



Урок 53. Кровообращение и газообмен

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 53 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по анатомии»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: строим модель, проверяем расчёт и объясняем границы вывода. Нужны проценты, среднее и чтение таблиц; новые понятия разобраны на примере.

Вся программа курса

Кровь течёт быстрее, но это ещё не означает, что ткань получает больше кислорода. Какие две величины нужно сравнить вместе?

Проверяемый результат:

Связать лёгочный и тканевый газообмен с направлением кровотока и вычислить передачу кислорода по балансу устойчивого потока.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

В модели А через ткань проходит 2 л крови в минуту, в модели Б - 3 л. На входе и выходе содержание кислорода различается. Ученик выбрал Б только по потоку. За 2 минуты назовите недостающее измерение, за 3 нарисуйте вход и выход ткани и подпишите, что должно сохраняться в балансе.

02. Объяснение и разобранный пример

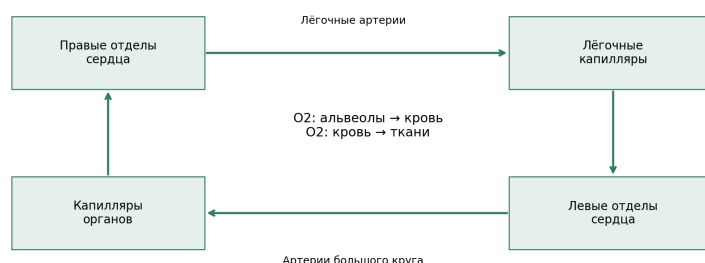
5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Кровь движется: правые отделы сердца → лёгочные сосуды → левые отделы сердца → сосуды органов → правые отделы. Артерии несут кровь от сердца, вены возвращают к нему; эти названия определяются направлением, не количеством кислорода. В лёгких кислород переходит из альвеол в кровь, в тканях - из крови к клеткам. Направление диффузии определяется разностью парциальных давлений.

Для расчёта используем содержание кислорода C в мл O_2 на 1 л крови. При устойчивом режиме, одинаковом входном и выходном потоке и отсутствии накопления передача ткани $J = Q \times (C_{\text{вход}} - C_{\text{выход}})$. Это баланс количества вещества. Он не равен частоте пульса и не вычисляется только по проценту насыщения.

Пример: $Q = 2$ л/мин, $C_{\text{вход}} = 180$ мл O_2 /л, $C_{\text{выход}} = 140$ мл O_2 /л. Разность 40 мл O_2 /л, $J = 2 \times 40 = 80$ мл O_2 /мин. Вход 360, выход 280 мл O_2 /мин: $360 - 280 = 80$. Единица «л крови» сокращается; парциальное давление не подставляется вместо содержания.

Кровоток соединяет два места газообмена



Два места обмена соединены кровотоком. Стрелки показывают направление крови и кислорода; схема функциональная, без анатомического масштаба. Кислород не производится сердцем.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Серия	Q, л/мин	Свход, мл O ₂ /л	Свыход, мл O ₂ /л
А	2	180	130
Б	3	180	150
В	2,5	180	140

За 2 минуты подпишите поток и содержания, за 4 вычислите вход, выход и отдачу для каждой серии, за 3 сравните А и Б, за 2 защитите вывод. Форма: «J = ...; сравнение ...; условие ...». Критерии: три расчёта, единицы, учёт устойчивости режима.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Модель участка лёгких: Q = 4 л/мин, входящее содержание 130 мл O₂/л, выходящее 180. За 3 минуты найдите поступление O₂ в кровь; за 3 объясните смену порядка вычитания; за 2 проверьте утверждение «лёгочная артерия обязана нести богатую кислородом кровь». Итог - расчёт и две подписи на схеме.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Серия Б дала меньше O₂ ткани. За 2 минуты оцените вывод «значит ткань больна», за 3 предложите альтернативу из данных: другая потребность ткани или другой режим работы, за 2 запишите, чего не хватает для причинного вывода. Не используйте диагнозы; обсуждайте пределы модели.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

