼번에 수축하나요?

답 **두 심방이 먼저 수축하고, 이어 두 심실이 수축하며, 이완하여 다시 혈액을 채우는 과정이 반복됩니다.**

수축은 심장 근육이 줄어들어 혈액을 미는 작용이고, 이완은 근육이 풀리는 작용입니다. 다음 표는 혈액이 채워지거나 내보내지는 대표 장면을 나타냅니다.

대표 장면	혈액의 이동	심방·심실 사이 판막	심실·동맥 사이 판막
심방·심실이 이완되어 심실에 혈액이 채워짐	정맥 → 심방 → 심실	열림	닫힘
심방이 수축함	심방 → 심실로 혈액이 더 들어감	열림	닫힘
심실이 수축하여 혈액을 내보냄	심실 → 동맥	닫힘	열림

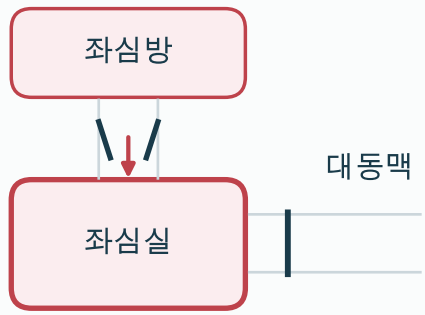
심실에 혈액이 채워질 때는 동맥 쪽 판막이 닫혀 동맥의 혈액이 심실로 되돌아오는 것을 막습니다. 심실이 혈액을 내보낼 때는 심방 쪽 판막이 닫혀 심방으로의 역류를 막습니다.

심실은 이완할 때부터 혈액을 받아들이며, 심방 수축이 혈액을 더 채우는 데 도움을 줍니다. 심장은 스스로 박동하는 **자동성**이 있고, 신경 등의 조절을 받아 몸의 상태에 맞게 박동의 빠르기가 달라집니다.

그림 6 심장박동과 판막

혈액이 채워지거나 내보내지는 세 대표 장면을 비교합니다.

① 심방·심실 이완



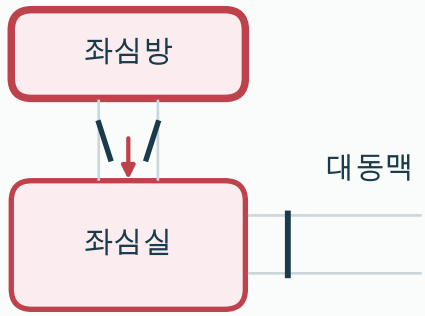
심실에 혈액이 채워짐

심방·심실 사이 판막 열림

심실·동맥 사이 판막 닫힘

역류를 막는 쪽: 동맥 쪽

② 심방 수축



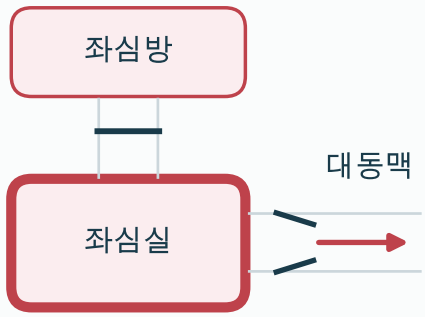
심실로 혈액을 더 보냄

심방·심실 사이 판막 열림

심실·동맥 사이 판막 닫힘

역류를 막는 쪽: 동맥 쪽

③ 심실 수축·혈액 방출



동맥으로 혈액을 내보냄

심방·심실 사이 판막 닫힘

심실·동맥 사이 판막 열림

역류를 막는 쪽: 심방 쪽

왼쪽 심장의 연결을 단순화한 모형 · 오른쪽도 같은 순서로 작용

질문 23

심장이 이완하면 혈액도 모두 멈추나요?

> **답** **심장이 이완해도 탄력 있는 동맥 벽이 혈액 흐름을 이어 주는 데 도움을 줍니다.**

심실이 수축할 때 밀려 나온 혈액이 동맥 벽을 늘립니다. 심실이 이완하는 동안에는 늘어난 동맥 벽이 되돌아오면서 혈액을 앞으로 미는 데 도움을 줍니다.

이때 심실과 동맥 사이 판막은 닫혀 있어 혈액이 심실로 되돌아가는 것을 막습니다. **동맥 벽의 탄력성은 흐름을 이어 주고, 판막은 역류를 막습니다.**

질문 24

손목에서 느껴지는 맥박은 무엇이며, 운동하면 왜 빨라지나요?

