



Урок 29. Кожа и терморегуляция

Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 9 класс

Урок 29 из 45 · 45 минут · Модуль «Кожа и её производные»

Уровень: начинающий исследователь.

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

Почему охлаждает не сам факт появления пота, а его испарение?

Результат урока: Разметить слои кожи и структуры теплообмена, рассчитать долю испарившейся воды в учебной модели.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. Две одинаковые влажные модели поверхности потеряли по 20 г воды: у первой 15 г испарилось, 5 г стекло; у второй 5 г испарилось, 15 г стекло. Можно ли по общей потере воды заключить, что охлаждение одинаково? Запишите гипотезу и выделите нужную величину.

02. Понятия и разобранный пример

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

Понятия и способ проверки

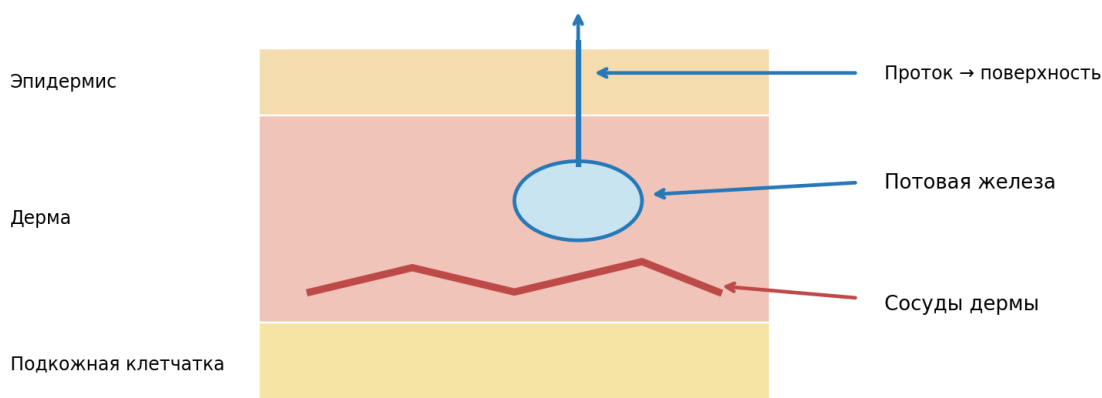
Эпидермис — наружный эпителиальный слой; собственных кровеносных сосудов в нём нет. Под ним лежит дерма с соединительной тканью, сосудами, нервными окончаниями, волосяными фолликулами и железами. Подкожная клетчатка находится глубже собственно кожи и содержит, в частности, жировую ткань. Волосы и ногти — производные эпидермиса.

Потовая железа выделяет жидкость, проток выводит её на поверхность. Испарение требует энергии и может отводить тепло от поверхности. Изменение кровотока в сосудах кожи также меняет теплообмен. Схема показывает расположение структур, но её условная толщина не позволяет измерять реальную кожу.

В задаче выделенная вода = испарившаяся + стёкшая, если других потерь нет. Для расчёта примем отвод 2,4 кДж на 1 г испарившейся воды; это учебное приближение. Отвод испарением $Q = m \times 2,4$ кДж/г. Стёкшая вода не включается в этот член баланса, но это не означает полного отсутствия других путей теплообмена.

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

Разбор: выделено 30 г, испарилось 18 г, стекло 12 г. Доля испарения $18/30 = 60\%$; $Q = 18 \times 2,4 = 43,2$ кДж. Нельзя умножать все 30 г на 2,4: часть жидкости не испарилась. Этот расчёт не показывает изменение температуры тела без других данных.



Разрез кожи: эпидермис, дерма, подкожная клетчатка, сосуды и потовая железа с протоком. Толщины условны.



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.

Условие модели	Выделено / испарилось, г	Остальное стекло
А	40 / 30	Вычислить
В	40 / 10	Вычислить
С	25 / 20	Вычислить

На схеме подпишите три уровня и путь жидкости из железы наружу. Для каждой строки найдите стёкшую массу, долю испарения и Q . Упорядочьте строки отдельно по общей выделенной воде и по отводу тепла испарением. Объясните несовпадение порядков. Критерии: схема, балансы, единицы, сравнение.

04. Практика 2. Перенос способа

Новое условие

25–33 минуты. В новой модели за интервал образование тепла 60 кДж, прочая чистая теплоотдача 18 кДж, испарилось 15 г воды. Найдите отвод испарением и накопление тепла: образование минус оба вида отдачи. Затем повторите при 20 г испарившейся воды. Не переводите результат в градусы без теплоёмкости модели.

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. «Чем влажнее кожа, тем лучше охлаждение» — всегда ли верно? Используйте А и В. Предложите альтернативную формулировку и укажите, почему по виду кожи нельзя надёжно определить температуру внутренних органов.

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. В модели выделено 16 г, 4 г стекло. Найдите испарившуюся массу и Q . Где находятся кровеносные сосуды: в эпидермисе или дерме?



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

А: стекло 10 г, испарилось 75%, $Q = 72$ кДж. В: 30 г, 25%, 24 кДж. С: 5 г, 80%, 48 кДж. По выделенной воде $A = B > C$, по Q : $A > C > B$. Важна испарившаяся часть, а не только количество жидкости. Схема — 1 балл, расчёты — 2, сравнение — 1.

Практика 2: разбор и критерии

Для 15 г: $Q = 36$ кДж, накопление $60 - 18 - 36 = 6$ кДж. Для 20 г: $Q = 48$, баланс -6 кДж, то есть модель отдаёт на 6 кДж больше, чем образует за интервал. По баллу за оба Q , оба баланса и объяснение знака — 3.

Обсуждение: возможный вывод

А и В выделили одинаково, но отвели испарением разное тепло. Точнее: при прочих равных охлаждение зависит от испарения, на которое влияют условия среды. Внешняя влажность не измеряет внутреннюю температуру; модель не является способом диагностики. При плохом самочувствии прекращают занятие и обращаются к взрослому, не проводят испытания.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

Испарилось 12 г; $Q = 28,8$ кДж. Сосуды находятся в дерме, не в эпидермисе. По баллу за массу, Q с единицами и слой — 3.

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
14.1. Кожа и её производные	Подписать разрез	Три уровня и проток железы
Терморегуляция	Составить водный и тепловой баланс	Испарение отделено от стекания
Наблюдения кожи	Работать с готовой моделью	Нет болевых и температурных испытаний

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

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

OpenStax: 5-1-layers-of-the-skin

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/5-1-layers-of-the-skin>

Тепловой баланс

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/24-6-energy-and-heat-balance>

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.