



Урок 19. Сердечная мышца и сердечный цикл

Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 9 класс

Урок 19 из 45 · 45 минут · Модуль «Кровеносная и лимфатическая системы»

Уровень: начинающий исследователь.

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

Сердце работает циклически, но кровь не должна возвращаться назад при каждом расслаблении. Что задаёт направление?

Результат урока: Связать перепады давления с состоянием клапанов и рассчитать длительность цикла и минутный объём по учебным данным.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. Представьте насос с камерой и двумя входами без клапанов. При сжатии жидкость может выйти в обе стороны. Нарисуйте, какие односторонние заслонки нужны. Затем объясните, достаточно ли просто назвать камеру «сердцем», чтобы поток стал направленным.

02. Понятия и разобранный пример

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

Понятия и способ проверки

Сердечная мышца образует согласованно работающий миокард. Электрическое возбуждение и механическое сокращение связаны, но не тождественны: электрическая запись сама по себе не является измерением объёма выброшенной крови.

Систола — сокращение, диастола — расслабление соответствующих камер. Клапаны открываются и закрываются под действием разности давлений. Во время выброса из желудочка полулунный клапан открыт, предсердно-желудочковый закрыт. В некоторые фазы оба закрыты, поэтому правило «один всегда открыт» неверно.

В учебном упрощении длительность цикла $T = 60/f$, где f — число циклов за минуту. Минутный объём $Q = f \times V$, где V — ударный объём одного желудочка. Правый и левый желудочки включены последовательно; их объёмы не складывают как два независимых источника для большого круга.

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

Разбор: $f = 75 \text{ мин}^{-1}$, $V = 70 \text{ мл}$. $T = 60/75 = 0,8 \text{ с}$; $Q = 75 \times 70 = 5250 \text{ мл/мин} = 5,25 \text{ л/мин}$. Значения заданы для модели и не оценивают здоровье. Если известна только частота, минутный объём определить нельзя: нужен V .



Четыре состояния желудочка в цикле: наполнение, рост давления при закрытых клапанах, выброс, расслабление при закрытых клапанах. Длительности на схеме не заданы.



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.

Фаза	Соотношение давлений	Что определить
А	В предсердии выше, чем в желудочке; в артерии выше, чем в желудочке	Клапаны и поток
Б	В желудочке выше, чем в предсердии, но ниже, чем в артерии	Клапаны до выброса
В	В желудочке выше, чем в предсердии и артерии	Клапаны при выбросе

Для А–В обозначьте состояние обоих клапанов и наличие выброса в артерию. После этого рассчитайте T и Q для $f = 60 \text{ мин}^{-1}$, $V = 80 \text{ мл}$. Сдайте три строки объяснений и расчёт. Критерий: решение опирается на перепад давления, а не на заученное название фазы.

04. Практика 2. Перенос способа

Новое условие

25–33 минуты. Две условные записи имеют одинаковую частоту 80 мин^{-1} , но ударные объёмы 60 и 75 мл. Найдите минутные объёмы и разность. Затем ответьте: можно ли заменить данные об объёме одной электрической записью без дополнительных сведений?

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. Сравните «клапан сам выталкивает кровь» и «клапан направляет поток, создаваемый перепадами давления». Как случаи Б и В помогают выбрать объяснение?

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. В модели $f = 100 \text{ мин}^{-1}$, $V = 50 \text{ мл}$. Найдите T и Q . Назовите состояние клапанов во время выброса из желудочка.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

А: предсердно-желудочковый открыт, полулунный закрыт, идёт наполнение. Б: оба закрыты, выброса нет. В: первый закрыт, второй открыт, идёт выброс. $T = 1$ с, $Q = 4800$ мл/мин = 4,8 л/мин. 5 баллов: три состояния и две величины.

Практика 2: разбор и критерии

$Q_1 = 4,8$ л/мин, $Q_2 = 6,0$ л/мин, разность 1,2 л/мин. Одинаковая частота не гарантирует одинаковый выброс; электрическая запись не даёт ударный объём напрямую. 4 балла: два объёма, разность, ограничение.

Обсуждение: возможный вывод

В Б давления ещё недостаточно для открытия выхода, в В оно становится выше артериального. Клапан не заменяет мышечный насос; его роль — ограничивать обратный поток. Оба закрытых клапана возможны без прекращения всего цикла.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

$T = 0,6$ с, $Q = 5$ л/мин. Предсердно-желудочковый закрыт, полулунный открыт. 3 балла: время, объём с единицей, оба клапана.

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 ограничивать сон, не проводить нагрузочных, болевых или иных физиологических испытаний. Не ставить диагнозы и не назначать лечение. 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
Особенности сердечной мышцы	Разделяет возбуждение и сокращение	Не приравнивает электрическую запись к выбросу
Строение и работа органов кровообращения	Анализирует давления и цикл	Объясняет клапаны и рассчитывает объём

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

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

OpenStax: 19-3-cardiac-cycle

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/19-3-cardiac-cycle>

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.