> **답** **맥박은 심실이 혈액을 내보낼 때 생긴 압력 변화가 동맥을 따라 전달되면서 나타나는 혈관 벽의 주기적인 움직임입니다.**

손목에서는 피부 가까이에 있는 동맥의 맥박을 느낄 수 있습니다. 정상적으로 규칙적인 박동에서는 맥박 수가 심장박동 수와 대체로 같습니다.

운동하면 근육에서 에너지 사용이 늘어납니다. 산소와 영양소를 더 공급하고 이산화 탄소 등을 운반할 필요가 커지므로, 심장박동이 빨라지고 보통 한 번에 내보내는 혈액량도 증가하여 1분 동안 근육에 공급하는 혈액의 양이 늘어납니다.

맥박 수와 혈압은 다른 양입니다. 맥박 수가 분당 몇 번인지 아는 것만으로 혈압이 얼마인지 정할 수 없습니다.

확인 문제 27~32

27 다음 세 장면을 '심실에 혈액이 채워지는 이완 장면'부터 순서대로 쓰세요.

ㄱ. 심실이 수축하여 동맥으로 혈액을 내보낸다.

ㄴ. 심방이 수축하여 심실로 혈액을 더 보낸다.

ㄷ. 심방과 심실이 이완된 상태에서 심실에 혈액이 채워진다.

답 _____

28 심방과 심실이 모두 이완하여 심실에 혈액이 채워지는 동안, 심실과 동맥 사이 판막은 (열림 / 닫힘) 상태이며, 이 판막이 막는 것은 (동맥 → 심실 / 심방 → 심실) 방향의 흐름입니다.

29 다음 문장이 옳으면 O, 틀리면 X를 쓰세요.

(가) 심실에는 심방이 수축하는 순간에만 혈액이 들어온다.

(나) 심장이 이완해도 탄력 있는 동맥 벽의 작용 등이 혈액 흐름을 이어 주는 데 도움을 준다.

(다) 심장은 매번 의식적으로 명령해야만 한 번씩 뛴다.

답 _____

30 맥박에 대한 설명으로 옳은 것 하나를 고르세요.

① 정맥 판막이 닫힐 때 생기는 움직임이다. ② 심장이 한 번 뛸 때 한 적혈구가 온몸을 한 바퀴 도는 현상이다. ③ 심실의 혈액 방출에 따른 압력 변화가 동맥을 따라 전달되어 나타난다. ④ 맥박 수가 같으면 혈압도 반드시 같다.

답 _____

31 맥박이 규칙적인 동안 15초 동안 19회를 세었습니다. 같은 빠르기가 유지된다고 가정할 때, 분당 맥박 수는 몇 회인가요?

답 _____

32 운동 때 심장박동이 빨라지는 까닭을 완성하세요.

운동하는 근육에서는 세포 호흡에 필요한 (산소 / 이산화 탄소)를 더 공급받고, 세포 호흡으로 생긴 (산소 / 이산화 탄소)를 더 원활하게 내보낼 필요가 있다.

06 혈액 관찰과 맥박 측정으로 무엇을 알 수 있을까?

질문 25

혈액을 현미경으로 관찰할 때 고정액과 김사 용액은 왜 쓰나요?

> **답** **고정액은 혈구의 형태를 보존하고, 김사 용액은 핵 등을 염색하여 혈구를 구별하기 쉽게 합니다.**

혈액 표본은 얇게 펴기, 고정, 염색 등의 과정을 거쳐 만듭니다.

순서	과정·재료	이렇게 하는 이유
1	받침유리 위에 혈액을 얇게 펴고 말림	혈구가 겹치는 것을 줄여 각각의 모습을 보기 위함
2	알코올 고정액으로 처리한 뒤 말림	혈구의 형태를 보존하기 위함
3	김사 용액으로 염색함	핵 등이 염색되어 구별하기 쉬워짐
4	남은 염색액을 씻어 내고 말린 표본을 관찰함	겹침이 적고 염색이 잘 된 곳에서 혈구의 특징을 비교함

메탄올(알코올의 한 종류)은 혈액 표본을 만들 때 쓰는 고정액으로, **혈구의 형태를 보존**합니다. 김사 용액으로 핵 등을 염색하는 과정과 역할이 다릅니다.