В новом тканевом режиме Q = 1,5 л/мин, Свход = 190, Свыход = 150 мл O₂/л. Найдите разность, отдачу, единицу и назовите предпосылку баланса. 5 минут; по 1 баллу за каждый элемент.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Схема двух кругов, учебная таблица, калькулятор. Предпосылки: сердце, сосуды, лёгкие; единицы л, мл. Никакой крови, задержек дыхания, нагрузок или сбора личных данных. Все содержания кислорода и потоки условные; это не нормы здоровья. Учитель заранее показывает перевод 1 л = 1000 мл и различие мл кислорода и мл крови.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

А: вход 360, выход 260, $J = 100$ мл O_2 /мин. Б: 540, 450, $J = 90$. В: 450, 350, $J = 100$. У Б больше кровотоков, но меньше разность содержания, поэтому отдача ниже А. А и В дают одинаковую отдачу разными сочетаниями величин. Это условные серии, не сравнение здоровья людей.

Ответ и объяснение практики 2

Поступление в кровь $4 \times (180 - 130) = 200$ мл O_2 /мин. Здесь считаем прибавление к крови, поэтому выход минус вход. Лёгочная артерия ведёт кровь от правого желудочка к лёгким; артериальное название не гарантирует высокое содержание O_2 . Лёгочные вены возвращают кровь к левому предсердию.

Опора для обсуждения

Баланс показывает перенос в заданном режиме, но не причину различия. Могли измениться потребность, снабжение или условия серии. Нужны сведения об одинаковости ткани, режима, измерений и повторяемости. По этим трём строкам нельзя оценить здоровье человека. Высокая отдача тоже не служит самостоятельным признаком «лучше».

Ключ и критерии индивидуальной работы

Разность 40 мл O_2 /л; отдача $1,5 \times 40 = 60$ мл O_2 /мин. Предпосылка: устойчивый режим без накопления, входной и выходной потоки равны. Значения относятся к заданной модели.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Строение и функционирование органов кровообращения	Проследить два круга на модели	Не путать направление сосуда с содержанием O ₂
Строение и жизнедеятельность дыхательной системы	Сопоставить тканевый и лёгочный баланс	Правильно вычислить перенос и назвать ограничения

Опора - раздел «Эксперименты по анатомии» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

Исходная программа

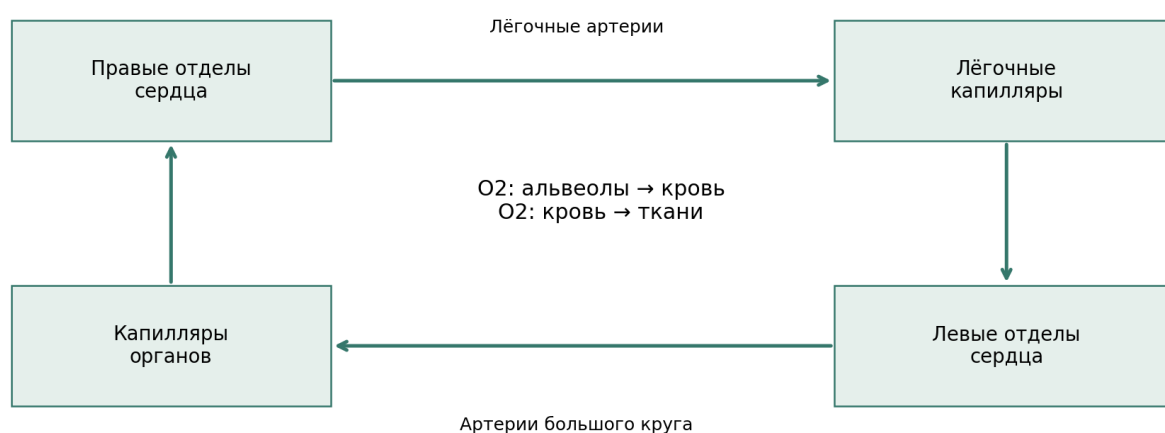
Источники и права на изображения

OpenStax: газообмен и его движущая сила

Источники проверены 16.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведённых авторами опытов. Схемы и графики подготовлены порталом «Школы России». Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Кровоток соединяет два места газообмена



Два места обмена соединены кровотоком. Стрелки показывают направление крови и кислорода; схема функциональная, без анатомического масштаба. Кислород не производится сердцем.