



Урок 24. Дыхательная система и газообмен

Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 9 класс

Урок 24 из 45 · 45 минут · Модуль «Дыхательная система»

Уровень: начинающий исследователь.

Программа: <https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-9-klass-programma>

Одинаковый объём воздуха за минуту ещё не означает одинаковую вентиляцию альвеол. Как проверить это на модели?

Результат урока: Различить вентиляцию и газообмен, проследить путь воздуха и рассчитать альвеолярную вентиляцию в заданной модели.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. На карточках два режима: 12 вдохов по 500 мл и 20 вдохов по 300 мл за минуту. Оба дают 6000 мл. Запишите, достаточно ли этого равенства для вывода об одинаковом газообмене. Предложите величину, которую пока не учли.

02. Понятия и разобранный пример

5–14 минут: 4 минуты на понятия, 3 на пример, 2 на объяснение способа партнёру.

Понятия и способ проверки

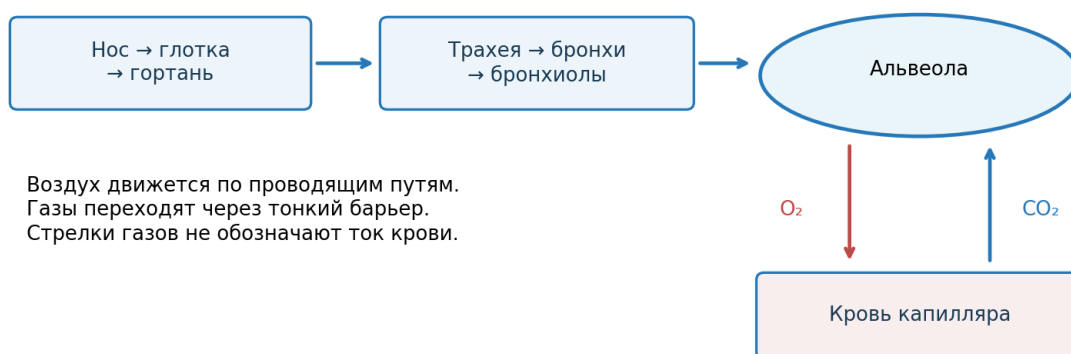
Воздух проходит через носовую полость, глотку, гортань, трахею, бронхи и бронхиолы к альвеолам. При спокойном вдохе диафрагма сокращается и опускается: объём грудной полости увеличивается, давление воздуха в лёгких снижается относительно наружного. Выдох в покое в значительной мере связан с упругим возвратом тканей. Плевральная жидкость уменьшает трение и способствует механической связи лёгких с грудной стенкой; сурфактант уменьшает поверхностное натяжение в альвеолах.

Вентиляция обновляет воздух. Газообмен переносит кислород из альвеол в кровь, а углекислый газ — в обратную сторону по градиентам парциального давления. Это разные процессы: движение воздуха само по себе не измеряет переход газа через барьер. Тонкая стенка и большая суммарная поверхность альвеол облегчают обмен.

В модели часть каждого вдоха V_m остаётся в проводящих путях и не участвует в альвеолярном обмене этого цикла. Минутная вентиляция $Q = V \times f$; альвеолярная $Q_a = (V - V_m) \times f$. Здесь V — мл за вдох, f — вдохов за минуту, Q — мл/мин. Постоянное $V_m = 150$ мл — условие задач, не измерение конкретного человека и не норма для детей.

Работайте по подписям и масштабу; рисунки условные и не заменяют запись реального наблюдения.

Разбор: при $V = 400$ мл и $f = 15$ /мин получаем $Q = 400 \times 15 = 6000$ мл/мин, $Q_a = (400 - 150) \times 15 = 3750$ мл/мин. Доля $Q_a/Q = 0,625$, то есть 62,5%. Остальные 37,5% — модельная вентиляция проводящих путей; это не «доля бесполезного кислорода» и не показатель здоровья.



Проводящие пути, альвеола и капилляр: направления воздуха, O_2 и CO_2 . Условная схема, не в масштабе.



03. Практика 1. Проверяем материал

Данные для самостоятельного анализа

14–25 минут. Все записи ниже — учебные данные, а не результаты обследования учеников. В паре: 3 минуты на чтение и разметку, 5 на решение, 3 на взаимную проверку по критериям.

Режим	V, мл за вдох	f, вдохов/мин
A	500	12
B	300	20
C	750	8

Для всех строк примите $V_m = 150$ мл. Подпишите на схеме трахею, альвеолу и кровь. Рассчитайте Q, Q_a и долю Q_a в процентах. Оформите три строки с единицами; упорядочьте режимы по Q_a . Затем объясните двумя предложениями, почему расчёт не доказывает лучшую работу лёгких у реального человека. Критерии: три расчёта, единицы, правильный порядок, ограничение модели.