관찰할 성분	주로 보이는 특징
적혈구	수가 가장 많고, 사람의 성숙한 적혈구에는 핵이 없음
백혈구	핵이 보라색 계열로 염색되어 보임
혈소판	매우 작아 관찰하기 어려울 수 있음

한 표본에서 혈소판이 잘 보이지 않더라도 그 혈액에 혈소판이 없다고 단정할 수 없습니다.

원심 분리와는 어떻게 다른가요? 응고를 막은 혈액을 빠르게 회전시켜 성분을 나누면, 위쪽에는 혈장, 아래쪽에는 적혈구, 그 사이에는 백혈구·혈소판의 얇은 층이 모입니다. 현미경 관찰은 혈구의 모습을 비교하고, 원심 분리는 혈액의 성분을 층으로 나누어 비교합니다.

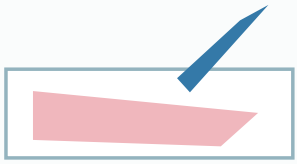
그림 7 혈액 표본 준비와 관찰

각 과정이 혈구의 모습을 구별하는 데 어떻게 도움이 될까요?



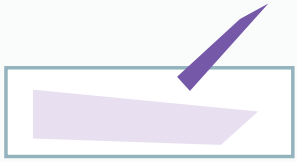
① 얇게 펴고 말림

혈구가 겹치는 것을 줄임



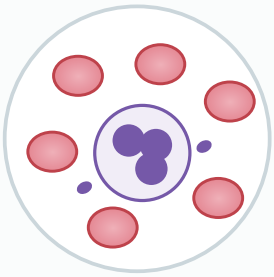
② 고정액으로 처리

혈구의 형태를 보존함



③ 김사 용액으로 염색

핵 등을 구별하기 쉽게 함



④ 남은 염색액을 씻고 관찰

적혈구: 가장 많고 핵이 없음

백혈구: 핵이 보라색 계열로 보임

혈소판: 매우 작아 잘 안 보일 수 있음

알코올 고정액 사용 · 실제 사진이 아님

질문 26

운동 뒤 맥박이 빨라졌다는 결과로 어디까지 설명할 수 있나요?

> **답** **측정한 조건에서 맥박이 증가했다는 것은 확인할 수 있고, 그 이유는 근육의 물질 요구와 순환 기능을 연결하여 설명합니다.**

한 사람의 운동 전후를 비교할 때는 같은 시간 동안 같은 방법으로 맥박을 셉니다. 운동의 종류·시간, 운동을 마친 뒤 측정하기까지의 시간도 정해 두어야 합니다. 운동이 끝난 뒤 회복되면서 맥박이 달라질 수 있기 때문입니다.

알아볼 것	자료를 읽는 방법
맥박이 증가했는가	같은 시간 동안 센 횟수를 비교함
분당 몇 회인가	측정 시간에 맞게 환산함
회복하면서 어떻게 변했는가	운동 직후와 휴식 뒤를 비교함
예상대로 증가하지 않았는가	운동 강도·측정 시작 시점·계수 오류 등 실제 조건을 먼저 확인함

