



Урок 18. Мышцы и движение

Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 9 класс

Урок 18 из 45 · 45 минут · Модуль «Опорно-двигательный аппарат»

Уровень: начинающий исследователь.

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

Почему небольшому грузу в кисти может соответствовать значительно большая сила тяги мышцы?

Результат урока: Объяснить работу антагонистов и рассчитать равновесие условного костного рычага с заданными плечами сил.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. В бумажной модели груз действует вниз с силой 10 Н на расстоянии 30 см от оси. Тяга приложена всего в 5 см от оси. Ученик предполагает, что силы тоже равны. Нарисуйте обе силы и предположите, какой должна быть тяга. Никаких грузов ученики не поднимают.

02. Понятия и разобранный пример

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

Понятия и способ проверки

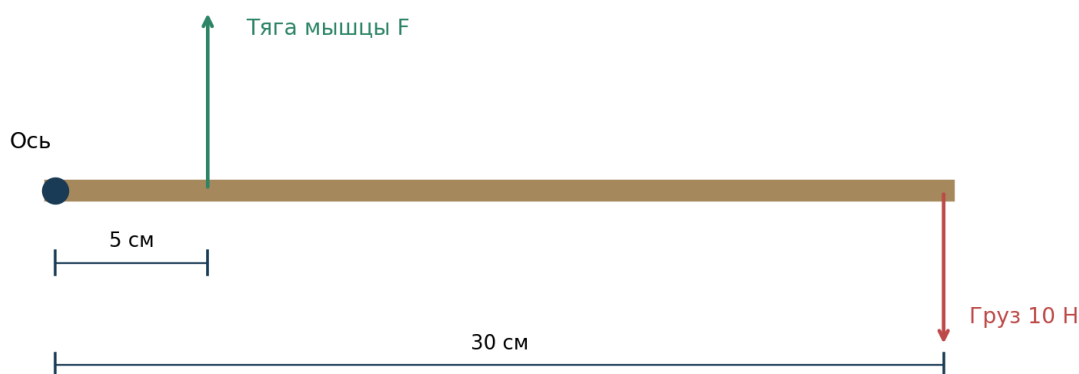
Скелетные мышцы создают тягу, которая через сухожилия передаётся костям. Для противоположных движений часто работают мышцы-антагонисты: например, сгибатели и разгибатели предплечья. Их роль зависит от движения; при удержании положения возможна совместная активность.

Мышечное сокращение означает развитие напряжения и не всегда сопровождается заметным укорочением всей мышцы. В модели удержания предмета силы и моменты уравновешены, но мышца продолжает работать. Отсутствие движения не означает отсутствия затрат энергии.

Момент силы относительно оси равен произведению силы на её плечо. Плечо — перпендикулярное расстояние до линии действия силы. В наших задачах тяги перпендикулярны рычагу, массой рычага пренебрегают: $F_{\text{мышцы}} \times d_{\text{мышцы}} = F_{\text{груза}} \times d_{\text{груза}}$. Это механическая модель, не метод назначения нагрузки.

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

Разбор: $10 \times 30 = 300$ Н·см. При плече мышцы 5 см её сила должна быть $300/5 = 60$ Н. Поэтому равные силы при разных плечах равновесия не обеспечивают. Если груз приблизить к оси до 15 см, при прочих равных потребуется 30 Н.



Условный рычаг: ось, точка тяги мышцы и груз. Стрелки показывают силы; плечи 5 и 30 см относятся к разобранным примерам, не к конкретному человеку.



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.

Модель	Груз и его плечо	Плечо мышцы
А	8 Н; 25 см	4 см
Б	8 Н; 15 см	4 см
В	12 Н; 20 см	6 см

Найдите силу мышцы в А–В. Запишите равенство моментов с единицами, затем сравните А и Б. Объясните, что изменилось в устройстве модели и почему сила стала другой. Результат — три расчёта и вывод. Критерий: сравнивать моменты, а не просто силы.

04. Практика 2. Перенос способа

Новое условие

25–33 минуты. В модели Г сила груза 9 Н, его плечо 24 см, плечо мышцы 3 см. Затем к той же стороне добавили собственный вес рычага 3 Н с плечом 12 см. Рассчитайте тягу без учёта и с учётом веса рычага. Почему прежнее упрощение теперь надо изменить?

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. Почему фраза «разгибатель всегда полностью выключен при сгибании» слишком категорична? Сопоставьте движение и точное удержание положения. Отделите модель двух тяг от реального управления несколькими мышцами.

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. В новом рычаге груз 6 Н имеет плечо 20 см, мышца — 4 см. Найдите тягу и объясните, может ли мышца работать, когда рычаг неподвижен.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

А: $8 \times 25/4 = 50$ Н. Б: $8 \times 15/4 = 30$ Н. В: $12 \times 20/6 = 40$ Н. В Б груз ближе к оси, его момент меньше, потому нужна меньшая тяга. По 1 баллу за расчёт и 1 за объяснение; всего 4.

Практика 2: разбор и критерии

Без веса: $9 \times 24/3 = 72$ Н. С весом: $(9 \times 24 + 3 \times 12)/3 = 84$ Н. Появился дополнительный момент 36 Н·см. 3 балла: два результата и объяснение суммы моментов.

Обсуждение: возможный вывод

Антагонисты могут совместно стабилизировать сустав и контролировать движение. Расчёт равновесия описывает суммарные моменты, но не распределение активности всех мышц. По нему нельзя делать вывод о состоянии человека.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

$6 \times 20/4 = 30$ Н. При неподвижности мышца может развивать напряжение, уравнивая нагрузку. 3 балла: равенство моментов, результат с единицей, объяснение.

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
Мышцы; основные мышцы тела человека	Сравнивает сгибание и разгибание	Объясняет действие антагонистов
Функционирование опорно-двигательной системы	Рассчитывает бумажный рычаг	Проверяет моменты и границы модели

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

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

OpenStax: 11-1-interactions-of-skeletal-muscles-their-fascicle-arrangement-and-their-lever-systems

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/11-1-interactions-of-skeletal-muscles-their-fascicle-arrangement-and-their-lever-systems>

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.