04. Практика 2. Перенос способа

Новое условие

25–33 минуты. В новой модели $V = 450$ мл, $f = 16$ /мин. Сравните $V_m = 100$ и 200 мл. Найдите Q_a и разницу между ними; нарисуйте две полоски одного вдоха, выделив проводящую и альвеолярную части. Укажите, какие два параметра удержаны одинаковыми. Сделайте вывод только о модели, не предлагайте дыхательных упражнений.

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. Два тезиса: «Лёгкие активно втягивают воздух как насос» и «Воздух движется из-за разности давления, созданной работой дыхательных мышц». Выберите точнее, сошлитесь на движение диафрагмы. Почему из расчёта Q_a нельзя получить количество кислорода, поступившего в кровь?

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. Без подсказки: $V = 600$ мл, $f = 10$ /мин, $V_m = 150$ мл. Рассчитайте Q_a , укажите направление O_2 между альвеолой и кровью и назовите одно ограничение расчёта. Ответ — три строки.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

A: $Q = 6000$, $Q_a = 4200$ мл/мин, 70%. B: 6000, 3000 мл/мин, 50%. C: 6000, 4800 мл/мин, 80%. По Q_a : $C > A > B$. Общий объём равен, но число порций воздуха, остающихся в проводящих путях, различается. Нельзя выбирать «самый здоровый» режим: неизвестны обмен через барьер, кровоток и потребности тканей. По одному баллу за каждую верную строку и за обоснованное ограничение; всего 4.

Практика 2: разбор и критерии

$Q_a = 350 \times 16 = 5600$ и $250 \times 16 = 4000$ мл/мин; разница 1600 мл/мин. Постоянны V и f . На полосках альвеолярные части 350 и 250 мл. При одинаковой общей вентиляции увеличение V_m уменьшает Q_a . Критерии: оба значения и единицы, верные полоски, два постоянных параметра — 3 балла.

Обсуждение: возможный вывод

Второй тезис точнее: сокращение диафрагмы меняет объём и давление. Для переноса O_2 нужны дополнительные сведения о составе газов, градиентах, барьере и кровотоке. Альтернатива «одинаковые 6 л/мин — одинаковый обмен» отвергается уже разными Q_a в таблице, но и Q_a не равна поглощению O_2 .

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

$Q_a = 4500$ мл/мин; O_2 в обычных условиях переходит из альвеолы в кровь; модель не учитывает свойства барьера или кровотока. По баллу за каждую строку; 3 балла. Одно только число без единиц — неполный расчёт.

Учителю: подготовка и план на 45 минут

На пару: распечатка ученической части PDF, карандаши двух цветов, линейка, простой калькулятор. Все схемы и исходные данные включены. Только готовые данные и бумажные модели. Не брать биологические пробы, не проводить нагрузочных, болевых, температурных или иных физиологических испытаний. Не ставить диагнозы и не назначать лечение. Личные медицинские, репродуктивные и генетические сведения не собирать. Интернет, регистрация и аккаунты детям не нужны.

Уровень — начинающий исследователь, 9 класс. Предпосылки: понятия клетки, ткани и органа; чтение графиков, таблиц и стрелочных схем. В паре один описывает, второй проверяет, затем меняются. Все изображения и числовые серии учебные; работу по ним не выдавать за проведённый опыт. Подготовка и печать выполняются до урока; разборы открываются после самостоятельной попытки. При затруднении учитель разбирает первую строку вместе с классом, остальные учащиеся выполняют самостоятельно.

Минуты	Работа	Результат
0–5	Проблема	Вопрос и первое решение
5–14	Понятия и пример	Способ проверки
14–25	Практика 1	Готовый продукт и проверка
25–33	Практика 2	Перенос способа
33–40	Обсуждение	Аргумент и ограничение
40–45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
10.1. Дыхательная система	Разметить путь воздуха и газов	Верные направления на схеме
Физиология дыхания	Сравнить модельные режимы	Q и Qa с единицами
Спирография и наблюдения	Различить данные и вывод	Не выдавать модель за обследование

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

<https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-9-klass-programma>

OpenStax: 22-3-the-process-of-breathing

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/22-3-the-process-of-breathing>

Газообмен

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/22-4-gas-exchange>

Тексты, задания, учебные данные и схемы разработаны для портала «Школы России». Числовые серии — учебные модели, не результаты проведённых классом опытов. Схемы авторские, не копии микрофотографий; сторонние изображения не используются. Фактические сведения сверены по указанным источникам 19.10.2026. Материалы полностью даны, переход по внешним ссылкам ученику не требуется.