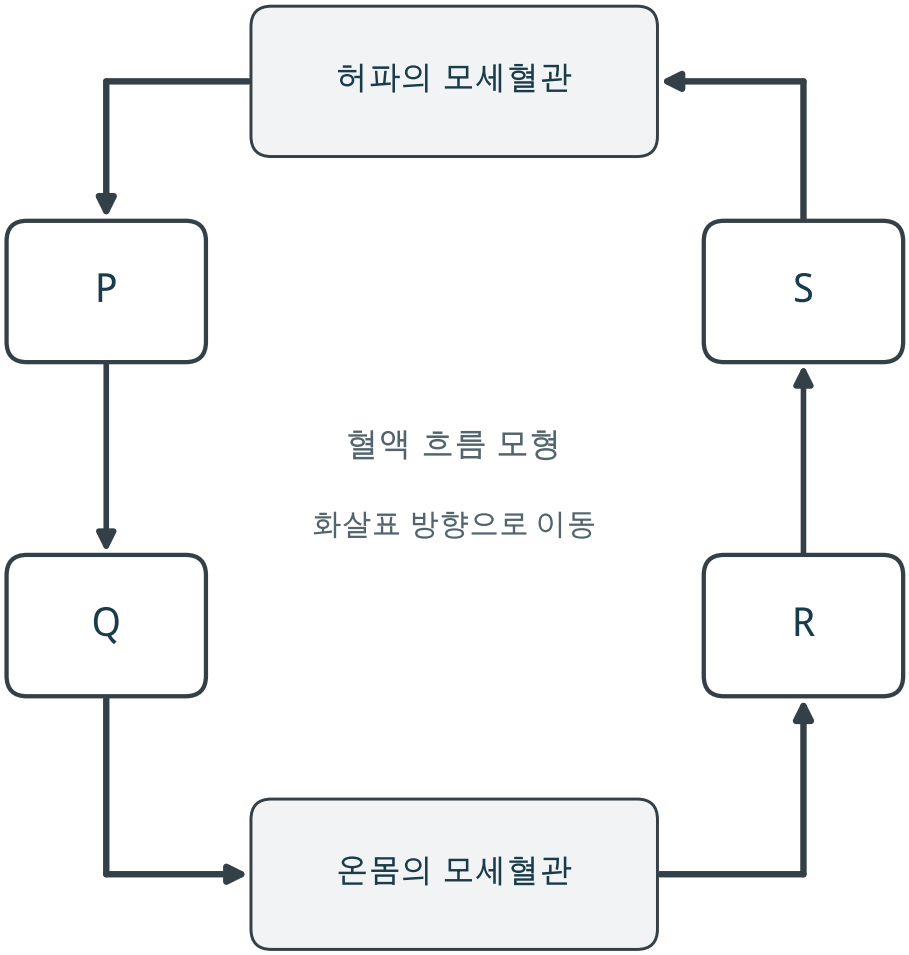
이 결과만으로 산소 사용량, 혈압, 한 번에 내보내는 혈액량까지 각각 정확히 계산할 수는 없습니다. 맥박수가 알려 주는 양과 다른 측정이 필요한 양을 구별합니다. 예상과 다른 결과가 나왔다면 측정값을 임의로 고치지 않고, 조건과 방법을 점검한 뒤 같은 기준으로 다시 비교합니다.

확인 문제 33~42

33 다음 그림은 혈액 흐름만 나타낸 모형이며 실제 심장의 좌우 위치와 다릅니다. P·Q·R·S에 해당하는 심장의 방 이름을 각각 쓰세요.

그림 8 화살표로 심장의 방 찾기

P·Q·R·S는 어떤 방일까요? 위치보다 연결을 따라가 보세요.



실제 심장의 좌우 위치와 다름 · 정답을 나타내는 색 구분 없음

답

34 X와 Y는 활동 중인 같은 근육으로 들어가는 혈액과 나오는 혈액입니다. 어느 것이 들어가는 혈액인지 고르고, 산소의 이동 방향을 고르세요. 두 기체는 각각 같은 부피의 혈액에서 비교했으며, 수치는 실제 측정값이 아닌 설명용 상대값입니다. 상대값은 같은 기체끼리 비교합니다.

혈액	산소 상대량	이산화 탄소 상대량
X	88	42
Y	64	56

(가) 근육에 들어가는 혈액: (X / Y)

(나) 산소 이동: (혈액 → 근육 세포 / 근육 세포 → 혈액)

35 L과 M은 허파로 들어가는 혈액과 허파에서 나오는 혈액입니다. 폐동맥과 폐정맥에 해당하는 것을 각각 쓰세요. 비교 조건과 상대값의 뜻은 확인 34의 조건과 같습니다.

혈액	산소 상대량	이산화 탄소 상대량
L	61	58
M	92	39

답

36 온몸순환에서 각 양의 변화 경향을 말로 나타냈습니다. A·B·C를 평균 혈압·혈관 총단면적·평균 혈류 속도와 연결하세요.

자료	동맥 쪽 → 모세혈관 → 큰 정맥 쪽의 경향
A	감소 → 낮은 값으로 더 감소
B	증가 → 모세혈관에서 최대 → 감소
C	감소 → 모세혈관에서 최소 → 증가

답

37 한 사람이 다음과 같이 맥박을 측정했습니다. 각 30초 동안 빠르기가 일정했다고 가정하여 분당 맥박 수로 환산하세요. 수치는 학습을 위해 만든 자료입니다.

측정 조건	30초 동안 센 맥박 수
충분히 쉰 뒤, 운동 전	34회
운동 직후	52회
운동을 마치고 3분간 쉰 뒤	38회

답 _____

38 확인 37의 결과만으로 판단할 수 있는 것 하나를 고르세요.

① 운동 직후 혈압이 정확히 두 배였다. ② 운동 직후 근육의 산소 사용량이 분당 맥박 수와 같은 비율로 증가했다. ③ 3분간 쉰 뒤 맥박 수가 운동 직후보다 낮아졌다. ④ 운동 직후 심장이 한 번에 내보낸 혈액량은 운동 전과 반드시 같았다.

답 _____

39 일반적인 사람의 혈액에서 단위 부피당 수가 가장 많은 혈구 성분과, 대표적인 크기가 가장 작은 혈구 성분을 차례로 쓰세요.

답 _____

40 혈액 표본을 만드는 과정에서 알코올 고정액과 김사 용액의 주된 역할을 각각 쓰세요. 이어서 혈액을 얇게 펴는 이유를 쓰세요.

답 _____

41 한 동맥의 같은 지점에서 시간에 따른 혈압을 측정한 모형 자료에서 높은 값은 114 mmHg, 낮은 값은 74 mmHg였습니다. 두 값 가운데 최저 혈압은 어느 것이며, 주로 심실이 (수축하여 혈액을 내보내는 때 / 다음 박동 사이에 이완해 있는 때)에 해당하나요? 수치는 학습용 임의값입니다.

42 고산 지대에서 일정 기간 적응할 때 나타날 수 있는 변화 중, 혈액의 산소 운반을 직접 돕는 것 하나를 고르세요.

① 적혈구의 헤모글로빈 양이 줄어든다. ② 적혈구 수가 증가한다. ③ 공기 중 산소가 차지하는 비율이 높아진다. ④ 같은 부피의 혈액에서 적혈구 비율이 낮아진다.

답 _____

한눈에 다시 보는 순환계

허파순환: 우심실 → 폐동맥 → 허파의 모세혈관 → 폐정맥 → 좌심방

온몸순환: 좌심실 → 대동맥 → 온몸의 모세혈관 → 대정맥 → 우심방

두 순환은 **좌심방 → 좌심실**, **우심방 → 우심실**의 연결로 이어집니다.

비교	대표적인 순서 또는 작용
평균 혈압	동맥 > 모세혈관 > 정맥
평균 혈류 속도	동맥 > 정맥 > 모세혈관
혈관 총단면적	모세혈관 > 정맥 > 동맥
헤모글로빈	허파에서 산소와 결합 → 조직에서 산소가 떨어짐
동맥·정맥	심장에서 나감 / 심장으로 돌아옴
심실로 혈액이 채워질 때	심방 쪽 판막 열림, 동맥 쪽 판막 닫힘
심실이 동맥으로 혈액을 내보낼 때	심방 쪽 판막 닫힘, 동맥 쪽 판막 열림
혈액 표본의 고정 / 염색	혈구의 형태 보존 / 핵 등을 구별하기 쉽게 함

정답과 해설

확인 01~07

01 **작은창자·허파, 다리 근육의 세포, 운반.** 작은창자에서는 포도당이, 허파에서는 산소가 혈액으로 들어옵니다. 혈액은 이 물질들을 멀리 떨어진 세포까지 옮깁니다. 다시 볼 곳: 질문 01.

02 **(가) 심장, (나) 혈관, (다) 혈액.** 심장은 혈액을 내보낼 압력을 만들고, 혈관은 길을 제공하며, 혈액은 물질을 운반합니다. 세 역할이 함께 작용해야 순환이 이루어집니다. 다시 볼 곳: 질문 02.

03 **(가) 적혈구, (나) 백혈구, (다) 혈소판, (라) 혈장.** 적혈구의 헤모글로빈은 산소 운반, 백혈구는 병원체에 대한 방어, 혈소판은 응고와 연결합니다. 혈장은 액체 성분입니다. 사람의 성숙한 적혈구는 핵이 없으며, 혈소판은 세포 조각입니다. 다시 볼 곳: 질문 03.

04 **③, 결합, 분리.** 헤모글로빈은 허파에서 산소와 결합하고 조직에서 산소를 놓아줍니다. 오답 ①: 장소별 작용을 거꾸로 설명했습니다. 오답 ②: 산소의 많고 적음에 따른 차이를 무시했습니다. 오답 ④: 헤모글로빈은 적혈구 속에 있습니다. 다시 볼 곳: 질문 04.

05 **백혈구, 혈소판.** 일부 백혈구는 식균 작용으로 몸을 방어합니다. 혈소판은 상처 부위의 혈액 응고에 관여합니다. 둘 다 몸의 보호와 관련되지만 같은 기능은 아닙니다. 다시 볼 곳: 질문 05.

06 **(가) 혈장, (나) 적혈구, (다) 혈장.** 포도당·요소는 혈장에 녹아 운반되고, 산소 대부분은 적혈구의 헤모글로빈과 결합합니다. 이산화 탄소 대부분은 혈장에 실려 허파로 운반됩니다. 다시 볼 곳: 질문 04·06.

07 **11 mL.** 20 × 0.55 = 11 mL입니다. 혈액 부피에서 혈장이 차지하는 비율을 계산한 것입니다. 다시 볼 곳: 질문 03.

확인 08~13

08 **(가) 우심방, (나) 좌심방.** 대정맥에서 돌아온 혈액을 우심방이 받고, 폐정맥에서 돌아온 혈액을 좌심방이 받습니다. 다시 볼 곳: 질문 07.

09 **왼쪽.** 정면에서 마주 본 사람의 오른쪽은 보는 사람의 왼쪽에 보입니다. 심장의 좌우는 그 사람 자신의 몸을 기준으로 합니다. 다시 볼 곳: 질문 08.

10 **②.** 온몸으로 혈액을 보내는 데 더 높은 압력이 필요하기 때문입니다. 오답 ①: 혈액의 산소량 자체가 벽 두께의 원인이 아닙니다. 오답 ③: 정상적으로 두 심실은 함께 수축하며, 선후 관계로 벽 두께를 설명하지 않습니다. 오답 ④: 정상적인 박동에서 두 심실의 수축 횟수는 같습니다. 다시 볼 곳: 질문 09·22.

11 **③.** 폐정맥으로 돌아온 혈액은 좌심방, 좌심실을 거쳐 대동맥으로 나갑니다. 오답 ①: 대정맥은 우심방에 연결됩니다. 오답 ②: 심방과 심실의 순서가 바뀌었습니다. 오답 ④: 좌심실은 폐동맥이 아니라 대동맥으로 혈액을 내보냅니다. 다시 볼 곳: 질문 07·10.

12 **(가) 심장 근육의 수축, (나) 판막.** 수축은 압력을 만들고 판막은 역류를 막습니다. 두 역할을 구분해야 한 방향 흐름을 설명할 수 있습니다. 다시 볼 곳: 질문 11.

13 **닫힘, 열림.** 좌심실이 혈액을 대동맥으로 내보내는 동안 심방 쪽 판막은 역류를 막고 동맥 쪽 판막은 혈액을 통과시킵니다. 다시 볼 곳: 질문 11·22.

확인 14~20

14 **동맥, 정맥.** 동맥·정맥의 기준은 산소량이 아니라 심장을 기준으로 한 혈액의 이동 방향입니다. 다시 볼 곳: 질문 12.

15 **②.** 얇은 벽은 물질이 통과할 거리를 줄입니다. 오답 ①: 물질 교환에는 얇은 벽이 유리합니다. 오답 ③: 모세혈관 한 가닥은 매우 가늘며, 가장 넓은 것은 많은 가닥을 합한 총단면적입니다. 오답 ④: 모세혈관의 넓은 교환 면적은 널리 퍼진 분포와 관련됩니다. 다시 볼 곳: 질문 14·15.

16 **④.** 판막은 거꾸로 흐르려는 혈액을 막습니다. 오답 ①: 모든 정맥에 판막이 있는 것은 아닙니다. 오답 ②: 판막은 심장 쪽으로 돌아가는 흐름을 돕습니다. 오답 ③: 주변 근육이 정맥을 누를 때 판막은 반대 방향의 역류를 막습니다. 다시 볼 곳: 질문 13.

17 **24, 크다.** 0.3 × 80 = 24이며, 24는 12보다 큽니다. 한 가닥의 단면적과 여러 가닥의 총단면적을 구분해야 합니다. 다시 볼 곳: 질문 15.

18 **가장 느리다.** 같은 시간 동안 같은 혈액량이 더 넓은 총단면적으로 나뉘어 지나가면 평균 이동 속도는 느려집니다. 한 가닥의 굵기만 비교해서 판단하지 않습니다. 다시 볼 곳: 질문 15.

19 **낮아지고, 빨라집니다.** 평균 혈압은 정맥 쪽으로 갈수록 더 낮아지지만, 모세혈관 뒤에서는 총단면적이 줄어 평균 혈류 속도가 다시 빨라집니다. 압력과 속도를 같은 양으로 취급하면 안 됩니다. 다시 볼 곳: 질문 16.

20 **혈관 안에 머무르고.** 산소는 적혈구의 헤모글로빈에서 떨어져 나온 뒤 혈액에서 혈관 벽과 조직액을 거쳐 세포 쪽으로 이동합니다. 적혈구가 조직마다 혈관 밖으로 나가는 방식이 아닙니다. 다시 볼 곳: 질문 14.

확인 21~26

21 **(가) 폐동맥, 폐정맥 / (나) 대동맥, 대정맥.** 허파순환은 우심실에서 시작해 좌심방으로, 온몸순환은 좌심실에서 시작해 우심방으로 돌아옵니다. 다시 볼 곳: 질문 17.

22 **나가는, 전.** 폐동맥은 심장에서 나가므로 동맥입니다. 온몸을 지난 혈액이 허파에서 산소를 다시 얻기 전이므로 정맥혈이 흐릅니다. 다시 볼 곳: 질문 18.

23 **①.** 폐정맥은 허파에서 산소를 받은 혈액을 좌심방으로 돌려보내므로 동맥혈이 흐릅니다. 오답 ②: 정맥혈에도 산소가 남아 있습니다. 오답 ③: 폐동맥은 심장에서 허파로 나가는 혈관입니다. 오답 ④: 동맥이라는 이름은 심장에서 나가는 방향을 기준으로 합니다. 다시 볼 곳: 질문 18·19.

24 **(가) 허파꽈리 → 혈액, (나) 혈액 → 허파꽈리, (다) 혈액 → 세포, (라) 세포 → 혈액.** 허파에서는 혈액이 산소를 받고 이산화 탄소를 내보냅니다. 근육에서는 산소를 공급하고 세포가 만든 이산화 탄소를 받습니다. 다시 볼 곳: 질문 20.

25 **(가) 허파, (나) 좌심방, (다) 좌심실.** 오른쪽 심장에서 나온 혈액은 허파를 거친 뒤 왼쪽 심장으로 돌아와 온몸으로 나갑니다. 우심실에서 대동맥으로 곧바로 이어지는 길은 아닙니다. 다시 볼 곳: 질문 17.

26 **간문맥, 허파.** 작은창자 융털의 모세혈관에서 간문맥을 거쳐 간으로 갑니다. 이후 간정맥과 대정맥을 통해 오른쪽 심장에 돌아온 뒤, 허파를 지나 왼쪽 심장으로 이동합니다. 포도당이 간에서 저장·변환되지 않고 운반된다는 조건이 주어져 있습니다. 다시 볼 곳: 질문 21.

확인 27~32

27 **ㄷ → ㄴ → ㄱ.** 이완되어 혈액이 채워지고, 심방 수축으로 혈액이 심실에 더 들어간 다음, 심실이 수축해 동맥으로 내보냅니다. 이후 다시 이완 과정으로 이어집니다. 다시 볼 곳: 질문 22.

28 **닫힘, 동맥 → 심실.** 심실에 혈액이 채워질 때 동맥 쪽 판막은 닫혀 있습니다. 심방에서 심실로 들어오는 길은 심방·심실 사이 판막이 열어 줍니다. 다시 볼 곳: 질문 11·22.

29 **(가) X, (나) O, (다) X.** (가) 심실이 이완하여 채워질 때에도 심방에서 혈액이 들어옵니다. (나) 동맥벽의 탄력성은 심실이 이완하는 동안에도 흐름이 이어지는 데 도움을 줍니다. (다) 심장은 스스로 박동을 시작하는 체계를 가지며 신경과 호르몬의 조절을 받습니다. 다시 볼 곳: 질문 22·23.

30 **③.** 심실의 혈액 방출에 따른 압력 변화가 동맥 벽의 주기적인 움직임으로 전달됩니다. 오답 ①: 정맥 판막의 움직임을 세는 것이 아닙니다. 오답 ②: 한 번의 박동과 적혈구 한 바퀴의 이동을 같게 볼 수 없습니다. 오답 ④: 맥박 수와 혈압은 다른 양입니다. 다시 볼 곳: 질문 24.

31 **분당 76회.** 1분은 15초의 4배이므로 19 × 4 = 76회입니다. 측정하는 동안 빠르기가 일정하다는 가정이 필요합니다. 다시 볼 곳: 질문 24·26.

32 **산소, 이산화 탄소.** 운동하는 근육은 에너지 사용이 증가하여 세포 호흡에 필요한 산소 공급과 이산화 탄소 운반이 더 필요합니다. 다시 볼 곳: 질문 01·24.

확인 33~42

33 **P 좌심방, Q 좌심실, R 우심방, S 우심실.** 허파에서 돌아온 혈액은 P를 거쳐 Q에서 온몸으로 나갑니다. 온몸에서 돌아온 혈액은 R을 거쳐 S에서 허파로 나갑니다. 따라서 종이의 좌우 위치와 관계없이 연결로 이름을 정합니다. 다시 볼 곳: 질문 08.

34 **(가) X, (나) 혈액 → 근육 세포.** 근육은 혈액에서 산소를 받아 사용하고, 만든 이산화 탄소를 혈액으로 내보냅니다. 따라서 들어가기 전 혈액은 산소가 더 많고 이산화 탄소가 더 적은 X입니다. X와 Y의 수치는 같은 기체끼리 비교하며, 88이라는 산소 값과 42라는 이산화 탄소 값을 직접 비교하여 두 기체의 실제 양의 비를 구하지 않습니다. 다시 볼 곳: 질문 20.

35 **폐동맥 L, 폐정맥 M.** 허파에서 산소를 받기 전인 L이 폐동맥의 혈액이고, 산소를 받은 뒤인 M이 폐정맥의 혈액입니다. 산소가 증가하고 이산화 탄소가 감소하는 변화가 근거입니다. 다시 볼 곳: 질문 18·20.

36 **A 평균 혈압, B 혈관 총단면적, C 평균 혈류 속도.** 평균 혈압은 정맥 쪽으로 갈수록 낮아집니다. 총단면적은 모세혈관에서 가장 넓고, 혈액의 평균 속도는 그곳에서 가장 느립니다. 이후 정맥 쪽에서 총단면적은 줄고 속도는 다시 증가합니다. 대표적인 크기 순서는 평균 혈압: 동맥 > 모세혈관 > 정맥, 평균 혈류 속도: 동맥 > 정맥 > 모세혈관, 총단면적: 모세혈관 > 정맥 > 동맥입니다. 다시 볼 곳: 질문 15·16.

37 **운동 전 분당 68회, 운동 직후 분당 104회, 3분간 쉰 뒤 분당 76회.** 30초 동안의 횟수를 2배 하면 됩니다. 각각 34 × 2 = 68, 52 × 2 = 104, 38 × 2 = 76입니다. 다시 볼 곳: 질문 26.

38 **③.** 운동 직후 30초당 52회에서 휴식 뒤 38회로 줄었으므로 자료에서 직접 확인할 수 있습니다. 오답 ①: 혈압은 측정하지 않았습니다. 오답 ②: 산소 사용량을 측정하지 않았으며 맥박 수와 같은 비율로 변한다고 단정할 수 없습니다. 오답 ④: 한 번에 내보내는 혈액량도 측정하지 않았고, 운동 때 반드시 같은 값으로 유지되는 것은 아닙니다. 다시 볼 곳: 질문 24·26.

39 **적혈구, 혈소판.** 일반적인 사람의 혈액에서 적혈구는 수가 가장 많고, 작은 세포 조각인 혈소판은 대표적인 크기가 가장 작습니다. 수와 크기는 서로 다른 비교 기준입니다. 다시 볼 곳: 질문 03.

40 **알코올 고정액: 혈구의 형태 보존(고정), 김사 용액: 핵 등을 염색하여 구별하기 쉽게 함, 혈구의 겹침을 줄이기 위해.** 고정과 염색의 목적이 다르며, 얇게 펴는 것은 각각의 혈구를 관찰하기 위해서입니다. 다시 볼 곳: 질문 25.

41 **74 mmHg, 다음 박동 사이에 이완해 있는 때.** 같은 지점에서 한 박동 주기 동안 나타나는 낮은 값이 최저 혈압입니다. 114 mmHg는 높은 값인 최고 혈압에 해당합니다. 최저 혈압이 0이 아니므로 심실 이완을 '혈압이 완전히 사라짐'과 같게 보면 안 됩니다. 다시 볼 곳: 질문 16·23.

42 **②.** 적혈구에는 헤모글로빈이 있으므로 적혈구 수의 증가는 산소 운반을 돕습니다. 오답 ①: 헤모글로빈 감소는 산소 운반에 불리합니다. 오답 ③: 몸의 적응이 공기 중 산소 비율을 높이는 것은 아닙니다. 오답 ④: 적혈구 비율 감소는 적혈구 증가와 반대 변화입니다. 다시 볼 곳: 질문 04.